

658,382.3 (075)  
0-92

# ОХОРОНА ПРАЦІ

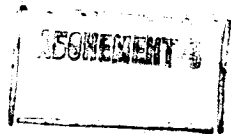
4046-21

658.382.3(075)  
0-92

# ОХОРОНА ПРАЦІ

За редакцією В. Кучерявого

*Рекомендовано Міністерством  
освіти і науки України*



Львів  
Видавництво „Оріяна-Нова”  
2007

ББК 65.247я73  
О-92

Автори:

**В.П. Кучерявий, Ю.С. Павлюк, А.Д. Кузик, С.В. Кучерявий**

Рецензенти:

*І.І. Даценко*, доктор медичних наук, професор, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького; *Б.Г. Демчишин*, доктор технічних наук, професор, Національний університет „Львівська політехніка”; *Я.І. Соколовський*, доктор технічних наук, професор, Національний лісотехнічний університет України

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(лист № 1.4/18. – Г – 953 від 19.10.2006 р.)*

**Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено.**

О-92 **Охорона праці:** Навч. посібник / За ред. В.Кучерявого. – Львів: Оріяна-Нова, 2007. – 368 с.

ISBN 978-966-2128-02-4

У навчальному посібнику подаються нормативно-правові та організаційні засади охорони праці, висвітлюються основи техніки безпеки праці, виробничої гігієни і санітарії та пожежної безпеки.

Для студентів вищих навчальних закладів.

**ББК 65.247я73**

ISBN 978-966-2128-02-4



© В. Кучерявий, Ю. Павлюк,  
А. Кузик, С. Кучерявий, 2007

## ПЕРЕДМОВА

Науково-технічний прогрес зумовив розвиток механізації й автоматизації виробництва, стимулював удосконалення технологічних процесів, що робить працю безпечнішою та привабливішою. У надзвичайно складній системі стосунків “людина – машина – середовище” особливе місце відводиться інженерним кадрам, підготовка яких у вищих навчальних закладах передбачає оволодіння ґрунтовними знаннями сучасних техніки і технологій, властивостей та характеристик матеріалів, відповідності конструкцій та агрегатів характерові виробництва, організації робіт.

Сучасне виробництво характеризується наявністю різноманітних шкідливих чинників – фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних, соціальних і механічних, характер дії яких має добре знати інженер аби не допустити ушкоджень працюючих, уникнути травмувань і розвитку професійних захворювань, тобто займатись “охороною праці” людини.

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

Охорона праці в нашій країні є пріоритетною в діяльності державних органів і громадських організацій. Адже йдеться про найдорожчу суспільну цінність – здоров'я і життя людей. Тому роботодавець і працівник мають добре знати нормативно-правову базу в межах своїх виробничих стосунків, оскільки майбутній інженер може у процесі своєї діяльності виступати як у ролі найманого працівника, так і в ролі роботодавця.

Зважаючи на це *перша частина* навчального посібника присвячена вивченню нормативно-правових та організаційних засад охорони праці.

*Друга частина* з екологічних та ергономічних позицій розкриває зміст виробничої гігієни і санітарії як основи забезпечення працюючих здоровим і безпечним виробничим доквіллям, тобто, виробничої безпеки.

*Третя частина* висвітлює основи техніки безпеки. Принцип „від техніки безпеки до безпечної техніки” – характеризує взаємообумовленість цих двох складових сучасного виробництва. Особливо це стосується безпеки виробничого обладнання, вантажно-розвантажуваль-

них і транспортних робіт, безпеки під час експлуатації котлів і різноманітних посудин, які працюють під тиском, електробезпеки тощо.

*Четверта частина* присвячена вивченню основ пожежної безпеки.

Основна мета навчального посібника – формування у студентів відповідно до стандартів вищої школи знань з правових і організаційних питань охорони праці, гігієни праці та виробничої санітарії, техніки безпеки, пожежної безпеки.

## ВСТУП

Праця – це цілеспрямована діяльність людини, в процесі якої за допомогою знарядь вона впливає на природу, використовуючи її з метою створення матеріальних благ, необхідних для забезпечення своїх потреб. У процесі праці люди вступають у виробничі відносини.

У виробничий процес, учасником якого є людина, включені *знаряддя праці та предмети праці*, які перебувають у постійному взаємозв'язку, впливаючи на людину. Отже, праця як процес включає три компоненти: а) власне працю як доцільну діяльність; б) предмет праці (те, на що спрямована праця); в) знаряддя праці.

Зміст праці зумовлений рівнем розвитку *продуктивних сил*, які є системою суб'єктивних (людина) і речових елементів, що здійснюють «обмін речовин» між людиною і природою у процесі суспільного виробництва. Продуктивні сили забезпечують провідну сторону способу виробництва, основу розвитку суспільства.

Цілеспрямовано витрачаючи свою робочу силу у процесі трудової діяльності, людина «опредметнює», втілює себе в оточуючому її матеріальному світі. Породженням її розуму і праці є речові елементи продуктивних сил – *засоби виробництва та засоби споживання*. Засоби виробництва складаються із *засобів праці*, які відіграють провідну роль у впливі людини на природу, та *предметів праці*, на які спрямована праця людини.

Найважливішою складовою засобів праці є *знаряддя праці* – інструменти, машини, механізми тощо. Вони утворюють у сучасному виробництві не лише «кісткову та м'язову систему», але й частину її керуючої системи, що постійно розвивається. До засобів праці належать також трубопроводи та різні місткості («судинна система виробництва»), виробничі будівлі, шляхи енергомережі, засоби зв'язку тощо.

Засоби праці, якими керує людина, впливають на предмет праці, що може якісно змінюватися або ж змінювати своє положення в просторі (рухомі частини машин і механізмів). Середовище, де людина здійснює трудову діяльність, називають *виробничим середовищем*. Воно характеризується сукупністю фізичних, біологічних, хімічних та соціальних чинників і від його стану значною мірою залежить безпека праці, здоров'я працюючих. Трудова діяльність часто пов'язана з дією шкідливих й небезпечних факторів, вплив яких на людину залежить від значення їх параметрів, тривалості дії та особливостей організму.

Дія небезпечних факторів може призвести до нещасного випадку чи професійних захворювань.

Міжнародна організація охорони праці (МООП) виділяє такі основні виробничі фактори середовища, які впливають на працездатність людини в процесі її трудової діяльності:

- фізичне зусилля (переміщення вантажів певної ваги в робочій зоні, зусилля, пов'язані з утриманням вантажів, натисканням на предмет праці або важіль керування механізмом протягом певного часу);
- нервові напруження (складність розрахунків, особливі вимоги до якості продукції, складність управління механізмом, апаратом, приладами, небезпека для життя і здоров'я людей під час виконання робіт, особлива точність виконання);
- робоча поза (положення тіла людини і його органів відповідно до засобів виробництва);
- монотонність роботи (багаторазове повторення одноманітних, короткочасних варіацій, дій, циклів);
- температура, вологість, теплове випромінювання в робочій зоні;
- забруднення повітря;
- виробничий шум;
- вібрація, обертання, поштовхи;
- освітленість у виробничій зоні.

Для оцінки працездатності застосовуються три групи показників: а) *результати виробничої діяльності*; б) *фізіологічні зміни*; в) *зміни психічних функцій людини у процесі праці*.

Під *умовами праці* розуміють комплекс факторів виробничого середовища та трудового процесу, який впливає на здоров'я та працездатність людини у процесі праці. Фактори, які впливають на умови праці, поділяють на три групи: *соціально-економічні, організаційно-технічні і природні*.

Перша група факторів є визначальною і зумовлена виробничими відносинами в суспільстві. Сюди входять:

- нормативно-правові акти (закони про працю, охорону здоров'я, правила, норми, стандарти тощо і практика державного, відомчого та громадського контролю за їх дотриманням);
- соціально-психологічні фактори, які характеризуються ставленням робітників до праці, задоволеність працею, психологічний клімат у колективі тощо;
- суспільно-політичні фактори (громадські форми руху за створення сприятливих умов праці, винахідництво тощо);
- економічні фактори (система пільг і компенсацій, моральне і матеріальне стимулювання, оплата праці тощо).

Друга група факторів безпосередньо впливає на:

- формування матеріально-речовинних елементів умов праці (засоби праці, предмети і знаряддя праці, технологічні процеси);
- організаційні форми виробництва;
- вдосконалення режиму праці та відпочинку.

Третя група факторів характеризує вплив на працюючих кліматичних, геологічних і біологічних особливостей місцевості, де виконується робота.

За характером впливу на людину виробничі фактори поділяють на *небезпечні та шкідливі*. Небезпечним є виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до травм або іншого раптового різкого погіршення здоров'я. Шкідливим є виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до захворювання або зниження працездатності. Шкідливий фактор залежно від рівня та часу впливу може стати небезпечним.

Небезпечні та шкідливі фактори поділяють на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні.

У процесі праці під впливом різних виробничих факторів, їх комплексів і умов праці у людини може сформуватися певний *функціональний стан організму*. Він може бути нормальним, пограничним (між нормою і патологією) і патологічним. Кожний з цих станів має свої характерні ознаки, які можна розпізнати за допомогою медико-фізіологічних і техніко-економічних показників.

*Предметом курсу "Основи охорони праці" є вивчення факторів середовища, організаційно-технічних і санітарно-гігієнічних умов, у яких відбувається трудова діяльність людини, а також правове забезпечення безпеки праці, виробничої санітарії та охорони праці.*

Випускник вищого навчального закладу повинен вміти використовувати закони та інші нормативно-правові акти, чинну галузеву науково-технічну документацію, засоби охорони праці для того, щоб:

- розробляти організаційно-технічні заходи, які б сприяли безпечному виконанню робіт;
- готувати робочі місця для безпечного виконання робіт, монтажу, обслуговування, експлуатації, використання, ремонту обладнання тощо;
- організовувати та контролювати безпечне виконання робіт;
- застосовувати на практиці індивідуальні та колективні засоби захисту працюючих;
- виконувати вимоги норм безпечної експлуатації устаткування та обладнання, застосування пожежо- та вибухонебезпечних і отруйних матеріалів і речовин, що використовуються при виконанні робіт;



- забезпечити протипожежну безпеку об'єктів;
- ефективно користуватися первинними засобами пожежогасіння;
- дотримуватися правил особистої гігієни та втілювати заходи з дотримання вимог виробничої санітарії, поліпшення умов праці на робочих місцях.

Охорона праці як наукова дисципліна, що виникла на стиках двох наук – науки про працю і науки про людину, розвивається в межах нової наукової дисципліни – екології людини, яка вивчає вплив факторів середовища на людський організм.

Охорона праці використовує найновіші досягнення фізики, хімії, математики, кібернетики, електроніки, економіки, екології та інших наук. Вона базується також на наукових розробках ергономіки, інженерної психології і фізіології праці, технічної естетики, екології людини. Як наукова дисципліна, вона користується загальнонауковими підходами, такими як комплексність, системність, особистісний гуманізм, єдність наукового дослідження і практики організації трудової діяльності з урахуванням людського фактора.

Для забезпечення раціонального ритму праці, режиму праці та відпочинку доводиться враховувати вимоги психології і фізіології праці людини. Це передусім стосується працездатності людини, тісно пов'язаної з втомою, нервовою напругою, монотонністю праці тощо. Вирішенням цих та інших завдань займається ще зовсім молода галузь знань – ергономіка, яка вивчає проблеми оптимального розподілу й узгодження функцій між людиною і машиною. Важливе місце в охороні праці відводиться *технічній естетиці*, яка вивчає закономірності художнього проектування виробничих приміщень і обладнання.

*Методологічною базою* курсу охорони праці є аналіз умов праці, технологічних процесів, виробничого обладнання, робочих місць, трудових операцій, організації виробництва з метою виявлення шкідливих і небезпечних факторів, виникнення можливих аварійних ситуацій та визначення заходів з поліпшення умов праці. Охорона праці тісно пов'язана з технікою безпеки, технологією виробництва, виробничою санітарією, культурою виробництва, технічною естетикою, гігієною праці, економікою праці, соціологією, управлінням виробництвом. Особливе місце відводиться безпеці життєдіяльності.

Підготовка студентів в рамках нормативної навчальної дисципліни «*Безпека життєдіяльності*» спрямована передусім на формування світогляду, вироблення ідеології безпечного мислення і поведінки, забезпечує майбутніх спеціалістів важливим інструментом не лише щоденного безпечного контактування з навколишнім світом, а й готує

до ефективного використання різної складності технічних процесів. Завдяки цій дисципліні майбутній фахівець повинен опанувати філософію безпеки локальних екосистем, уміти будувати логічне дерево подій виникнення небезпеки, визначати існуючі проблеми безпеки.

Головною метою курсу є надання майбутнім фахівцям знань основ охорони праці, які дають змогу їм в практичних умовах поліпшити охорону праці, піднести її продуктивність, а головне, – забезпечити попередження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Основними завданнями охорони праці є:

- гуманізація праці (профілактика перевтоми та професійних захворювань, запобігання виробничому травматизму, підвищення змістовності праці, створення умов для всебічного розвитку особистості);
- віднаходження оптимальних співвідношень між різними факторами виробничого середовища;
- запровадження норм гранично допустимих рівнів шкідливих виробничих факторів, визначення ступеня шкідливості та безпечності праці;
- розробка та планування заходів з поліпшення умов праці;
- безпека виконання робіт працівником;
- впровадження технічних заходів боротьби з травматизмом і профзахворюваннями;
- розробка методів оцінки соціальної та економічної ефективності заходів з удосконалення умов та безпеки праці.

Виконання вимог з охорони праці сприяє попередженню травм і захворювань, поліпшенню умов праці і загальної культури виробництва.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Розкрийте зміст поняття «праця».
2. Дайте визначення терміну «виробниче середовище».
3. Назвіть фактори виробничого середовища, які впливають на працездатність людини.
4. Що таке охорона праці?
5. Що є предметом курсу «Охорона праці»?
6. З якими навчальними дисциплінами пов'язаний курс «Охорона праці»?
7. Що є методологічною основою охорони праці?
8. Які основні завдання охорони праці?

# І. ПРАВОВІ Й ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

## Розділ 1.

### ПРАВОВЕ ТА НОРМАТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ

#### 1.1. Законодавство України з охорони праці

У 1992 р. Верховна Рада України ухвалила Закон України „Про охорону праці”, остання редакція якого прийнята у 2002 р. Цим законом визначені основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності. Закон також регулює, за участю відповідних державних органів, відносини між власником підприємства, установи й організації або уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Посередником у регулюванні відносин між роботодавцем і працівником у справі охорони праці виступають держава, профспілки та інші офіційні об'єднання громадян.

Законодавство про охорону праці базується на положеннях Конституції України, зокрема на статтях 43,45,46,49,50,53,56 і 64, якими гарантуються права громадян на працю, відпочинок, охорону здоров'я, медичну допомогу, страхування тощо.

Загалом правове і нормативне регулювання охорони праці здійснюється, крім Конституції України та Закону “Про охорону праці”, Кодексом законів про працю (КЗпП), який визначає правові засади і гарантії здійснення громадянами нашої держави правом розпоряджатися своїми здібностями до продуктивної і творчої праці, регулює трудові стосунки працівників усіх підприємств, установ *незалежно від форм власності, виду діяльності і галузевої належності*, та Законом України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» (від 23.09.1999 р. № 1105 - XIV). Крім глави XI (“Охорона праці”), у КЗпП ці питання містяться у главах “Трудовий договір”, “Робочий час”, “Час відпочинку”, “Праця жінок”, “Професійні спілки”, “Нагляд і контроль за дотриманням законо-

давства про працю". Є ряд інших нормативно-правових документів, які тісно переплітаються з Законом "Про охорону праці".

Закон України "Про підприємства в Україні" (ст. 25) визначає, що підприємство зобов'язане забезпечити своїм працівникам всі безпечні та нешкідливі умови праці й несе відповідальність у встановленому законодавством порядку за шкоду, заподіяну їх здоров'ю.

Законом України "Про колективні договори і угоди" (ст. 7) передбачено, що у колективному договорі встановлюються взаємні зобов'язання сторін щодо охорони праці, а ст. 8 визначає, що в угодах на державному, галузевому та регіональному рівнях регулюються основні принципи та норми реалізації соціально-економічної політики, зокрема щодо охорони праці.

Питання охорони праці та безпеки життєдіяльності закладені також у законах України "Про охорону навколишнього природного середовища" та "Основи законодавства України про охорону здоров'я".

*Охорона праці*, – наголошується в законі, – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Тут йдеться про охорону праці як соціальну категорію, як засіб збереження найціннішого – життя і здоров'я людини. Дія закону „Про охорону праці” поширюється на всі підприємства, установи й організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на усіх працюючих громадян України, а також на іноземців, які працюють на українських підприємствах.

Коли міжнародними договорами або угодами, в яких бере участь Україна, встановлено більш високі вимоги до охорони праці, ніж ті, що передбачено законодавством України, то застосовуються правила міжнародного договору або угоди.

Державна політика в галузі охорони праці базується на наступних принципах Закону (ст. 4):

- пріоритет життя та здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництва, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з

урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля;

- соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств і суб'єктів підприємницької діяльності, незалежно від форм власності та видів їх діяльності;

- адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;

- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на цілі, отримання яких не суперечить законодавству;

- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;

- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій та об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

Нормативна база, передбачена законодавством з охорони праці, включає вимоги до проектування виробничих об'єктів, їх функціонування колективного та індивідуального захисту працюючих, суворого контролю виробництв.

Законом передбачене широке впровадження економічних методів управління охороною праці на зміну адміністративно-командним.

Спеціальними законодавчими актами є нормативно-правові акти про охорону праці – правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання.

Перелік чинних в Україні нормативних документів з охорони праці наведено в "Державному реєстрі міжгалузевих актів про охорону праці", який діє з 1995 р. і включає близько 2000 нормативних актів (правил, норм, положень, інструкцій тощо), а також 350 міждержавних стандартів безпеки праці (ГОСТ ССБТ) і близько 40 державних стан-

дартів України (ДСТУ). Усі ці документи створюють єдине правове поле охорони праці в нашій державі.

Сьогодні широкого характеру набуває міжнародне співробітництво з охорони праці, особливо в рамках Міжнародної Організації Праці (МОП), яка зокрема опікується такими проблемами як використання дитячої праці, запобігання нещасним випадкам на виробництві, забезпечення роботи без аварій на хімічних підприємствах, рівності щодо умов праці різних категорій працівників, поширенням досвіду щодо створення безпечних умов праці у різних країнах тощо. Наприклад, Конвенція №115 стосується захисту працівників від іонізуючих радіацій, Конвенція №119 – про забезпечення машин захисними пристроями тощо. Вищим органом МОП є міжнародна конфедерація праці. Її ще називають Всесвітнім Парламентом праці. МОП у 1964 р. за свою діяльність отримала Нобелівську Премію Миру. До неї зараз входить 173 країни.

## 1.2. Гарантії прав громадян на охорону праці

У законі України про охорону праці закладені *гарантії прав громадян* на охорону праці. Це стосується передусім *трудового договору*, умов якого не можуть містити положень, які б суперечили законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці.

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Роботодавець не може пропонувати працівнику роботу, яка за медичним висновком йому протипоказана. *До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи лише за наявності висновку психофізіологічної експертизи.*

Згідно із Законом усі працівники підлягають загальнообов'язковому державному *соціальному страхуванню* від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричиняють втрату працездатності.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, для здоров'я людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля.

*Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не дотримується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку. Якщо ж за станом здоров'я працівник відповідно до медичного висновку потребує надання йому легшої роботи, роботодавець має перевести робітника за його згодою на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, а у разі потреби – встановити скорочений робочий день та організувати навчання для набуття ним іншої професії.*

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством.

Водночас передбачене безоплатне за існуючими нормами виділення спеціального одягу та взуття й інших засобів індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби.

Законом передбачене відшкодування шкоди у разі ушкодження здоров'я працівника або у разі його смерті.

Роботодавець несе відповідальність за заподіяну шкоду за наявності двох умов: якщо нещасний випадок стався з вини підприємства та коли каліцтво або інше ушкодження здоров'я зв'язане з виконуваною роботою. Розмір одноразової допомоги встановлюється колективним договором, якщо відповідно до медичного висновку у потерпілого встановлено *стійку втрату працездатності*.

Коли нещасний випадок стався з вини потерпілого, то розмір одноразової допомоги може бути зменшено в порядку, визначеним трудовим колективом за поданням роботодавця та профспілкового комітету підприємства, але не більше як на 50 %. Факт вини потерпілого визначає комісія з розслідування нещасного випадку.

Виплати сум, що належать потерпілому працівникові за період його тимчасової непрацездатності або в порядку відшкодування шкоди та одноразової допомоги проводяться із Фонду соціального страхування від нещасних випадків (ФССНВ) відповідно до Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного

випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”.

ФССНВ є некомерційною самоврядною організацією, що діє на підставі статуту, який затверджений її правлінням. Управління фондом базується на паритетній основі державою, представниками застрахованих осіб і роботодавців.

*Суб'єктами* страхування від нещасного випадку є застраховані громадяни (в окремих випадках члени їх сім'ї), страхувальники та страховик.

*Застрахованою* є особа, на користь якої здійснюється страхування, тобто працівник.

*Страхувальниками* є роботодавці, а в окремих випадках – застраховані особи.

*Страховик* – ФССНВ.

*Об'єктом* страхування від нещасного випадку є життя застрахованого, його здоров'я.

*Страховим випадком* є нещасний випадок на виробництві або професійне захворювання застрахованого, що спричинили професійно зумовлену фізичну чи психологічну травму за обставин, з настанням яких виникає право застрахованої особи на отримання матеріального забезпечення та його соціальних послуг.

Роботодавець може за рахунок власних коштів здійснювати потерпілим та членам їх сімей додаткові виплати відповідно до колективного чи трудового договору.

За працівником, який втратив працездатність у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням, *зберігаються місце роботи (посада) та середня заробітна плата на весь період до відновлення працездатності або до встановлення стійкої втрати професійної працездатності*. У разі неможливості виконання потерпілим попередньої роботи проводяться його навчання і перекваліфікація, а також працевлаштування відповідно до медичних рекомендацій.

Час перебування на інвалідності у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням *зараховується до стажу роботи для призначення пенсії за віком, а також до стажу роботи із шкідливими умовами, який дає право на призначення пенсії на пільгових умовах і в пільгових розмірах у порядку, встановленому законом*.

Якщо небезпечні або шкідливі умови праці призвели до моральної шкоди потерпілого, порушення його життєвого стану, роботодавець



проводить відшкодування моральної шкоди, яке можливе без втрати потерпілим працездатності.

Розмір відшкодування і розмір одноразових компенсацій, що сплачується потерпілому (або членам сім'ї та утриманцям померлого), не підлягають оподаткуванню.

Роботодавець зобов'язаний відшкодувати збитки, завдані порушенням вимог з охорони праці іншим юридичним, фізичним особам і державі, на загальних передбачених законом підставах. Це, зокрема, стосується відшкодування витрат на проведення робіт з рятування потерпілих під час аварій та ліквідації її наслідків, на розслідування і проведення експертизи причин аварії, нещасного випадку або професійного захворювання тощо.

### **1.3. Охорона праці жінок, неповнолітніх та інвалідів**

Законодавством України передбачені заходи, які забезпечують *охорону праці жінок, неповнолітніх та інвалідів*. Забороняється застосування їхньої праці на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах (крім нефізичних робіт або робіт, пов'язаних із санітарним та побутовим обслуговуванням), а також залучення жінок до підіймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми, відповідно до переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці.

Перелік важких робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці (понад 500 видів робіт у різноманітних галузях виробництва, на яких забороняється застосовувати працю жінок) затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 29 грудня 1993 р. № 256. Ця вимога Закону викликана тим, що важкі умови праці спричиняють збільшення в жінок кількості захворювань, які призводять до безплідності, несприятливого перебігу вагітності тощо.

*Праця вагітних жінок і жінок, які мають неповнолітню дитину, регулюється законодавством*. Відповідно до статті 178 Кодексу законів про працю передбачено переведення на легшу роботу вагітних жінок і жінок, які мають дітей до трьох років. Жінкам надаються відпустки по вагітності і пологам тривалістю 70 календарних днів до пологів і 56 календарних днів після пологів (ст. 179). Передбачені також перерви для годування дитини (ст. 183). Існують норми гранично допустимих навантажень для жінок при підйомі та переміщенні важких речей вручну (табл. 1.1).

## Граничні норми підймання та переміщення важких речей жінками

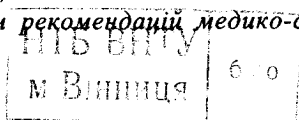
Характер роботи	Гранично допустима вага вантажу, кг
Підймання та переміщення вантажів при чергуванні з іншою роботою (до 2 разів на годину)	10
Підймання та переміщення вантажів постійно протягом робочої зміни	7
Сумарна вага вантажу, який переміщується протягом кожної години робочої зміни, не повинна перевищувати: з робочої поверхні з підлоги	350 175

Закон регламентує питання *охорони праці неповнолітніх (до 18 років)*. Він забороняє застосування праці неповнолітніх на важких роботах і на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами, на підземних роботах. Забороняється використовувати працю неповнолітніх на нічних, надурочних роботах та роботах у вихідні дні, а також для підймання та переміщення речей, маса яких перевищує встановлені граничні норми (наказ МОЗ України від 22.03.96 р. № 59). Передбачена скорочена тривалість робочого часу для цієї категорії працівників: віком від 16 до 18 років – 36 годин на тиждень, для осіб віком від 15 до 16 років – 24 години на тиждень. Щорічні відпустки неповнолітнім згідно статті 75 кодексу надаються в літній час або, за їх бажанням, в будь-яку іншу пору року тривалістю один календарний місяць.

Неповнолітні приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду.

Порядок трудового та професійного навчання професій, пов'язаних з важкими роботами і роботами зі шкідливими або небезпечними умовами праці, для неповнолітніх визначається положенням, яке затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

Законодавством також передбачено, що підприємства, які використовують працю інвалідів, зобов'язані створювати для них умови праці з урахуванням рекомендацій медико-соціальної експертної комісії та



*індивідуальних програм реабілітації, вживати додаткових заходів безпеки праці, які відповідають специфічним особливостям цієї категорії працівників.*

У випадках, передбачених законодавством, роботодавець зобов'язаний організувати навчання, перекваліфікацію та працевлаштування інвалідів відповідно до медичних рекомендацій.

Залучення інвалідів до надурочних робіт і робіт у нічний час можливе лише за їх згодою та за умови, що це не суперечить рекомендаціям медико-соціальної експертної комісії.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Коли був прийнятий Закон України про охорону праці?
2. Дайте визначення поняття "охорона праці".
3. Наведіть основні принципи державної політики в галузі охорони праці.
4. У чому полягає суть колективного договору в системі нормативного регулювання питань охорони праці?
5. Наведіть приклади основних гарантій прав громадян на охорону праці.
6. Якими пільгами користується працівник, зайнятий на роботах з важкими та шкідливими умовами?
7. Перелічіть гарантії відшкодування шкоди, заподіяної працівникові внаслідок ушкодження або у разі його смерті.
8. Які права працівника, що втратив працездатність у зв'язку з нещасним випадком?
9. Які заходи, передбачені законодавством України, забезпечують охорону праці жінок, неповнолітніх та інвалідів?

## ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 2.1. Державне управління охороною праці

Відповідно до Закону України “Про охорону праці” роль держави та її інститутів в охороні праці не зводиться лише до створення правових норм та адміністративного нагляду. Держава розробляє заходи, спрямовані на створення цілісної системи державного управління охороною життя та здоров’я людей на виробництві, організовує контроль за виконанням відповідних законодавчих і нормативних актів, координує діяльність центральних і місцевих органів виконавчої влади у цій сфері, ініціює розробку конкретних програм у галузі безпеки та гігієни праці, стежить за їх виконанням.

В Україні функціонує багаторівнева система управління охороною праці (СУОП), функціональними ланками якої є відповідні структури державної законодавчої та виконавчої влади різних рівнів, управлінські структури підприємств. СУОП включає трудові колективи, професійні спілки, добровільні громадські об’єднання працівників і спеціалістів з охорони праці.

Державне управління охороною праці відповідно до Закону “Про охорону праці” здійснюють такі органи:

1. Кабінет Міністрів України.
2. Спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (Державний департамент промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду Міністерства з надзвичайних ситуацій України (Держпромгірнагляд України)).
3. Міністерства та інші центральні органи виконавчої влади.
4. Рада міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

У свою чергу *Кабінет Міністрів України*:

- забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- подає на затвердження Верховною Радою України загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- спрямовує і координує діяльність міністерств, інших центральних органів виконавчої влади щодо створення безпечних і здорових умов праці та нагляду за охороною праці;

- встановлює єдину державну статистичну звітність з питань охорони праці.

Для координації діяльності органів державного управління охороною праці створена Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення, яку очолює віце-прем'єр-міністр України.

Рішення Держпромгір нагляду України, що належать до його компетенції, обов'язкові для виконання всіма міністерствами України, Радою Міністрів Республіки Крим, місцевими державними адміністраціями, місцевими органами самоврядування, юридичними та фізичними особами, які відповідно до законодавства використовують найману працю.

Органи державного управління охороною праці у встановленому порядку інформують населення України про реалізацію державної політики з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих чи регіональних програм з цих питань, про рівень і причини аварійності, виробничого травматизму і професійних захворювань, про виконання своїх рішень щодо охорони життя та здоров'я працівників.

Державну експертизу умов праці здійснює Міністерство праці й соціальної політики України, яке також визначає та здійснює контроль за якістю атестації робочих місць, бере участь у розробці нормативних актів з охорони праці. У міністерствах та інших центральних органах державної виконавчої влади створюються спеціальні служби охорони праці.

Місцеві державні адміністрації і органи місцевого самоврядування забезпечують реалізацію державної політики в галузі охорони праці, формують за участю профспілок місцеві програми заходів щодо поліпшення безпеки, гігієни праці та здорового виробничого середовища, здійснюють контроль за дотриманням нормативних актів про охорону праці. Для цього при місцевих органах державної виконавчої влади створюються відповідні структурні підрозділи.

Центром управління охороною праці на виробництві є підприємство. Саме тут в умовах конкретної виробничої діяльності забезпечується реалізація вимог законодавчих і нормативних актів з метою створення безпечних і нешкідливих умов праці, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань. Управлінські структури, які відповідають за забезпечення охорони праці, взаємодіють з комісією з питань охорони праці підприємства, профспілками та уповноваженими трудового колективу.

На державному рівні ведеться єдина державна статистична звітність з питань охорони праці, форма якої погоджується з Держпромгір-

наглядом України, професійними спілками та Фондом соціального страхування від нещасних випадків.

Відповідно до Закону «Про охорону праці» Держпромгірнагляд України:

- здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні, реалізує державну політику в цій галузі та контролює виконання функцій державним управлінням охороною праці міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування;
- розробляє за участю міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Фонду соціального страхування від нещасних випадків, всеукраїнських об'єднань роботодавців і профспілок загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;
- здійснює нормотворчу діяльність, розробляє та затверджує правила, норми, положення, інструкції та інші нормативно-правові акти з охорони праці або зміни до них;
- координує роботу міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності в галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- одержує безоплатно від міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, органів статистики, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності відомості та інформацію, необхідні для виконання покладених на нього завдань;
- бере участь у міжнародному співробітництві та в організації виконання міжнародних договорів, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, вивчає, узагальнює і поширює світовий досвід з цих питань, опрацьовує та подає у встановленому порядку пропозиції щодо удосконалення і поступового наближення чинного законодавства про охорону праці до відповідних міжнародних та європейських норм.

Рішення, прийняті Держпромгірнагляду України в межах його компетенції, є обов'язковими для виконання всіма міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, Радою міністрів Автономної Республіки Крим, місцевими державними адміністраціями, органами

*місцевого самоврядування, юридичними та фізичними особами, які відповідно до законодавства використовують найману працю.*

Рада Міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації і ради народних депутатів у межах відповідних територій:

- забезпечують виконання законів та реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- формують за участю представників профспілок, Фонду соціального страхування від нещасних випадків і забезпечують виконання цільових регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також заходів з охорони праці у складі програм соціально-економічного і культурного розвитку регіонів;
- забезпечують соціальний захист найманих працівників, зокрема зайнятих на роботах з шкідливими та небезпечними умовами праці;
- вживають заходів щодо проведення атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці;
- вносять пропозиції щодо створення регіональних (комунальних) аварійно-рятувальних служб для обслуговування відповідних територій та об'єктів комунальної власності;
- здійснюють контроль за додержанням суб'єктами підприємницької діяльності нормативно-правових актів про охорону праці.

У складі Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій для виконання зазначених функцій створюються структурні підрозділи з охорони праці, що діють згідно з типовим положенням, яке затверджується Кабінетом Міністрів України, а також на громадських засадах – ради з питань безпечної життєдіяльності населення.

Органи місцевого самоврядування у межах своєї компетенції:

- затверджують цільові регіональні програми поліпшення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища, а також заходи з охорони праці у складі програм соціально-економічного та культурного розвитку регіонів;
- приймають рішення щодо створення комунальних аварійно-рятувальних служб для обслуговування відповідних територій та об'єктів комунальної власності.

Виконавчі органи сільських, селищних, міських рад забезпечують належне утримання, ефективну та безпечну експлуатацію об'єктів житлово-комунального господарства, побутового, торговельного обслуговування, транспорту і зв'язку, що перебувають у комунальній власності відповідних територіальних громад, додержання вимог щодо охорони праці працівників, зайнятих на цих об'єктах.

## 2.2. Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці

Для забезпечення виконання вимог законодавчих і нормативних актів з охорони праці в Україні створена система державного нагляду та відомчого й громадського контролю (рис. 2.1).

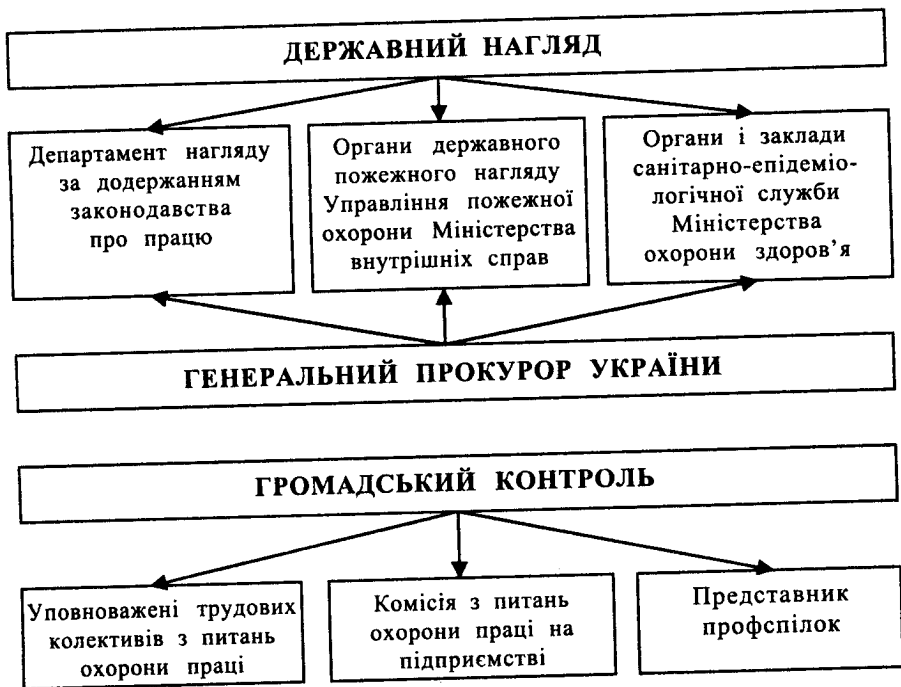


Рис. 2.1. Державний нагляд і громадський контроль за станом охорони праці

Державний нагляд за додержанням законодавчих та інших нормативних актів з охорони праці здійснюють:

- Державний комітет України по нагляду за охороною праці;
- Державний комітет України з ядерної та радіаційної безпеки;
- органи державного пожежного нагляду управління пожежної охорони Міністерства з надзвичайних ситуацій України;
- органи СЕС МОЗ України.

Держпромгірнагляд України забезпечує проведення державної експертизи умов праці із залученням служб санітарного епідеміоло-



гічного нагляду, визначає порядок та здійснює контроль за якістю проведення атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативно-правовим актам з охорони праці.

Посадові особи Держпромгірнагляду мають право:

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва, фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та здійснювати в присутності роботодавця або його представника перевірку додержання законодавства з питань, віднесених до їх компетенції;
- одержувати від роботодавця і посадових осіб письмові чи усні пояснення, висновки експертних обстежень, аудитів, матеріали та інформацію з відповідних питань, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;
- видавати в установленому порядку роботодавцям, керівникам та іншим посадовим особам юридичних і фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, міністерствам та іншим центральним органам виконавчої влади, Раді міністрів Автономної Республіки Крим, місцевим державним адміністраціям та органам місцевого самоврядування обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і недоліків в галузі охорони праці, охорони надр, безпечної експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки;
- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію підприємств, окремих виробництв, цехів, дільниць, робочих місць, будівель, споруд, приміщень, випуск та експлуатацію машин, механізмів, устаткування, транспортних та інших засобів праці, виконання певних робіт, застосування нових небезпечних речовин, реалізацію продукції, а також скасовувати або припиняти дію виданих ними дозволів і ліцензій до усунення порушень, які створюють загрозу життю працюючих;
- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства з охорони праці;
- надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих посадових осіб займаній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Рішення посадових осіб Держпромгірнагляд України за необхідності обґрунтовуються результатами роботи та висновками експертно-технічних центрів, дослідних, випробувальних лабораторій та інших під-

розділів (груп) технічної підтримки, що функціонують у складі органів державного нагляду за охороною праці відповідно до завдань інспекційної служби або створюються і діють згідно із законодавством як незалежні експертні організації. Наукова підтримка наглядової діяльності здійснюється відповідними науково-дослідними установами.

Посадові особи Держпромгірнагляд України є державними службовцями і на них поширюється дія Закону України “Про державну службу”. Вони несуть відповідальність згідно із законом за виконання покладених на них обов’язків і мають право носити формений одяг, зразки якого затверджуються Кабінетом Міністрів України.

Громадський контроль за дотриманням законодавства з охорони праці здійснюють професійні спілки, їх об’єднання в особі своїх виборних органів і представників.

Представники громадського контролю турбуються про створення безпечних і нешкідливих умов праці, належних виробничих та санітарно-побутових умов, забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту. У разі загрози життю або здоров’ю працівників професійні спілки мають право вимагати від роботодавця негайного припинення робіт на робочих місцях, виробничих дільницях, у цехах та інших структурних підрозділах або на підприємствах чи виробництвах фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, в цілому на період, необхідний для усунення загрози життю або здоров’ю працівників.

Професійні спілки здійснюють проведення незалежної експертизи умов праці, а також об’єктів виробничого призначення, що проєктуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх нормативно-правовим актам про охорону праці, беруть участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві та надають свої висновки про них, вносять роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та одержують від них аргументовану відповідь.

У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці здійснюють *уповноважені найманими працівниками особи*, які мають право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог щодо охорони праці і вносити обов’язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень нормативно-правових актів з безпеки та гігієни праці. Для виконання цих обов’язків роботодавець за свій рахунок організовує навчання цієї особи та забезпечує її необ-

хідними засобами. Не можуть бути ущемлені будь-які законні інтереси працівників у зв'язку з виконанням ними обов'язків уповноважених. Їх звільнення або притягнення до дисциплінарної чи матеріальної відповідальності здійснюється лише за згодою найманих працівників у порядку, визначеному колективним договором.

Якщо уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці вважають, що профілактичні заходи, вжиті роботодавцем, є недостатніми, вони можуть звернутися за допомогою до органу державного нагляду за охороною праці. Уповноважені також мають право брати участь і вносити відповідні пропозиції під час інспекційних перевірок підприємств чи виробництв фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю.

За порушення законодавства про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці юридичні та фізичні особи, які відповідно до законодавства використовують найману працю, притягаються органами державного нагляду за охороною праці до *сплати штрафу* у порядку, встановленому законом. Максимальний розмір штрафу не може перевищувати п'яти відсотків місячного фонду заробітної плати юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю. Несплата юридичними чи фізичними особами, які відповідно до законодавства використовують найману працю, штрафу тягне за собою нарахування на суму штрафу пені у розмірі двох відсотків за кожний день прострочення.

Застосування штрафних санкцій до посадових осіб і працівників за порушення законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці здійснюється відповідно до Кодексу України про адміністративні правопорушення. Особи, на яких накладено штраф, вносять його в касу підприємства.

Рішення про стягнення штрафу може бути оскаржено в місячний термін у судовому порядку. Кошти від застосування штрафних санкцій до юридичних чи фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, посадових осіб і працівників, зараховуються до Державного бюджету України.

За порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, а також представників профспілок, їх організацій та об'єднань винні особи притягаються згідно із законом до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності.

### 2.3. Нормативно-правові документи з охорони праці

*Нормативно-правовий акт* – це офіційний документ компетентного органу державної влади, яким встановлюють загальнообов'язкові правила (норми). Законом України «Про охорону праці» визначено, що нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП) – правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові для виконання.

НПАОП можуть переглядатися в міру впровадження досягнень науки і техніки, які сприяють поліпшенню безпеки праці та виробничого середовища.

Ці нормативні документи можуть стосуватися як однієї галузі (галузеві), так і кількох галузей (міжгалузеві). *Нормативно-правові акти є обов'язковими для виконання.*

Розроблення та прийняття нових нормативно-правових актів, а також перегляд і скасування чинних проводяться спеціально уповноваженим органом виконавчої влади за участю профспілок і Фонду соціального страхування від нещасних випадків та за погодження з органами державного нагляду за охороною праці.

Санітарні правила та норми затверджуються спеціально уповноваженим органом виконавчої влади у галузі охорони здоров'я. Стандарти, технічні умови та інші документи на засоби праці й технологічні процеси мають включати вимоги щодо охорони праці та погоджуватися з органами державного нагляду за охороною праці.

Дія нормативно-правового акту з охорони праці може бути припинена у разі неможливості повного усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я умов праці.

Нормативно-правові акти з охорони праці поширюються на сферу трудового і професійного навчання. До учнів і студентів, які проходять трудове і професійне навчання (виробничу практику) на підприємствах під керівництвом їх персоналу, застосовується законодавство про охорону праці у такому ж порядку, що й до працівників підприємства.

Галузеві документи розробляються і затверджуються у встановленому порядку установами цієї галузі разом або з погодженням із профспілками. Міжгалузеві нормативні документи регламентують умови праці робіт, виробництв або типів обладнання, які є в різних галузях («Правила монтажу та безпечної експлуатації ліфтів», «Правила безпеки при виконанні розвантажувальних робіт» тощо).

На підприємствах для створення безпечних умов праці на конкретних робочих місцях застосовують спеціальні інструкції, які поділя-

ються на типові (для галузі) та для працюючих на даному підприємстві. Їх розробляють як для робітників окремих професій (слюсар, електрик тощо), так і для окремих робіт (ремонтні, монтажні, налагоджувальні тощо).

Нормативно-технічною базою охорони праці є державні нормативні акти з охорони праці (НПАОП). Це акт загальнодержавного користування і є основою системи управління охороною праці в галузі (СУОПГ). Дія НПАОП поширюється на підприємства, установи, організації незалежно від їх форм власності, що відносяться до певної галузі. Вони можуть затверджуватись Кабінетом Міністрів України, Держпромгірнаглядом України, відповідними міністерствами та відомствами за погодженням з Держпромгірнаглядом.

Для упорядкування цієї роботи ведеться державний реєстр нормативних актів про охорону праці, де кожному нормативному акту присвоюється відповідний код – для можливості машинного обліку і зручності користування цими документами.

Кодове позначення складається з абrevіатури НПАОП і трьох груп цифр:

НПАОП ХХ. Х–Х. ХХ–ХХ (далі йде повна назва нормативно-правового акту).

Перша група цифр (ХХ. Х) вказує вид економічної діяльності, на який поширюється цей документ, – розділ (перші дві цифри) і група (третья цифра) відповідно до Державного класифікатора України ДК 009-96 «Класифікація видів економічної діяльності (КВЕД)». Якщо НПАОП поширюється на всі або декілька видів економічної діяльності, у коді зазначається 00. 0.

У другій групі цифр (Х. ХХ) – перша цифра означає вид нормативного акта (1 – правила, 2 – переліки, 3 – норми, 4 – положення, 5 – інструкції, 6 – порядки, 7 – інші документи), дві наступні – порядковий номер нормативного акта в межах даного виду в порядку реєстрації.

Останнє двозначне число (ХХ) – рік затвердження нормативного акта.

Серед НПАОП особливе місце посідають Державні стандарти України з питань безпеки праці (ДСТУ), які почали розроблятися з 1992 року і до державного реєстру міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці включено 39 ДСТУ.

Чимало стандартів з безпеки праці належать до групи “Міжнародні стандарти безпеки праці”, які були прийняті ще за часів колишнього Радянського Союзу. В Держреєстрі вони подаються в такому вигляді:

ГОСТ 12. Х. ХХХ – ХХ. ССБТ

У наведеному вище кодї цифра 12 означає, що норматив належить до системи стандартів “безпека праці – ССБТ”. Подальші три цифри (XXX) визначають порядковий номер даного ГОСТу в групі за реєстрацією, а дві останні – рік видання.

Документи, що належать до державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці базуються на останніх досягненнях науки, техніки та практичного досвіду.

Повний перелік чинних в Україні нормативних документів з охорони праці подано в «Державному реєстрі нормативно-правових актів про охорону праці», який діє з 1995 р. Він включає 2000 нормативних актів.

## 2.4. Охорона праці на підприємстві

Згідно із Законом України “Про охорону праці” роботодавець зобов’язаний забезпечити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також домогтися дотримання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Для функціонування системи управління охороною праці на виробництві роботодавець:

- створює відповідні служби та призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов’язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх дотримання;

- розробляє за участю сторін колективний договір і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;

- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

- усуває причини, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань та здійснює профілактичні заходи, визначені комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нор-

мативно-правовим актам з охорони праці згідно порядку і строків, що визначаються законодавством, а за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі – акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;

- здійснює контроль за дотримання працівниками технологічних процесів, правил поведіння з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Водночас Законом передбачені й обов'язки працівника щодо дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці. Зокрема він повинен:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведіння з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець *створює службу охорони праці* відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань нагляду за охороною праці.

Роботодавець призначає посадових осіб для вирішення конкретних питань з охорони праці, розробляє за участю профспілок комплексні заходи для встановлення нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології та засоби автоматизації, забезпечує усунення причин аварій, нещасних випадків та професійних захворювань, організовує атестацію робочих місць. Він також особисто затверджує положення, інструкції і інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства, здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, використання засобів індивідуального захисту, організовує пропаганду безпечних прийомів праці.

На підприємствах (у виробничих або науково-виробничих об'єднаннях) при чисельності працівників від 51 до 500 осіб включно (невиробнича сфера від 101 до 500) службу охорони праці має представляти один спеціаліст. На підприємствах, де використовуються вибухові матеріали чи сильно діючі отруйні речовини, в такій службі має бути два спеціалісти.

Розрахунок чисельності працівників служби охорони праці на підприємствах з числом працівників понад 500 осіб здійснюється за формулою:

$$M_1 = 2 + \frac{P_{\text{ср}} \cdot K_{\text{в}}}{\Phi},$$

де  $M_1$  – чисельний склад служби охорони праці на підприємстві;  $P_{\text{ср}}$  – середньоспискова чисельність працівників підприємства;  $\Phi$  – ефективний річний фонд робочого часу спеціалістів з охорони праці, що дорівнює 1 820 годинам і враховує витрати робочого часу на можливі хвороби, відпустку тощо;  $K_{\text{в}}$  – коефіцієнт, що враховує шкідливість та небезпечність виробництва:

$$K_{\text{в}} = \frac{P_{\text{в}} + P_{\text{д}}}{P_{\text{ср}}},$$

де  $P_{\text{в}}$  – чисельність тих, які працюють зі шкідливими речовинами незалежно від рівня їх концентрації;  $P_{\text{д}}$  – чисельність людей, які працюють на роботах підвищеної небезпеки (що підлягають щорічній атестації з охорони праці).

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для цієї справи можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.



Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Спеціалісти служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;

- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

- зупиняти роботу виробництва, дільниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Для забезпечення пропорційної участі працівників у вирішенні будь-яких питань безпеки, гігієни праці та охорони виробничого середовища за рішенням трудового колективу може *створюватися комісія з питань охорони праці*. Вона складається з представників роботодавця та професійної спілки, а також уповноваженої найманими працівниками особи, спеціалістів з безпеки, гігієни праці та інших служб підприємства відповідно до типового положення, що затверджується Держпромгірнагляду України.

Рішення комісії мають *рекомендаційний характер*.

Роботодавець зобов'язаний за свої кошти забезпечити фінансування та організувати проведення попереднього (під час прийняття на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) *медичних оглядів працівників*, зайнятих на важких роботах, роботах з шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі. Щорічний обов'язковий медичний огляд передбачений для осіб віком до 21 року.

За результатами періодичних медичних оглядів у разі потреби роботодавець має забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів. Медичні огляди проводяться відповідними закладами охорони здоров'я, працівники яких несуть відповідальність згідно із законодавством за відповідність медичного висновку фактичному стану здоров'я працівника. Порядок проведення медичних оглядів визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади в галузі охорони здоров'я.

Роботодавцю надається право в установленому законом порядку притягувати працівника, який ухиляється від проходження обов'язкового медичного огляду, до дисциплінарної відповідальності, а також відсторонити його від роботи без збереження заробітної плати.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити за свій рахунок позачерговий медичний огляд працівників:

- за заявою працівника, якщо він вважає, що погіршення стану його здоров'я пов'язане з умовами праці;
- за своєю ініціативою, якщо стан здоров'я працівника не дає змоги йому виконувати свої трудові обов'язки.

За час проходження медичного огляду за працівниками зберігаються місце роботи (посада) і середній заробіток.

## **2.5. Управління та нагляд за охороною праці на підприємстві**

Підсистема управління охороною праці на підприємстві (СУОП) є складовою системи управління охороною праці в галузі (СУОПГ).

Основними *принципами* управління охороною праці, які базуються на принципах теорії управління, є:

- системність;
- оптимальність;
- динамічність;
- наступність;
- стандартизація.

*Системність* забезпечує поєднання розрізаних заходів з безпеки праці в єдину систему дій на всіх рівнях управління.

Принцип *оптимальності* лежить в основі створення стандартів і закладених в основу СУОП заходів безпеки праці. *Динамізм* в справі організації праці проявляється в постійній узгодженості заходів з охорони праці з різними виробничими ситуаціями, які можуть негативно впливати на безпеку праці. *Наступність* в організації праці забезпечує накопичення досвіду і його ефективного використання.

*Стандартизація* передбачає встановлення єдиних норм і вимог для безпечної праці.

До основних *функцій* управління охороною праці належать:

- організація та координація роботи в галузі охорони праці;
- планування та прогнозування;
- контроль за станом охорони праці та функціонування СУОП;
- облік, аналіз та оцінка показників стану охорони праці;
- стимулювання діяльності з охорони праці та розробка й формування переліку управлінських впливів.

Одним з головних завдань керівництва підприємства є створення стрункої *системи управління* охороною праці, яка складається з об'єкта управління, інформаційно-контрольних зв'язків та керуючого органу.

До керуючого органу належить:

- служба охорони праці;
- керівники структурних підрозділів всіх рівнів підприємства.

Організація та координація робіт у галузі охорони праці передбачає формування системи управління охороною праці, встановлення обов'язків та порядку взаємодії осіб, які беруть участь в управлінні, а також в прийнятті та реалізації управлінських рішень.

Управління охороною праці відбувається шляхом збору та оцінки інформації, виявлення відхилень від встановлення вимог і здійснення керуючих впливів на об'єкт управління.

Планування робіт з охорони праці включає визначення завдань підрозділам і службам.

Контроль за станом охорони праці має бути спрямований на перевірку стану умов праці, виявлення відхилень від вимог стандартів, норм та правил з охорони праці, перевірку виконання службами та підрозділами своїх обов'язків у галузі охорони праці та прийняття ефективних заходів щодо ліквідації виявлених недоліків.

Основою для розробки та прийняття управлінських рішень керівниками всіх рівнів є облік, аналіз та оцінка показників стану охорони праці, функціонування СУОП.

Таким чином служба охорони праці:

- розробляє ефективну цілісну систему управління охороною праці;
- проводить оперативно-методичне керівництво охороною праці;
- разом зі структурними підрозділами розробляє комплексні заходи щодо забезпечення встановлених нормативів умов праці;
- проводить вступний інструктаж з особами, що приймаються на роботу;

- забезпечує всіх працюючих правилами, нормами, інструкціями тощо;

- організовує проведення паспортизації цехів, дільниць, робочих місць щодо відповідності їх вимогам охорони праці;

- веде облік та аналіз нещасних випадків, профзахворювань, хвороб, а також збитків від них;

- готує статистичні звіти з охорони праці;

- веде пропаганду охорони праці;

- бере участь у розслідуванні нещасних випадків та хвороб.

Служба охорони праці виконує контрольні функції і стежить за:

- дотриманням на підприємстві чинного законодавства;

- виконанням приписів органів державного нагляду;

- своєчасним проведенням навчання та інструктажів;

- забезпеченням працюючих засобами індивідуального захисту та спецхарчуванням;

- своєчасним проведенням медоглядів;

- виконанням заходів, наказів і розпоряджень з охорони праці.

Працівники служби охорони праці мають право:

- відвідати та перевірити будь-яке робоче місце;

- одержати від посадових осіб пояснення щодо питань охорони праці;

- перевіряти стан безпеки праці;

- вимагати від посадових осіб відсторонення від роботи працівників, що не пройшли медогляд, навчання, інструктаж тощо;

- робити подання керівнику підприємства щодо притягнення до відповідальності працівника, винного в порушенні правил безпеки.

Як вже згадувалося, на підприємствах з кількістю 50 і більше працівників, рішенням трудового колективу може створюватися *комісія з питань охорони праці*, яка є постійно діючим консультативно-дорадчим органом трудового колективу та власника підприємства або уповноваженого ним органу.

Головне завдання комісії – залучення представників роботодавця та трудового колективу до співробітництва в галузі управління охороною праці на підприємстві, узгодженого вирішення питань у справі створення безпечних умов праці, зокрема:

- захист законних прав та інтересів працівників з питань охорони праці;

- підготовка власнику підприємства рекомендацій щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань;

- опрацювання рекомендацій щодо включення до колективного договору питань з охорони праці та використання коштів на охорону праці.

На підприємствах з кількістю понад 250 працюючих і більше має бути кабінет з охорони праці.

Служба охорони праці створюється також у вищих органах управління підприємствами – концернах, корпораціях, міністерствах.

Органи охорони праці координують свою діяльність (рис. 2.1) з органами *пожежної охорони Міністерства з надзвичайних ситуацій України*, які згідно з Законом України “Про пожежну безпеку”, виконують організаційні, контрольні та адміністративні функції. *Організаційні* функції полягають у правильній організації та розташуванні пожежних частин і команд, розробці протипожежних норм і правил, проведенні роз’яснювальної роботи серед населення. *Контрольні* функції полягають у нагляді за дотриманням протипожежних норм і правил під час проектування, будівництва та експлуатації підприємств.

Виконуючи адміністративні функції пожежні інспектори мають право:

- контролювати стан протипожежної профілактики;
- давати обґрунтовані приписи з виявлених недоліків, обов’язкові для виконання адміністрацією;
- вимагати від адміністрації будь-яку документацію стосовно стану пожежної безпеки;
- накладати адміністративні стягнення за порушення вимог протипожежних правил;
- у разі небезпеки виникнення пожежі – зупиняти роботу машин, дільниць, підприємств.

Органи держнагляду за охороною праці тісно співпрацюють з *органами санітарно-епідеміологічного нагляду*, які перебувають у структурі Міністерства охорони здоров’я України, і свою роботу здійснюють через районні, міські та обласні санітарно-епідеміологічні станції, до штату яких входять санітарні інспектори.

Органи санепідемнагляду беруть участь в узгодженні проектів будівництва та реконструкцій підприємств щодо питань гігієни та виробничої санітарії, у роботі комісій по введенню в дію нових виробничих об’єктів. Вони наділені правами:

- забороняти експлуатацію, яка не відповідає нормам виробничої санітарії;
- забороняти використання шкідливих речовин;
- вимагати негайної госпіталізації інфекційних хворих;

- регулярно проводити обстеження на підконтрольних підприємствах.

Посадові особи санепідемстанцій мають право накладати адміністративні стягнення або надсилати подання прокурору про порушення кримінальної справи на осіб за грубе порушення санітарних правил.

В свою чергу *прокуратура* здійснює вищий нагляд за дотриманням всіх чинних у державі законів, у тому числі й з охорони праці. Вищий нагляд полягає у тому, що прокуратура має право контролювати інші державні контролюючі органи щодо їхньої дії згідно з чинним законодавством.

## 2.6. Організація навчання з охорони праці

Запорукою у справі налагодження безпечної праці є організація навчання з питань охорони праці, яке проводиться відповідно до Закону України „Про охорону праці”, згідно з яким Державний комітет України з нагляду та охорони праці наказом від 04.04.94 р. №30 затвердив „Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників із охорони праці”. Затверджені пізніше накази (№ 2717 від 02. 1999 р. та № 15 від 26. 01. 2005 р.) вдосконалюють попереднє положення. Наприклад, в останньому наказі йдеться про те, що керівники підрозділів, які відповідають за безпеку праці, здають екзамен з охорони праці не на своєму підприємстві, а в галузевих навчальних центрах, які мають дозвіл на таке навчання.

Згідно з цим положенням, навчання, перевірка знань та проведення інструктажів з питань охорони праці організовується для всіх працівників при прийнятті на роботу та в процесі роботи, а також при переведенні працівників на іншу роботу на тому ж підприємстві. Роботодавець розробляє та затверджує відповідні положення з охорони праці, щорічні плани-графіки навчання та перевірки знань.

Визначено такі форми навчання:

- інструктажі;
- технічні матеріали;
- курсове навчання;
- спеціальне навчання та перевірка знань;
- перевірка знань посадових осіб;
- підвищення кваліфікації;
- навчання студентів і учнів навчальних закладів.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяють на:

- вступний;
- первинний;
- повторний;
- позаплановий;
- цільовий.

Вступний інструктаж проводить інженер з охорони праці або особа, на яку покладені його обов'язки. Інструктажі на підприємствах проводять в кабінетах охорони праці або в спеціально відведеному приміщенні за програмою, що складена з урахуванням особливостей підприємства. Інструктажі проводяться також працівниками (з одним або з групою), що прибули у відрядження та студентами і учнями скерованими на виробничу практику. Запис про проведення інструктажів вноситься в спеціальний журнал (табл. 2.1).

У вступному інструктажі дається: роз'яснення значення виробничої трудової дисципліни; проводиться ознайомлення з характером, умовами та безпекою майбутньої роботи; основними положеннями законодавства про працю; правилами внутрішнього трудового розпорядку; основними правилами електробезпеки; порядком складання актів про нещасний випадок; порядком надання першої допомоги потерпілому; загальними вимогами до організації та утримання робочих місць; правилами особистої гігієни та виробничої санітарії; призначенням і використання засобів індивідуального захисту, спецодягу та спецвзуття; з основними вимогами пожежної безпеки.

Таблиця 2.1

### Форма журналу вступного інструктажу

№ п/п	Дата проведення інструктажу	Прізвище, ім'я та по-батькові інструктованого	Фах, посада інструктованого	Під-розділ	Прізвище, ім'я та по-батькові інструктующого	Підпис	
						Інструктованого	Інструктующого
1	2	3	4	5	6	7	8

Журнал вступного інструктажу з охорони праці має бути пронумерований, пронумерований і скріплений печаткою. Зберігається він у інженера з охорони праці.

*Первинний інструктаж* на робочому місці проводиться з ново-прийнятими працівниками на робочому місці до початку роботи, а також з працівниками, переведеними з іншого цеху або при виконанні

нової роботи, відрядженими на це підприємство, які беруть безпосередню участь у виробничому процесі, та інженерно-технічними працівниками підприємства. Такий інструктаж проводять також студентам, що проходять виробничу практику.

Інструктаж на робочому місці проводять за інструкцією для даного виду робіт або за програмою, складеною керівником підрозділу і погодженою з службою охорони праці підприємства, керівники (майстри) структурних підрозділів, на невеликих підприємствах інструктаж проводять безпосередньо керівники.

Після первинного інструктажу на робочому місці всі працівники протягом 2–15 змін (залежно від характеру праці та кваліфікації робітника) мають пройти стажування під керівництвом досвідчених кваліфікованих робітників або спеціалістів, призначених наказом або розпорядженням керівника (цеху, дільниці, виробництва).

*Повторний інструктаж* на робочому місці повинні проходити всі працівники, незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи: за умов роботи з *підвищеною небезпекою* – один раз на квартал; на інших роботах – один раз за півріччя. Його проводять за програмою первинного інструктажу індивідуально або з групою працівників однієї професії чи бригади за інструкцією даної професії (посади).

*Позаплановий інструктаж* проводиться у разі:

- введення нових правил або внесення в них змін;
- при зміні технології чи устаткування;
- при порушенні працівником техніки безпеки;
- на вимогу працівників державного нагляду, якщо виявлене недостатнє знання;
- при перерві у роботі понад 30 днів для працюючих з *підвищеною небезпекою*;
- для решти робіт – у випадку перерви понад 60 днів.

*Цільовий інструктаж* проводять з працівниками перед виконанням разових робіт, не пов'язаних з безпосередніми функціональними обов'язками (вантажувально-розвантажувальні роботи, прибирання території від будівельного сміття тощо). Для виконання подібних робіт оформляється наряд-допуск.

Усі інструктажі, окрім вступного, проводить безпосередньо керівник робіт з наступним опитуванням проінструктованого та відповідним записом у журналі інструктажу на робочому місці.

Навчання посадових осіб згідно з переліком проводиться відповідно до ДНАОП 0.00-8.04-93 "Перелік посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню та періодичну перевірку знань з охорони праці"



на початку виконання своїх обов'язків, а також періодично – один раз на три роки. У разі виявлення незадовільних знань працівники повинні пройти повторну підготовку.

Щоб забезпечити високий рівень організації охорони праці, необхідно проводити пропаганду безпечної праці з використанням лекційних курсів, тематичних кінофільмів, плакатів. Сучасна комп'ютеризація дає змогу організовувати комп'ютерні ігри з використанням різноманітного ситуаційного матеріалу.

Вивчення основ охорони праці, а також підготовка та підвищення кваліфікації спеціалістів з охорони праці з урахуванням особливостей виробництва відповідних об'єктів економіки забезпечуються Міністерствами та наукою України в усіх навчальних закладах за програмами, погодженими із Держпромгірнаглядом України.

## **2.7 Фінансування охорони праці**

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих і регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається *(водночас з іншими джерелами) фінансування визначене законодавством, у державному і місцевих бюджетах, що виділяються окремим рядком.*

Для підприємств незалежно від форм власності або фізичних осіб, які використовують найману працю, *витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 % від суми реалізованої продукції.*

На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 % від фонду оплати праці.

Суми витрат з охорони праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів і засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

## **2.8. Дотримання вимог щодо охорони праці в процесі проектування та будівництва**

Велике значення для попередження умов, які призводять до загрози здоров'ю і життю людей, є *дотримання вимог щодо охорони праці під*

*час проектування, будівництва (виготовлення) та реконструкції підприємств, об'єктів і засобів виробництва. Виробничі будівлі, споруди, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію після будівництва (виготовлення) або реконструкції, капітального ремонту тощо, та технологічні процеси повинні відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.*

Проектування виробничих об'єктів та розроблення нових технологій, засобів виробництва та колективного й індивідуального захисту працюючих має проводитися з урахуванням вимог щодо охорони праці. Не допускається будівництво, реконструкція, технічне переоснащення тощо виробничих об'єктів, інженерних інфраструктур об'єктів соціально-культурного призначення, виготовлення і впровадження нових для даного підприємства технологій і зазначених засобів без попередньої експертизи робочого проекту або робочої документації на їх відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці. Фінансування цих робіт може проводитися лише після одержання позитивних результатів експертизи.

Експертиза проектів, реєстрація, огляди, випробування тощо виробничих об'єктів, інженерних інфраструктур об'єктів соціально-культурного призначення, прийняття їх в експлуатацію проводяться у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України. Якщо роботодавець не одержав зазначеного дозволу, місцевий орган виконавчої влади або орган місцевого самоврядування, за поданням спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці *вживає заходів до скасування державної реєстрації цього підприємства у встановленому законом порядку за умови, якщо протягом місяця від часу виявлення вказаних недоліків роботодавець не провів належних заходів з їх усунення.*

Технологічні процеси, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, хімічні речовини і їх сполуки та інша небезпечна продукція, придбані за кордоном, допускаються в експлуатацію (до застосування) лише за умови проведення експертизи на відповідність їх нормативно-правовим актам з охорони праці, що чинні на території України.

Прийняття в експлуатацію нових і реконструйованих виробничих об'єктів проводиться за участю представників професійних спілок. Не допускається застосування у виробництві шкідливих речовин у разі відсутності їх гігієнічної регламентації та державної реєстрації.

## 2.9. Міжнародна співпраця в галузі охорони праці

Міжнародне співробітництво в галузі охорони праці полягає у вивченні, узагальненні та впровадженні світового досвіду в створення безпечних умов праці, у виконанні державних договорів і угод з цих питань, проведенні науково-практичних конференцій та семінарів з охорони праці. Серед міжнародних договорів, якими регулюються трудові відносини, належить конвенція Міжнародної організації праці (МОП), якою передбачена реалізація рекомендацій, скерованих на попередження негативних процесів у цій життєво важливій галузі суспільної діяльності.

Головними напрямками в діяльності МОП можна назвати: виконання дитячої праці, запобігання нещасних випадків на виробництві, забезпечення безаварійної діяльності хімічних підприємств, рівності щодо умов праці різних категорій робітників, досвід створення безпечних умов у різних країнах тощо.

Якщо розглянути зміст конвенцій, прийнятих МОП, то значна частина їх спрямована на вдосконалення охорони праці. Зокрема це стосується конвенцій № 115 – про захист працівників від іонізуючої радіації; № 12 – про гігієну праці в торгівлі та установах, № 32 – про захист працівників від нещасних випадків під час завантаження чи розвантаження суден; № 119 – про забезпечення машин захисними пристроями тощо.

### *Контрольні запитання та завдання*

1. У чому полягає багаторівнева система управління охороною праці (СУОП)?
2. Як побудована система державного нагляду за охороною праці?
3. Які обов'язки власника підприємства в галузі охорони праці?
4. Наведіть обов'язки працівника в галузі охорони праці.
5. У чому полягають функції і права служби охорони праці та кому вона підпорядковується?
6. Яке призначення комісії з охорони праці?
7. Якими правами користуються спеціалісти служби охорони праці?
8. Розкажіть про порядок проведення медичних оглядів працюючих.
9. За яких умов проводяться позачергові медичні огляди?
10. Назвіть та охарактеризуйте форми навчання з охорони праці.

11. Як розподіляються інструктажі з охорони праці за характером і часом проведення?
12. В якому порядку проводиться облік інструктажів з охорони праці?
13. Коли проводиться необхідний позаплановий інструктаж з охорони праці?
14. Скільки становлять витрати на охорону праці для підприємств з бюджетною і позабюджетною формою власності?
15. Який порядок фінансування охорони праці?
16. Наведіть вимоги з охорони праці на етапі проектної розробки.
17. В чому полягає міжнародне співробітництво в галузі охорони праці?

## ВИРОБНИЧИЙ ТРАВМАТИЗМ І ПРОФЕСІЙНІ ЗАХВОРЮВАННЯ

### 3.1. Нещасні випадки на виробництві та їх наслідки

Сучасне виробництво, в якому взаємодіють машини, механізми, технологічні процеси й люди, на жаль, не може бути цілком безпечним і нешкідливим. Тому травматизм на виробництві не випадково почали прирівнювати до національного лиха.

За даними МОП, щороку в світі налічують близько 125 млн нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, в тому числі 10 млн з тяжкими і 220 тис. зі смертельними наслідками. Щороку реєструється близько 60 – 150 млн випадків захворювань, пов'язаних з працею, 60 млн працівників піддаються впливу канцерогенних речовин, 500 млн працівників непрацездатні з причин невідповідності умов і стану безпеки праці та санітарним вимогам. Статистика травматизму в Україні наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

#### Статистика травматизму в Україні

Рік	Травмовано, осіб	
	всього	у тому числі зі смертельними наслідками
1994	90000	2439
1995	78000	2195
1996	65000	1900
1997	52000	1646
1998	47000	1552
1999	41000	1388
2001	33941	1378
2002	26102	1285

На підприємствах, установах і організаціях України усіх форм власності щоденно травмується понад 200 працівників, в тому числі 30 стають інвалідами і 5 – 6 одержують травми зі смертельними наслідками.

Отже, що таке нещасний випадок, який стає причиною травматизму? *Нещасний випадок* – це випадок, який стався з людиною із-за непередбачених обставин та умов, внаслідок чого була завдана шкода здоров'ю людини або наступила смерть потерпілого. Нещасний випадок на виробництві пов'язується з дією небезпечного виробничого фактора. Нещасні випадки поділяють за *тяжкістю, кількістю потерпілих та їхніми зв'язками з виробництвом* (за страховою ознакою).

Класифікація нещасних випадків за видами показана на рис. 3.1.

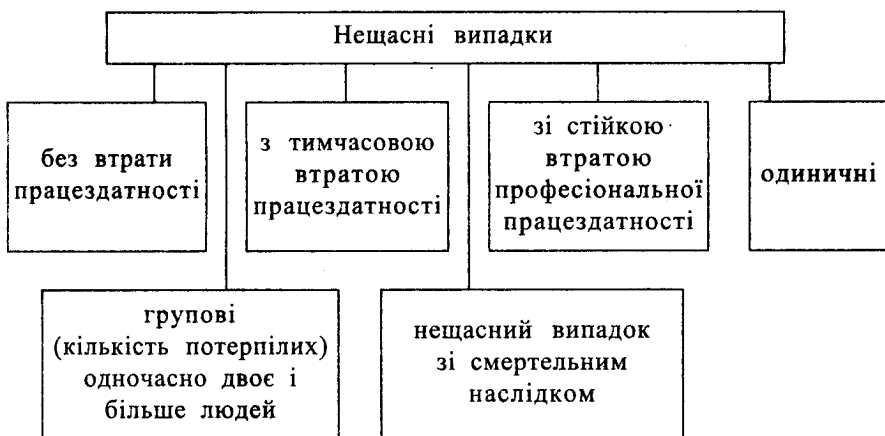


Рис. 3.1. Види нещасних випадків

На рис. 3.2 представлена класифікація нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом та за його межами.

Відповідно до законодавства роботодавець організує розслідування та веде облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій. За підсумками розслідування нещасного випадку, професійного захворювання або аварії роботодавець складає акт за встановленою формою, один примірник якого він зобов'язаний видати потерпілому або іншій зацікавленій особі не пізніше трьох днів з моменту закінчення розслідування. У разі відмови роботодавця скласти акт про нещасний

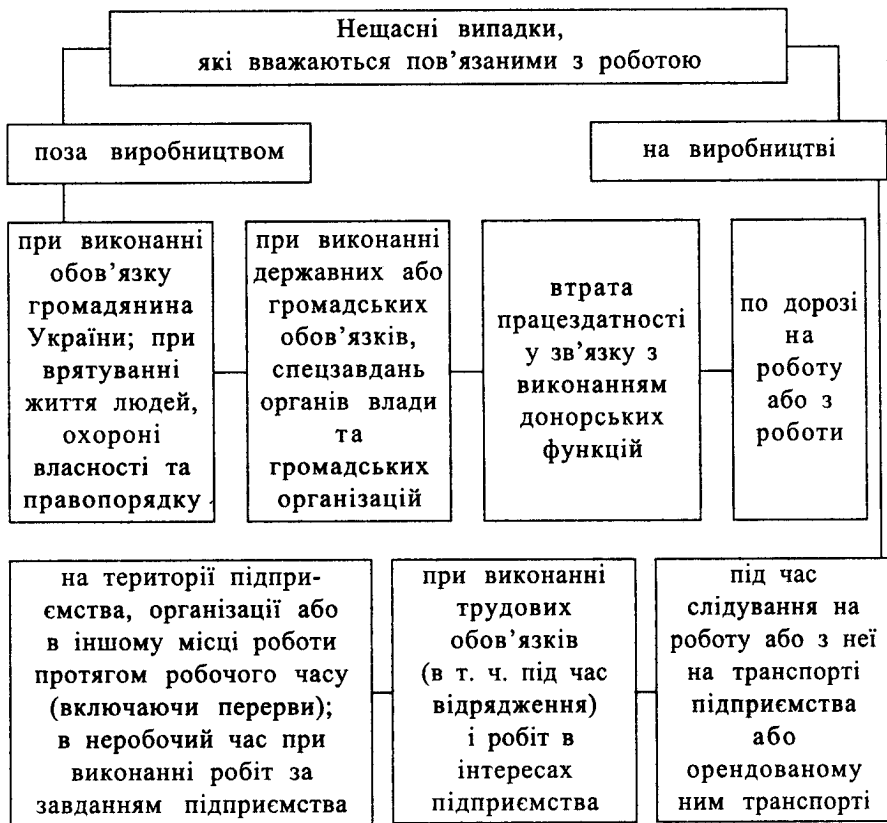


Рис. 3.2. Класифікація нещасних випадків

випадок чи незгоди потерпілого з його змістом питання вирішуються посадовою особою органу державного нагляду за охороною праці, рішення якої є обов'язковим для роботодавця і може бути оскаржене у судовому порядку.

З метою об'єднання зусиль найманих працівників, учених, спеціалістів з охорони праці та окремих громадян для поліпшення охорони праці, захисту працівників від виробничого травматизму і професійних захворювань можуть створюватись асоціації, товариства, фонди та інші добровільні об'єднання громадян, що діють відповідно до закону.

### 3.2. Травматизм і профзахворюваність та їх причини

*Травма* – це пошкодження тканин, анатомічної цілісності організму людини, викликане дією факторів середовища.

*Травматизм* – це сукупність травм у певних груп населення за первинний період часу. Він характеризує вплив соціальних умов життя на стан здоров'я населення. У ХХ-му столітті травматизм зайняв третє місце після пухлинних і серцево-судинних захворювань. Розрізняють травматизм *виробничий* (промисловий, сільськогосподарський) та *невиробничий* (побутовий, транспортний, спортивний та інший).

Залежно від виду травмуючого фактора травми поділяються на:

- механічні (переломи, рани, забої тощо);
- термічні (опіки, теплові удари, обморожування);
- баротравми (в зв'язку з різкою зміною атмосферного тиску);
- електротравми;
- хімічні (опіки, гострі отруєння);
- викликані біологічними агентами (мікроорганізми, рослини, тваринні мікроорганізми);
- викликані радіоактивним опроміненням;
- комбіновані (наприклад механічна травма й опік);
- психофізіологічні, спричинені невротами, депресіями тощо.

За тривалістю травмуючих факторів травми поділяють на *гострі* та *хронічні*.

Травми класифікують ще за важкістю: *мікротравми, легкі, важкі* та *зі смертельним наслідком*. Вони можуть бути *одиначними, груповими*, коли травмується два і більше працівники.

Причини травматизму та профзахворювань можна поділити на групи (рис. 3.3):

- технічні;
- організаційні;
- санітарно-гігієнічні;
- психофізіологічні.

Слід відзначити, що особливе місце в системі охорони праці займають розслідування та облік нещасних випадків, зокрема виробничого травматизму і захворюваності.

*Технічні* причини травматизму пов'язані з недосконалістю технологічного процесу, конструктивними недоліками, низьким рівнем механізації та шкідливістю оброблюваного матеріалу. Часто вони виникають внаслідок недосконалого огородження, необхідних захисних засобів та сигналізації.



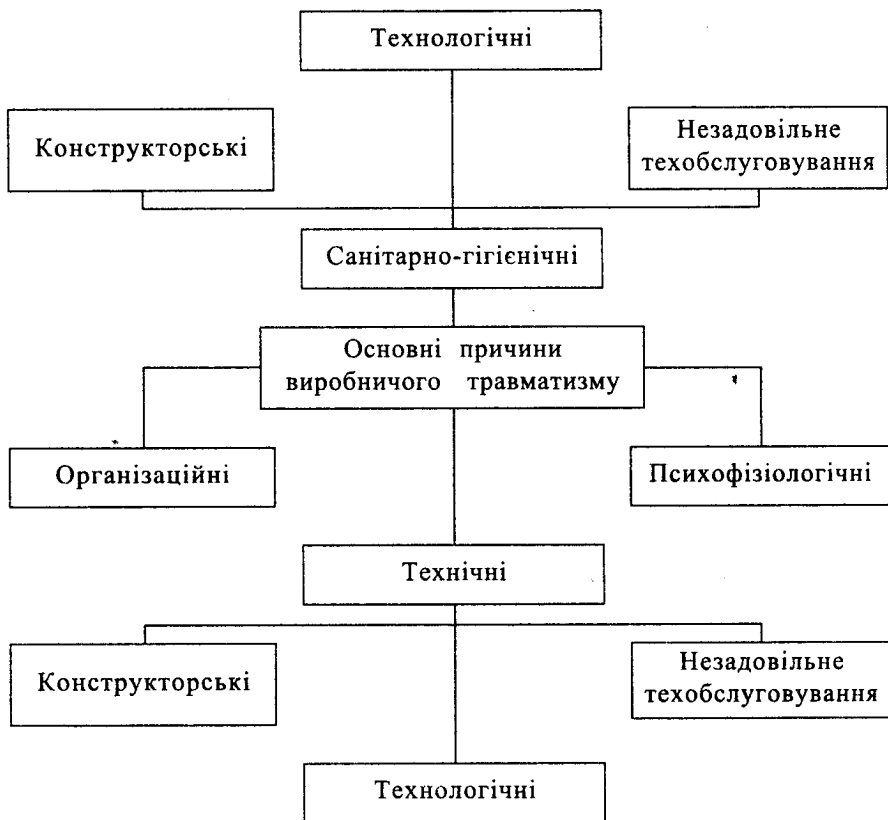


Рис. 3.3. Схема основних причин виробничого травматизму та профзахворювань

*Організаційні* причини повністю залежать від рівня організації праці на виробництві. Сюди слід віднести незадовільний стан території, проїздів, проходів, порушення правил експлуатації машин і механізмів, а також норм транспортування, відсутність або невикористання засобів індивідуального захисту. Все це, як правило, пов'язано з низькою виробничою дисципліною.

*Санітарно-гігієнічні* причини пов'язані з перевищенням рівня запиленості та загазованості повітря робочої зони, погане освітлення, надмірний шум і вібрація тощо.

Дослідження структури виробничого травматизму свідчить, що технічні причини становлять близько 50 % від усіх нещасних випадків, організаційні – близько 25 %, психофізіологічні – 10 – 12 %.

На особливу увагу заслуговують *психофізіологічні* причини, до яких належать фізичні та нервово-психологічні перенавантаження.

Проблеми травматизму на виробництві вирішуються, як бачимо з табл. 3.2, у різних країнах по-різному. Тривожними є дані по Україні, де показник смертельних випадків залишається дуже високим.

Таблиця 3.2

**Наслідки травматизму в різних країнах світу**

Країна	Роки	Загальна кількість нещасних випадків	Кількість смертельних випадків	Кількість смертельних випадків на 100 працівників				
				загальна	сільське господарство	гірниче виробництво	будівництво	транспорт
Велика Британія	1986	180079	373	0,017	0,081	0,161	0,106	0,030
	1994	159631	211	0,010	0,146	0,046	0,064	0,021
Данія	1985	59117	88	0,033	0,150	0,330	0,080	0,050
	1994	47716	75	0,029	0,093	0	0,107	0,035
Норвегія	1985	12528	89	0,050	0,240	0	0,100	0,090
	1994	26473	44	0,020	0,130	0,130	0,080	0,020
Австрія	1985		251	0,106	0,400	0,415	0,346	0,5112
	1994		160	0,061	0,341	0,390	0,186	0,183
Німеччина	1985	1714630	2626	0,100	0,240	0,400	0,240	
	1993	2199356	2840	0,080	0,160	0,270	0,170	
Польща	1990	108274	850	0,065	0,110	0,243	0,109	0,101
	1995	112205	624	0,055	0,114	0,166	0,136	0,091
Україна	1985	130300	3000	0,126				
	1995	80500	2195	0,116				
Росія	1985	455520	9820	0,142			0,209	
	1995	270440	6770	0,138			0,262	
Білорусь	1986	13000	300	0,077	0,110		0,159	0,107
	1995			0,089	0,141		0,262	

Недостатня увага до створення безпечних умов праці часто призводить до *професійних захворювань* – паталогічного стану, викликаного тривалою роботою в шкідливих умовах і пов'язаних з надмірним напруженням організму або несприятливою дією виробничих факторів.

Як уже зазначалося, травми поділяють на мікротравми, травми легкі, тяжкі та смертельні.

*Мікротравма* – це травма, після якої непрацездатність триває не більше доби (наприклад, незначне ушкодження (поріз) кінцівок пальців чи долоні).

*Легка травма* – травма, результатом якої є втрата працездатності за професією більше ніж на одну добу. Після нетривалого лікування працівник повертається на роботу.

*Тяжка травма* – травма, яка призводить до стійкої втрати працездатності за професією (повністю або частково). Процес лікування триває довго, причому може завершитися встановленням інвалідності (I група – при повній втраті працездатності; II група – неповній і III – при частковій).

*Смертельна травма* – травма, після отримання якої смерть настає одразу або ж під час лікування ще до встановлення інвалідності.

Групу тяжкості травми визначає лікувальний заклад відповідно до переліку травм, затвердженого Міністерством охорони здоров'я України. Травми можуть бути індивідуальними та груповими. *Груповою* вважається травма, що має три ознаки: одночасність, одна причина та кількість осіб від двох і більше.

За страховою ознакою травми поділяють на *виробничі* та *невиробничі*. *Виробничі травми* – це травми, які сталися під час виконання роботи за нарядом, за розпорядженням адміністрації. Травма не вважається виробничою, якщо потерпілий виконував роботу без дозволу адміністрації чи був травмований під час крадіжки або ж перебував у стані сп'яніння.

Будь-яка травма, що сталася на виробництві, підлягає розслідуванню. Крім травм, розслідуванню підлягають гострі професійні захворювання та отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, утоплення, ураження електричним струмом та блискавкою, ушкодження внаслідок аварій, пожеж, стихійного лиха, контакту з тваринами та іншими представниками фауни і флори.

Механічні та фізичні фактори переважно викликають травми, тоді як теплові, хімічні, біологічні та психофізіологічні у більшості випадків зумовлюють захворювання. Проте різко вираженої межі між дією на організм людини цих факторів немає.

### 3.3. Розслідування нещасних випадків на виробництві

Відповідно до Закону “Про охорону праці” роботодавець повинен здійснювати розслідування нещасних випадків на виробництві. Згідно з цим Положенням, розслідування нещасного випадку проводиться комісією за участю представника профспілкової організації, членом якої є потерпілий, а у випадках, передбачених законодавством, за участю представників органів державного нагляду, управління охорони праці та профспілок.

Порядок розслідування нещасних випадків наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Порядок розслідування нещасних випадків

Найменування	Звичайне розслідування	Спеціальне розслідування				
		Одиночний нещасний випадок	Груповий або тяжкий нещасний випадок	Смертельний нещасний випадок		
				1 потерпілий	2-4 потерпілих	5 потерпілих
Оповіщення	1.Безпосереднього керівника 2.Диспетчера 3.Керівника підрозділу 4.Керівника підприємства (власника)	1 – 4. 5. Місцеві органи Держнаглядохоронпраці 6. Місцевий орган державної виконавчої влади 7. Профорганізацію підприємства 8. Вищого рівня профспілкові органи 9. Місцеву прокуратуру	1 – 9. 10. Міністерство або інший вищий господарський орган			
Хто призначає комісію ?	Керівник (власник)	Керівник територіального органу Держнаглядохоронпраці	Наказом керівника територіального державного нагляду за охороною праці	Рішенням Кабінету Міністрів України. Наказ центрального органу Держнагляд-охоронпраці		

Склад комісії	<p>1. Керівник (спеціаліст) служби охорони праці (голова)</p> <p>2. Керівник підрозділу (служби)</p> <p>3. Представник профспілкової організації (уповноважений представник трудового колективу з охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки)</p>	<p>1. Представник Держнаглядохоронпраці (голова комісії)</p> <p>2. Власник</p> <p>3. Представник органу місцевої виконавчої влади</p> <p>4. Представник профспілки підприємства</p> <p>5. Представник вищого рівня профспілкового органу</p> <p>6. Представник вищестоящої господарчої організації</p>	<p>1. Керівник територіального органу Держнаглядохоронпраці (голова комісії)</p> <p>2. Представник міністерства або іншого центрального органу управління</p> <p>3. Власник</p> <p>4. Представник місцевого органу державної виконавчої влади</p> <p>5. Представник профспілки підприємства</p> <p>6. Представник вищого рівня профспілкового органу</p>	<p>1. Керівні працівники центрального органу державного нагляду за охороною праці (один, голова)</p> <p>2. Представник міністерства або іншого центрального органу</p> <p>3. Представник місцевого органу державної виконавчої влади</p> <p>4. Власник підприємства</p> <p>5. Представник Ради профспілок або галузевого профспілкового органу</p> <p>6. Представник штабу цивільної оборони</p> <p>7. Представник право охоронних органів</p> <p>8. Представник органів охорони здоров'я</p> <p>9. Представник органу соціального захисту населення</p>
---------------	--	--	--	--

Хто затверджує акт за формою Н-1 ?	В л а с н и к	
Куди надсилаються акти і матеріали з розслідування?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потерпілому або особі, яка представляє його інтерес</li> <li>2. Керівнику підрозділу</li> <li>3. Державному інспектору з охорони праці</li> <li>4. Профспілковій організації</li> <li>5. Службі охорони праці підприємства</li> <li>6. До місця роботи чи навчання</li> <li>7. Місцевому органу державної виконавчої влади</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прокурору</li> <li>2. У відповідний орган державного нагляду за охороною праці</li> <li>3. У відповідний профспілковий орган</li> <li>4. До органу державної виконавчої влади</li> <li>5. У Національний науково-дослідний інститут охорони праці</li> <li>6. Перший примірник залишається на підприємстві</li> </ol>

Внаслідок розслідування нещасного випадку встановлюється обставини і причини, які призвели до нього. За результатами розслідування складається акт за формою Н-1, один примірник якого керівник підприємства зобов'язаний передати потерпілому або іншій заінтересованій особі не пізніше трьох днів з моменту закінчення розслідування. Нещасні випадки, оформлені актом за формою Н-1, реєструються на підприємстві в спеціальному журналі.

Підприємство, на якому стався нещасний випадок з його вини, сплачує штраф. У випадку приховування нещасного випадку власник сплачує штраф у десятикратному розмірі. Підприємство на основі актів Н-1 складає звіт про нещасні випадки і подає його до відповідних установ.

Контроль за своєчасним і правильним розслідуванням, оформленням і обліком нещасних випадків здійснюють органи державного нагляду за охороною праці. Трудові колективи і профспілки здійснюють громадський контроль.

### 3.4. Методи аналізу травматизму та його попередження

Для попередження травматизму на виробництві роботодавць, профспілкові організації, уповноважені з охорони праці на всіх рівнях управління безпекою життєдіяльності аналізують факти виробничого травматизму, щоб на їх основі розробляти заходи щодо попередження нещасних випадків. Найбільш розповсюдженими методами аналізу виробничого травматизму є:

- статистичний;
- монографічний;
- економічний;
- ергономічний;
- прогностичний.

*Статистичний метод* базується на аналізі статистики травматизму, коли вихідними даними служать акти за формою Н-1 про нещасний випадок, внаслідок якого працівник згідно з медичним висновком втратив працездатність на один день і більше або виникла необхідність перевести його на іншу, легшу роботу, терміном не менш ніж на один день, а також у звітах підприємства за формою 7-Г.

У цих документах наведена така інформація: кількість нещасних випадків, що призвели до втрати непрацездатності на чотири і більше робочих днів за звітний період  $A$ ; кількість днів непрацездатності, викликаних нещасними випадками за звітний період  $D$ ; середня спискова чисельність працюючих на підприємстві за звітний період  $B$ .

За цими даними визначають три показники виробничого травматизму – частоти, важкості та непрацездатності:

показник *частоти* травматизму

$$П_ч = \frac{A \cdot 1000}{B}; \quad (3.1)$$

показник *важкості* травматизму

$$П_в = \frac{D}{A}; \quad (3.2)$$

показник *непрацездатності*

$$П_{\text{н}} = \frac{Д \cdot 1000}{Б} \quad (3.3)$$

Показник частоти захворюваності на підприємстві визначають за формулою:

$$П_{\text{ч.з}} = \frac{3 \cdot 1000}{Б} \quad (3.4)$$

Показник середньої тривалості одного випадку захворювання (показник важкості захворюваності):

$$П_{\text{в.з}} = \frac{Д}{3}, \quad (3.5)$$

де  $Д$  – кількість днів тимчасової непрацездатності;  $3$  – загальна кількість випадків захворювання.

Результати статистичних даних використовують в *груповому* та *топографічному* методах досліджень.

При *груповому* методі дослідження нещасні випадки групуються:

- за професією та видами робіт;
- за характером та локалізацією пошкоджень;
- за низкою зовнішніх ознак: днями, тижнями, змінами, віком,

стажем, статю, кваліфікацією потерпілого.

При *топографічному* методі досліджень всі нещасні випадки наносять відповідними позначками на план розташування устаткування цеху чи дільниці. Скупчення цих позначок свідчить про підвищений рівень травматизму в цьому чи іншому підрозділі чи робочому місці, дає уявлення про потенційно небезпечні зони.

*Монографічний метод* аналізу травматизму базується на аналізі небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які властиві тому чи іншому елементові виробничого процесу (обладнанню, технологічному процесу, індивідуальним засобам захисту та іншим факторам). Вивчення великої кількості виробничих факторів допомагає розкривати причини нещасних випадків. Монографічний метод використовують також і для розробки заходів з охорони праці під час проектування нових виробництв.

*Економічний метод* полягає у визначенні економічних втрат від виробничого травматизму з метою визначення економічної доцільності



розробки та впровадження заходів з охорони праці. Оскільки цей метод не дає змоги з'ясувати причини травматизму, то його вважають під-методом.

Матеріальні витрати визначаються за формулою:

$$M_{гр} = П_{гр} + E_{гр} + C_{гр} \quad (3.6)$$

де  $П_{гр}$  – витрати виробництва, грн;  $E_{гр}$  – економічні витрати, грн;  $C_{гр}$  – соціальні витрати, грн.

*Ергономічний метод* базується на комплексному вивченні системи “людина – машина (техніка) – середовище” (ЛМС). Він дає змогу досліджувати причини нещасних випадків залежно від індивідуальних особливостей людини, санітарно-гігієнічних умов, психофізіологічної структури діяльності тощо. По кожному нещасному випадку заповнюється спеціальний акт, що за формою нагадує акт Н-1, який містить 22 групи запитань.

*Прогностичний метод* базується на прогнозуванні (передбаченні) нещасних випадків на основі вивчення та виявлення потенційної небезпеки, причому аналізуються всі облікові й звітні матеріали про нещасні випадки, загальні та професійні захворювання, матеріали всіх видів контролю стану охорони праці, дані санітарно-технічних паспортів об'єктів, робочих місць, дільниць і цехів; матеріали спеціальних обстежень будівель, об'єктів, приміщень, обладнання тощо.

Прогностичний метод включає три підметоди:

- *морфологічний*, який передбачає детальне вивчення конструкції обладнання, виявлення його недоліків, характеру технологічних операцій і прогнозування можливих нещасних випадків;
- *екстраполяційний*, що базується на виборі математичної функції, яка б достовірно описала явище травматизму;
- *експертних оцінок*, який ґрунтується на вивченні думок кваліфікованих фахівців в галузі охорони праці шляхом анкетування.

Попередження травматизму має бути спрямоване на розробку планів заходів із охорони праці (табл. 3.4, 3.5), які можуть бути *перспективними* (на 3 – 5 років), *річними* та *оперативними* (квартальними, місячними, декадними).

Для забезпечення безпеки праці застосовують *колективні та індивідуальні засоби захисту*. До засобів колективного захисту відносять *огороджувальні пристрої* двох категорій: а) для рухомих предметів; б) для різальних інструментів.

## Матриця безперервного контролю в СУОП

Рівень виробництва	Характер контролю	Вид контролю	Періодичність контролю	Зміст контролю	Виконавці
Рівень інженерного забезпечення	Комплексна перевірка	Періодичний	Щоквартально	Перевірка інженерного, організаційного, технічного забезпечення на відповідність нормативним вимогам	Спеціалізовані комісії на чолі з головними спеціалістами і за участю керівників підрозділів, інженера охорони праці та інших осіб
Рівень організаційного забезпечення (середня ланка)	Організаційно-технічна перевірка	Оперативний	Щомісячно	Перевірка організаційно-технічного забезпечення на відповідність нормативним вимогам	Комісії підрозділів на чолі з заступником керівника підрозділу, за участю інженера охорони праці та інших осіб
Рівень виконання (робочі місця)	Перевірка нормативних умов	Поточний	Щомісячно	Перевірка умов праці та виробничих процесів на відповідність нормативним вимогам	Організатори (керівники) виробництв, виконавці (самоконтроль)

Запобіжні засоби передбачають ліквідацію небезпечного виробничого фактора безпосередньо у джерелі його виникнення. Вони поділяються на блокувальні та обмежувальні. Перші за конструктивним виконанням поділяють на муфти, штифти, клапани, шпонки, мембрани, пружини, шайби тощо. Використовують електромеханічне, фотоелектричне, пневматичне, гідравлічне та інші засоби блокування.

## План номенклатурних заходів з охорони праці на рік

Назва заходу	Фінансування	Термін введення заходу	Відповідальний за виконання	Економічна ефективність впровадження заходу	Відмітка про виконання
I. Заходи щодо попередження захворюваності					
1.					
2.					
....					
п					
II. Заходи щодо попередження нещасних випадків					
1.					
2.					
....					
п					
III. Загальні заходи щодо поліпшення умов праці					
1.					
2.					
п					

*Гальмівні пристрої* використовують для повної зупинки або сповільненні дії виробничого устаткування під час виникнення небезпечної виробничої ситуації. Вони можуть бути: колодкові, стрічкові, дискові, а за своєю формою конічними і клиновими. За принципом дії їх поділяють на механічні, електромагнітні, пневматичні, гідравлічні та комбіновані. За способом дії вони бувають ручними, автоматичними та напівавтоматичними.

Для контролю передавання та відтворення інформації (кольорової, звукової, світлової тощо) з метою привернення уваги працюючих до небезпечного виробничого явища використовують *пристрої автоматичного контролю та сигналізації*. За призначенням їх поділяють на інформаційні, попереджувальні, аварійні, а за характером подачі сигналу – постійні або пульсуючі.

*Пристрої дистанційного управління* призначені для керування технологічними процесами або виробничими устаткуваннями за межами небезпечної дії.

Широко використовують також засоби *індивідуального* захисту, зокрема шкіряного покриву (спеціальний одяг), органів дихання (протигази, респіратори), слуху (навушники), голови (капелюхи, каски), обличчя (маски, щитки), очей (окуляри, щитки), рук (рукавиці, напальчники), ніг (чоботи, валяне взуття).

До індивідуальних *засобів запобігання ураження електричним струмом* належать діелектричні рукавички, чоботи, боти, калоші тощо. Для захисту від падіння з висоти використовують запобіжні пояси та страхувальні канати.

Важливим профілактичним засобом попередження нещасних випадків є сплата штрафів за невиконання вимог законодавства з охорони праці.

### **3.5. Економічні аспекти охорони праці**

Здійснення заходів з поліпшення умов і охорони праці має не лише соціальний, але й економічний ефект: підвищується продуктивність праці, скорочуються видатки, пов'язані з виробничим травматизмом та професійною захворюваністю.

За даними досліджень, комплекс заходів з поліпшення умов праці може забезпечити приріст продуктивності праці на 15–20 %. Наприклад, нормалізація освітлення робочих місць збільшує продуктивність праці на 6 – 13 % та скорочує брак на 25 %. Рациональна організація підвищує продуктивність праці на 21 %, раціональне фарбування робочих приміщень – на 25 % .

Витрати робочого часу внаслідок тимчасової непрацездатності становлять в середньому приблизно 2,5 % річного фонду робочого часу на підприємствах зі сприятливими умовами праці та 5 – 10 % на підприємствах з небезпечними й шкідливими. На останніх спостерігається дуже висока плінність кадрів (20 – 25 %). Все це не може не впливати на економічну ефективність виробництва та негативний соціальний результат виробничої діяльності працівників.

Виділяють п'ять груп витрат на поліпшення умов та охорону праці:

- витрати, пов'язані з відшкодуванням потерпілим внаслідок травм і професійних захворювань;
- витрати на попередження і компенсацію несприятливого впливу умов праці (пільги і компенсації тим, хто працює у важких і шкідливих умовах);

- витрати на профілактику травматизму та професійних захворювань;
- витрати на ліквідацію наслідків аварій та нещасних випадків;
- штрафи й інші відшкодування.

Витрати на здійснення заходів з поліпшення умов і охорони праці розраховують за формулою:

$$B = C_o + K_o, \quad (3.7)$$

де  $C_o$  – поточні (експлуатаційні) витрати на здійснення заходів, грн;  $K_o$  – капітальні витрати на поліпшення умов і охорону праці, грн.

Показник ефективності витрат підприємства на заходи з охорони праці розраховують за формулою:

$$E = \frac{E_p}{B}, \quad (3.8)$$

де  $E_p$  – річна економія від поліпшення умов і охорони праці (прибуток або зменшення збитків);  $B$  – загальні витрати (вкладення) підприємства на охорону праці.

Загальні витрати підприємства на охорону праці як до запровадження комплексу заходів щодо поліпшення умов праці, так і після цього розраховують за формулою:

$$\sum_{K=1}^3 B_k = B_1 + B_2 + B_3, \quad (3.9)$$

де  $B_1$  – витрати з усіх джерел фінансування, регламентованих нормативними актами держави;  $B_2$  – витрати, передбачені колективними договорами;  $B_3$  – витрати з охорони праці підприємства.

Госпрозрахунковий економічний результат, зумовлений здійсненням заходів щодо поліпшення умов праці та підвищення його безпеки, можна визначити за формулою:

$$P = E_3 + E_{y.n} + E_{n.k} + E_c, \quad (3.10)$$

де  $E_3$  – економія заробітної плати від зниження трудомісткості продукції та вивільненням працівників, грн.;  $E_{y.n}$  – відносна економія умовно-постійних витрат за рахунок зростання обсягу виробництва, грн.;  $E_{n.k}$  – скорочення витрат на пільги та компенсації, грн.;  $E_c$  – скорочення яких витрат і непродуктивних витрат, зростання чистої продукції та інші результати, грн.

Для оцінки результатів заходів з поліпшення умов та охорони праці використовують чотири групи показників: а) зміни стану умов і охорони праці; б) соціальні; в) соціально-економічні; г) економічні.

Перший показник характеризується підвищенням рівня безпеки праці, поліпшенням санітарно-гігієнічних, естетичних та психофізіологічних умов праці.

Ефективність соціальних результатів проведених заходів полягає у:

- збільшенні кількості робочих місць, які відповідають нормативним вимогам та скороченням кількості працюючих у незадовільних умовах праці;
- зменшенні кількості випадків професійної захворюваності, пов'язаної з незадовільними умовами праці;
- зменшення кількості випадків інвалідності внаслідок травматизму чи професійної захворюваності;
- зменшення плинності кадрів через незадовільні умови праці.

Показники соціальної та соціально-економічної ефективності розраховуються як відношення величини соціальних або соціально-економічних результатів до витрат, необхідних для їх здійснення.

Економічні результати заходів з охорони праці виражаються, як вже згадувалося, у вигляді економії за рахунок зменшення збитків унаслідок аварій, нещасних випадків та професійних захворювань.

Досвід розвинених країн у галузі охорони праці засвідчує, що поліпшенню умов праці сприяють передусім податкові пільги, спрямовані роботодавцем на створення безпечної праці. Береться до уваги також диференціювання страхових внесків залежно від частоти та важкості травматизму і професійних захворювань. Важливим є вживання санкцій за бездіяльність власників щодо поліпшення умов охорони праці.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Дайте визначення нещасного випадку.
2. Як класифікуються нещасні випадки за видами?
3. Розкрийте зміст класифікації нещасних випадків, які вважаються пов'язаними з роботою.
4. Дайте визначення поняття *травматизм* та вкажіть основні причини виробничого травматизму.
5. Охарактеризуйте стан виробничого травматизму в країнах Європи.

6. Дайте визначення поняття *професійне захворювання*.
7. Як поділяють травми за їх тяжкістю?
8. Хто визначає групу тяжкості травми?
9. За якими показниками аналізується виробничий травматизм і як він розраховується?
10. Які ви знаєте методи аналізу виробничого травматизму?
11. Назвіть заходи з попередження травматизму.
12. Охарактеризуйте засоби захисту на виробництві та яка їх роль у створенні безпечних умов праці.
13. Назвіть п'ять основних груп витрат на поліпшення умов та охорону праці.
14. Як розраховують ефективність витрат підприємства на охорону праці?
15. У чому полягає соціальна, соціально-економічна й економічна ефективність заходів з охорони праці?

## II. ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ

### Розділ 4.

## ЕКОЛОГІЧНІ, САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ТА ЕРГОНОМІЧНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1. Аутоекологія і екологія людини

Дослідженням системи зв'язків у стосунках типу *організм – середовище* займається *аутоекологія*, яка входить до загальної екології. Система цих екологічних зв'язків, що одержали назву *моноцен*, забезпечує взаємодію певної особини з конкретним середовищем. Якщо це абіотичне середовище (нежива природа), то тип цих зв'язків будується за принципом: *акція* (середовища) і *реакція* (особини). В стосунках особини з біотичними факторами (живою істотою) діє принцип внутривидових і міжвидових коакцій.

Стосунками людини з абіотичними і біотичним середовищем займається нова галузь екологічних знань – *екологія людини*. Із строго методологічної точки зору екологія людини – це наукова теорія, а не самостійна наука. В екології людини як комплексній науковій дисципліні здійснюється синтез наукових знань про стосунки людських індивідуумів, популяцій виду *Homo sapiens* з навколишнім середовищем. Відповідно до інтегральної природи людини її стосунки із життєвим середовищем слід розглядати як його освоєння, тобто як єдність взаємопроникаючих і доповнюючих процесів пристосування (адаптації) і перетворення.

Справді, людський індивід включається в життєве середовище, яке характеризується комплексністю (природне середовище, предметне середовище, людське середовище тощо). Рух цих численних зв'язків і вивчає *аутантропоекологія* як теорія взаємодії індивіда з усім життєвим середовищем.

Говорячи про безпеку життєдіяльності як основний імператив охорони праці ми виходимо із теоретичних засад екології людини або *аутантропоекології*. Адже людина в процесі виробничої діяльності взаємодіє із життєвим середовищем (природним, виробничим, побутовим). Якість навколишнього середовища й аналіз потенційних можливостей його основних екологічних складових дає змогу моделювати



оптимальні для життєдіяльності людини умови. Але для цього треба добре зрозуміти суть екологічних факторів та діапазон їх дії.

## 4.2. Екологічні фактори і їх дія

Як відомо, *екологічний фактор* – це будь-які умови середовища, здатні проявляти *прямий або опосередкований вплив на живі організми в будь-який період їхнього життя*. Екологічні фактори поділяють на *фізико-хімічні (абіотичні), біотичні й антропогенні*, які певним чином відповідають етапам еволюційного розвитку нашої планети. Є й інші, значно ширші класифікації, згідно з якими екологічні фактори поділяють на *періодичні і неперіодичні, фізичні, едафічні, кормові* тощо.

Стосовно усіх живих організмів, в тому числі й людини, існує досить проста класифікація екологічних факторів:

### I. Фізико-хімічні (абіотичні) фактори

1. Кліматичні, або атмосферні:
  - а) світло;
  - б) температура;
  - в) вологість повітря, опади;
  - г) снігове покриття;
  - д) атмосферний тиск, газовий склад і рух повітря;
  - е) атмосферна електрика.
2. Ґрунтові (едафічні).
3. Орографічні (геоморфологічні).
4. Гідрологічні.

### II. Біотичні фактори

1. Мікроорганізми.
2. Рослини та рослинні угруповання.
3. Тварини.

### III. Антропогенні фактори

1. Прямого впливу на організми та їхні угруповання.
2. Опосередкованого впливу шляхом зміни життєвого середовища.

Російський вчений А. Мончадський у 50-х роках минулого століття запропонував таку класифікацію екологічних факторів:

1. Стабільні фактори, які проявляються впродовж тривалого періоду (сила тяжіння, сонячна постійна, склад і властивості повітря, гідро-сфери та літосфери, рельєф тощо).

2. Змінні фактори, які він поділив на дві групи: 1) ті, що змінюються закономірно, періодично внаслідок руху сонячної системи (сонячна радіація, фотоперіодизм, температури, припливи і відпливи і т.д.); 2)

ті, що змінюються без строгої періодичності – абіотичні фактори (вітер, опади тощо), біотичні, антропогенні.

Всі організми у взаємодії із середовищем мають підтримувати певну рівновагу, або *гомеостаз*. Це стосується і людини, яка на будь-яку акцію зовнішнього середовища відповідає реакцією свого організму. Іншими словами, потреба організму, наприклад, у тепловій енергії і її витрачання на процеси життєдіяльності, має перебувати у прямій залежності з наявністю даного ресурсу в природі та надходженням тепла іззовні або його продукування зсередини. Порушення балансу між надходженнями і витратами тепла неминуче призведе до небажаних наслідків. Це підтверджує практика регулювання тепла шляхом кондиціювання повітря або ж функціонуванням вентиляційних систем.

Екологічні фактори діють на організм різними шляхами – прямими і опосередкованими: сонячне проміння падає безпосередньо на тіло людини і нагріває його, але тіло людини може бути нагріте також гарячим піском, що його перед цим нагріло сонце.

Результати впливу екологічних факторів можуть значно відрізнятися залежно від того, як (роздільно чи сукупно) вони діють. Наприклад, взимку навіть не дуже сильний мороз стає дошкульним, коли супроводжується вологим повітрям або різким вітром, оскільки ці обидва фактори сприяють підвищенню випаровування тепла із верхні тіла і, як наслідок, посиленому охолодженню організму.

Надзвичайно велике значення для організму має дозування екологічних факторів, їх кількісна характеристика. Як впливають зміни дозування факторів (наприклад температура середовища) на хід життєвих процесів наочно ілюструє графік (рис. 4.1), де на осі абсцис позначені зміни дозування фактора (наприклад температури або якогось іншого), а на осі ординат – кількісний вираз відповідної реакції (наприклад обмін речовин).

При певних для даного організму специфічних умовах він буде почувати себе найкраще, що й відобразив графік ходом кривої, яка за цих умов досягла *максимуму*. Якщо ж температура стане знижуватися або, навпаки, підвищуватися, то через деякий час це зумовить відповідне падіння інтенсивності життєдіяльності аж до повного її припинення. Отже, наявне найсприятливіше дозування даного фактора, яке й формує *зону екологічного оптимуму*, або комфорту. З обох боків від цієї зони на графіку розташована *зона песимуму*, і, врешті, *летальна зона* – зона загибелі організму як від мінімальної, так і від максимальної дози.



Рис. 4.1. Дозування факторів і їх вплив на стан здоров'я популяції

У 1840 р. німецький агрохімік Ю. Лібіх вперше формулює „закон мінімуму”, згідно з яким розвиток рослин лімітується не тими елементами живлення, які присутні в ґрунті з надлишком, а тими, яких дуже мало (наприклад бор, цинк). Пізніше цей висновок був підданий серйозному корегуванню. Стосується він і людини: наприклад, нестача в організмі фтору є причиною руйнування емалі (карієс зубів). Проте його надлишок (до 1 г/л ) теж небезпечний, оскільки призводить до ураження зубів (флюороз), а також супроводжується випаданням волосся. За ще більших концентрацій (від 5 г/л) порушується робота печінки та шлунку, спостерігається скостеніння зв'язок.

Отже, оптимум, умовно кажучи, перебуває десь посередині між максимумом і мінімумом. Такий підхід до розуміння амплітуди (широкої чи вузької) дії екологічного фактору сформулював у 1910 р. американський вчений В.Шелфорд у вигляді *закону толерантності*.

Як бачимо, такий підхід дає змогу досліджувати найскладніші екологічні ситуації, яких на виробництві надзвичайно багато. Якщо організм володіє широким діапазоном толерантності до фактора, який присутній в середовищі в достатній чи помірній кількості, то такий

фактор не може бути лімітуючим (наприклад кисень у повітрі заводської території). Навпаки, якщо організм володіє вузьким діапазоном толерантності до якогось мінливого фактора (наприклад іонізуюче опромінення), то цей фактор заслуговує вивчення, оскільки може бути лімітуючим.

Говорячи про загальні принципи дії екологічних факторів, надзвичайно важливо підкреслити, що в сучасних умовах панівну роль часто відіграють не природна обстановка, а зміни, спричинені самою людиною.

*Антропогенні фактори*, тобто фактори господарського впливу людини, поділяють на *фізичні* (тепло, світло, шуми, різного виду випромінювання тощо), *хімічні* (хімічне забруднення повітря, води, ґрунту), *механічні* (вибухи, вібрації), *біологічні* (навмисне чи не навмисне забруднення патогенними організмами).

Зупинимося коротко на характеристиці абіотичних, біотичних та антропогенних факторів і їхньому впливі на здоров'я людини.

Серед *абіотичних* умов особливе місце належить *кліматичним*, або атмосферним факторам, передусім променистій енергії і світлу, температурі та вологості повітря, опадам, сніговому покриву, атмосферному тиску й газовому складу повітря, руху повітря та вітру, атмосферній електриці тощо.

Сьогодні все більше уваги приділяють *космічним факторам*, зокрема впливу Сонця. Відомо, що магнітне поле Землі утримує електрони і протони (ядра водню), які утворюють довкола Землі радіаційний пояс. Частинки, що його утворюють, захоплюються земним магнітним полем з числа частинок, які безперервно викидаються Сонцем, утворюючи "сонячний вітер", – корпускулярний потік. Зміни в геомагнітному полі пов'язані в основному із сонячною активністю.

Вчені довели, що вплив Сонця на здоров'я людей пов'язаний передусім з 11-річним циклом сонячної активності, яка супроводжується збуренням магнітосфери та іоносфери, а ці збурення, в свою чергу, зумовлюють збільшення напруженості електромагнітного поля Землі.

У роки підвищеної сонячної активності в період магнітних бур спостерігаються порушення діяльності серцево-судинної та нервової систем, психіки й поведінки, а також ослаблення імунітету.

В. Бардов та інші вчені вивчали залежність частоти гіпертонічних криз від геомагнітних бур або короткочасних імпульсів напруженості магнітного поля в Києві (рис. 4.2.).

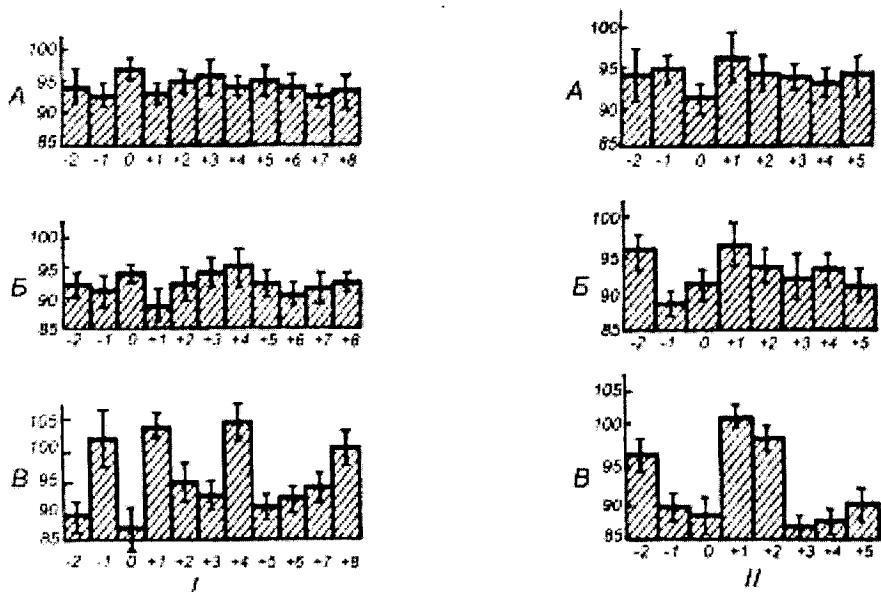


Рис. 4.2. Динаміка частоти гіпертонічних криз під час геомагнітних бур:  
 I – на початку бурі; II – в кінці бурі;  
 А – в дні малих бур; Б – помірних;  
 В – великих і дуже великих геомагнітних бур

За допомогою методів “накладення епох” встановлено, що існує виражена залежність варіації динаміки криз від геомагнітних бур або короткотривалих імпульсів напруженості геомагнітного поля. До речі, ще в 30-ті роки основоположник вітчизняної геліобіології А. Чижевський писав, що хворий організм можна розглядати як систему, виведену зі стану стабільної рівноваги. Для таких систем достатньо імпульсу ззовні, щоб нестійкість поступово або відразу збільшувалась і призвела до загибелі організму.

Ще одним космічним фактором є *ультрафіолетове* випромінювання. Як відомо, його надмірний потік стримується озоновим шаром Землі. Ультрафіолетове випромінювання впродовж усієї історії розвитку біосфери визначало частоту мутацій, які створювали умови для генетичної різноманітності популяцій, а отже сприяли природному добору.

На позитивних і негативних властивостях ультрафіолетового випромінювання добре ілюструється закон чи принцип толерантності. Ультрафіолетове проміння у малих дозах корисне людині, справляючи

антисептичну і бактеріологічну дію: пригнічує розвиток хвороботворних грибків, що викликають дерматити, запобігає запальним процесам у волосяних сумках. Водночас у великих дозах воно є небезпечним для людини, спричинюючи шкідливі мутації, підвищує ймовірність розвитку злоякісних утворень – раку, саркоми, лейкозу.

*Кліматичні та метеорологічні фактори*, особливо температура, відносна вологість, атмосферний тиск безпосередньо впливають на функціональний стан і захисні реакції організму, що в свою чергу спричинює різні захворювання. Наприклад, *за надміру високої температури* пригнічується фізична активність людей, змінюється розподіл крові в організмі, збільшується ймовірність захворювань серцево-судинної системи і нирок. Водночас *низька температура* спричиняє запальні процеси органів дихання та ревматизм. Особливо небезпечні раптові коливання температури, які різко змінюють тонус периферичної нервової системи, діяльність серцево-судинної системи, викликають психічні розлади.

Велике значення для нормального самопочуття людини має *вологість повітря*. Найсприятливіша для людини відносна вологість повітря 40 – 60 %. Сухе повітря людина переносить відносно добре, тоді як висока вологість діє на людину вкрай несприятливо: при високій температурі повітря вона сприяє перегріву організму, оскільки затруднює випаруванню поту, а при низьких температурах – його переохолодженню (вологе повітря має високу теплопровідність).

*Атмосферний тиск* теж є важливим екологічним фактором, оскільки діє на організм людини залежно від зміни його параметрів і може бути як природним, так і штучним (батискафи, барокамери, космічні апарати). Одним із проявів атмосферного тиску є *гірська хвороба*, яка проявляється на висоті приблизно 3000 м. Вона зумовлюється зниженням парціального тиску газів, внаслідок чого гемоглобін погано поповнюється киснем. Це призводить до кисневого голодування (гіпоксії), яка супроводжується такими симптомами як кволість, задуха, аритмія, а деколи й непритомність. На великих висотах (понад 5000 м) можуть появлятися набряки легень, а внаслідок гіпоксії мозку – кома.

Зміни атмосферного тиску позначаються на стані здоров'я людей, які хворіють артритами та артрозами. Ці хвороби супроводжуються болями в суглобах та проявляються зміною їхньої форми.

Великі та швидкі перепади атмосферного тиску можуть спричинити кесонну хворобу, якою часто хворіють аквалангісти та водолази, порушуючи правила підйому на поверхню. Ця хвороба пов'язана із

раптовими змінами парціального тиску газів у крові й “кипінням” у судинах азоту, пухирці якого закупорюють капіляри й викликають непритомність, а деколи й смерть. У пілотів при підйомі на висоту, крім азоту в тканинах, накопичується ще й вуглекислий газ.

При переході від нормального тиску до підвищеного спостерігається вдавлювання, а то й розрив барабанної перетинки, пониження слуху, притуплення нюху і смаку.

У Медицині відома й так звана “фенна” хвороба, пов’язана з вітрами, коли за 1 – 2 дні до початку вітрів у крові й тканинах збільшується вміст біологічно активної речовини – серотоніну, який бере участь у передаванні нервових імпульсів.

Як бачимо, на вплив кліматичних факторів організм людини відповідає складними і різноманітними змінами біохімічних процесів, фізіологічних функцій органів і систем. Це дає змогу здоровій людині порівняно швидко пристосуватися до різних кліматичних умов. Як ми пересвідчилися, кліматичні фактори в одних випадках викликають хворобливі явища, в інших – служать оздоровленню організму. Оздоровлююча дія кліматичних факторів базується на тому, що для нормальної життєдіяльності організму необхідні в певних кількостях тепло, світло, ультрафіолетове проміння, чисте повітря тощо. Крім того, організм потребує постійної активізації захисно пристосувальних механізмів (теплорегуляції, газообміну тощо). Житло, виробничі приміщення, одяг оберігають людину від несприятливих впливів кліматичних умов, водночас вони й ізолюють її від корисної дії природних умов.

Важливу роль у життєдіяльності людини відіграє газовий склад повітря. Відомо, що до складу повітря входять за обсягом: азот – 78,09 %, кисень – 20,95 %, вуглекислий газ – 0,03 %. Взагалі частка решти газів становить близько 1 %. Найважливішою складовою частиною повітря є кисень, який відіграє основну роль у підтримуванні життя на Землі. Людина вдихає за добу 20 – 30 м<sup>3</sup> повітря. Потреба людини в кисні залежить від інтенсивності трудової діяльності (в стані спокою ця потреба становить 25 л на годину). Зниження кисню в повітрі до 16 – 18 % помітно не впливає на організм людини; зниження його до 14,7 % вже супроводжується явищем кисневої нестачі, а зниження до 9 % небезпечно для життя.

Однак основним з біологічної точки зору є не процентний склад кисню, а його парціальний (частковий) тиск, тобто та частина загального атмосферного тиску, яка становить його частку, оскільки перехід кисню з повітря, який міститься в легенях, крові й тканини, базується

на різниці його парціального тиску. Найповніше цей перехід здійснюється при парціальному тиску кисню в атмосферному повітрі, 150 – 159 мм, що має місце при атмосферному тиску 760 мм. Парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі нижчий, ніж в атмосферному: якщо в повітрі він становить 159 мм, то в альвеолярному – 105 мм. Пониження парціального тиску кисню повітря, як вже згадувалося раніше супроводжується порушенням дихального процесу, зниженням легеневого і тканинного газообміну, збідненням крові й тканин киснем. Під час зниження парціального тиску кисню в атмосферному повітрі до 130 – 140 мм (в альвеолярному повітрі до 80 – 85 мм) виникає ряд порушень – задуха, частіше серцебиття, зростає швидкість руху крові тощо, але все це носить компенсаторний характер. При падінні парціального тиску кисню до 100 мм (в альвеолах близько 62 мм) виникає явище гіпоксії (гіпокимії). Подальше зниження парціального тиску кисню в атмосфері до 50 – 60 мм (в альвеолах до 20 – 25 мм) може призвести до смерті.

Надзвичайно важливим біогенним елементом біосфери є азот, який бере участь у створенні білків в організмі. Він належить до інертних газів, а тому не здатний підтримувати дихання, однак відіграє важливу роль як розбавлювач кисню в атмосферному повітрі, забезпечуючи сприятливу для підтримки нормального дихання тварин і людини концентрацію кисню в повітрі. Азот при підвищеному його парціальному тиску у вдихненому повітрі володіє наркотичною дією (при парціальному тиску азоту 20 – 40 атм наступає повний наркоз).

Постійною складовою частиною повітря є вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), який бере участь у колообігу вуглецю і поглинається у великих кількостях рослинами. Однак його кількість у повітрі залишається постійною, дякуючи поступленню з ґрунту, у складі промислових газів і пилу, а також за рахунок дихання людей і тварин.

Фізіологічне значення вуглекислого газу заключається в його збуджуючій дії на дихальний центр. Оскільки у процесі життєдіяльності в організмі утворюється вуглекислий газ у кількості, достатній для створення в крові необхідного парціального тиску  $\text{CO}_2$ , що забезпечує нормальний перебіг дихального процесу, то зниження його вмісту в атмосферному повітрі не має суттєвого значення. Підвищення концентрації  $\text{CO}_2$  у повітрі негативно відбивається на стані організму: при вмісті у повітрі 3 – 4 %  $\text{CO}_2$  дихання частішає і поглиблюється, появляється головний біль, шум у вухах, сповільнення пульсу, підвищення кров'яного тиску тощо, а при підвищенні концентрації до 10 % може наступити запаморочення і смерть. Механізм дії високих кон-



центрацій  $\text{CO}_2$  аналогічний дії кисневої недостатчі. Гігієнічною нормою вмісту  $\text{CO}_2$  у повітрі житлових і громадських приміщень вважається 0,1 %. Вуглекислий газ прийнято розглядати як показник забруднення повітря в приміщеннях.

У повітрі можуть перебувати у вигляді домішок й інші гази, в тому числі шкідливі (*сірководень, сірчистий газ, аміак, окис вуглецю* тощо). Найчастіше це буває поблизу промислових підприємств та всередині виробничих приміщень. Серед домішок, що забруднюють повітря, на першому місці знаходиться *пил*, який поділяється на *космічний, вулканічний, радіоактивний, димовий, лессовидний та наземний* (міський). Заходи із санітарної охорони повітря спрямовані на зниження вмісту цих нешкідливих домішок у повітрі.

Забруднене повітря хвороботворними мікроорганізмами, збудників яких хвора людина виділяє з краплями слини та слизу при кашлі, чханні, розмові може сприяти поширенню деяких заразних хвороб, особливо так званих капельних інфекцій (грип, дифтерія, кір, скарлатина, коклюш тощо). Тому необхідно широко стежити за чистотою повітря в приміщеннях, систематично мити підлогу та провітрювати їх.

*Едафічні (грунтові) фактори* є визначальними не лише для рослин, тварин і мікроорганізмів. З ґрунту розпочинає свій біогеохімічний цикл азот, фосфор, сірка, кальцій, калій, натрій та інші біогенні елементи, які беруть безпосередню участь у життєдіяльності людського організму.

Біогеохімічні цикли поділяють на два типи: *газовий*, яким забезпечується колообіг газових речовин (кисень, вуглекислий газ, азот), із резервним фондом в атмосфері та гідросфері (океан), а також *осадовий*, резервний фонд який перебуває в земній корі.

З майже 90 хімічних елементів, які наявні в природі, 30 – 40 необхідні живим організмам. Проте людський організм включає в процеси своєї життєдіяльності не лише згадані 40 елементів, але й решту, яка є в природі, а точніше в земній корі.

Нестача, або надлишок тих чи інших елементів і речовин, які через продукти харчування потрапляють в людський організм, до певної міри визначає стан здоров'я людини. Наприклад, дефіцит йоду, якого бракує у воді й продуктах західних регіонів України, викликає захворювання щитовидної залози. Обмаль кальцію призводить до крихкості кісткової тканини, а нестача заліза та кобальту – до анемії.

Часто декілька факторів, кожен з яких перебуває в зоні песимуму, діють комплексно. Як от нестача кальцію в поєднанні з надлишком

заліза, стронцію, свинцю та цинку викликають деформацію кісток, порушення формування хрящів, викривлення хребта.

Порушення стану здоров'я нерідко пов'язане з нестачею або надлишком певних речовин у воді та їжі (дефіцит кальцію, заліза, надлишок мангану, свинцю, цинку, бору, ртуті). Нестача окремих мікроелементів, що входять до складу вітамінів, викликає *авітаміноз*.

*Біотичні фактори* виникають при взаємодії між різними організмами. Людина, як біологічна істота, постійно перебуває в колі цієї взаємодії, одержуючи негативні або позитивні сигнали. Біотичні фактори, які впливають на здоров'я людей, в основному пов'язані з інфекційними захворюваннями і визначають санітарно-епідеміологічну ситуацію.

*Інфекційні хвороби* – це захворювання, які виникли серед людей, тварин чи рослин при впровадженні, розмноженні та шкідливій дії на них хвороботворних (патогенних) бактерій, вірусів, інших найпростіших мікроорганізмів. Основними рисами інфекційної хвороби є наявність в організмі хворого специфічного збудника, який викликає розвиток хвороби та здатність її передаватись від людини до людини (заразність або контагіозність).

Сьогодні описано та вивчається понад 1300 інфекційних хвороб, збудники яких можуть проникати в організм по-різному: через *шлунково-кишковий тракт* (зараження води або їжі, брудні руки тощо), *крапельним шляхом* (кашель, чхання, розмова тощо), *через кров* (малярія, кліщовий і комариний енцефаліти), через укуси *кровосмоктальних переносників* (воші, блохи, комарі, москіти тощо). Особливу групу складають інфекційні хвороби, викликані тісним спілкуванням з хворим або при користуванні предметами, які використовував хворий (рушник, носова хустка тощо).

Природними осередками інфекцій можуть бути дикі тварини-господарі інфекційного паразиту. Наприклад, збудник туляремії – інфекційного захворювання людини і тварини з характерним явищем ураження периферичних лімфовузлів, може нескінченно довго передаватися від покоління до покоління в популяціях норки (в системі паразит-господар вона виступає господарем), а за сприятливих умов заразити людину.

Наведемо характерні риси хвороботворних (патогенних) мікроорганізмів, які відіграють суттєву роль при інфекції.

1. Специфічність мікроорганізму, яка виражається в його паразитуванні в організмі лише певного біологічного виду (наприклад, гонокок – збудник гонорей, паразитує лише в організмі людини) і в тому,

що при зараженні цей мікроорганізм викликає певну, характерну лише для даного мікроорганізму інфекційну хворобу.

2. Вілурентність мікроорганізмів, тобто ступінь хвороботворності, яка визначається його *заражуваністю*, здатністю проникати в тканини організму (ендопаразит) і розмножуватися в ньому, і токсичністю – здатністю виділяти отруйні речовини, які діють на організм.

3. Здатність мікроорганізмів (при більшості інфекцій) локалізуватися в певних органах (наприклад, гонокок – у слизистих оболонках сечогінних шляхів або ока, менінгокок – у мозкових оболонках, дизентерійна паличка – в стінці товстого кишківника тощо).

Завдяки досягненням гігієни та медицини імовірність епідемій, особливо чуми, холери, тифу, знизилась. Проте невпинно зростаюча щільність людських популяцій, особливо у містах дає про себе знати – трапляються спалахи холери, гепатиту, туляримії, енцефаліту, поширюються венеричні захворювання. Як фактор національної безпеки розглядається поширення СНІДу у США, Китаї, Ефіопії, Нігерії, Індії, Росії та інших країнах. На жаль, Україна сьогодні теж опинилась на межі загальнонаціональної епідемії. Загальна кількість ВІЛ-інфікованих в нашій країні наближається до 0,5 млн осіб.

Непрямий вплив на людину біологічного фактора пов'язаний із продуктами харчування. У середньовіччі значного поширення набув ерготизм – захворювання, викликане токсинами, що містяться в рештках гриба клавіцепсу, який паразитує на злаках. Сьогодні це хвороба слаборозвинених країн. Остання епідемія ерготизму сталася наприкінці 80-х років ХХ ст. під час голоду в Ефіопії.

*Антропогенні фактори*, а в системі управління охороною праці вони займають чільне місце, це чинники, зумовлені впливом людської діяльності на окремі компоненти та природні комплекси. Розрізняють непрямі і прямі, позитивні та негативні фактори.

*Прямий* вплив спрямований безпосередньо на живі організми (наприклад, дія штучного електромагнітного поля на людину в робочій зоні). *Непрямий* вплив здійснюється шляхом зміни мікрокліматичних умов, фізичного та хімічного складу атмосферного повітря. *Позитивні* впливи проявляють рукотворні санітарно-захисні зелені смуги, насаджені довкола промислових підприємств. *Негативні* впливи спостерігаються у вигляді пригнічення життєдіяльності організму, а також його загибелі.

Зупинимося детальніше на характеристиці антропогенних факторів, роль значної частини з яких викладена у наступних розділах з позиції безпеки праці та безпеки життєдіяльності.

*Фізичні антропогенні фактори* пов'язані з використанням людиною досягнень фізики – науки про загальні властивості матеріальних об'єктів і закони їхнього руху. Фізика є науковою основою природознавства і теоретичним фундаментом сучасної техніки. Вона дає пояснення багатьом фізичним явищам, що супроводжують діяльність людини. Антропогенне тепло, яке, наприклад, утворюється під час охолодження турбін теплових електростанцій, передається водою-охолоджувачу, де, на відміну від сусідніх озер чи ставів температура є значно вища. Це антропогенне тепло спричиняє інтенсивний ріст водоростей, що, відмираючи та перегниваючи, використовують велику кількість кисню та викликають *евтрофікацію* (загнивання) водойми.

Антропогенне тепло утворюється при різних механічних процесах, електромагнітному, радіаційному та іонізуючому випромінюванні тощо. Негативні фізичні фактори шкідливо впливають на здоров'я населення.

До *механічних факторів* відносять механічні рухи, викликані різними антропогенними чинниками: роботою машин і механізмів, вибуховими роботами тощо.

Загрозу людині несуть *хімічні фактори*, які спричиняє антропогенна діяльність людини: пестициди (отрутохімікати), важкі метали, мінеральні добрива, сильнодіючі отруйні промислові речовини, дими (в тому числі й тютюновий), будівельні матеріали, побутова техніка.

*Біологічні фактори* проявляються у процесі втручання людини у життя організмів. Некерована інтродукція рослин і тварин у зовсім нових для них умовах не раз оберталась лихом для людини (завезення з Англії кролів в Австралію, диких африканських бджіл у Південну Америку, американської черемхи до Бельгії тощо). Катастрофою для людства може стати біологічна війна.

Та найбільшим антропогенним злом слід вважати нераціональне використання природних ресурсів і забруднення в процесі їх використання навколишнього середовища.

На рис. 4.3 зображені основні джерела забруднення біосфери, а на рис. 4.4 – 4.6 – вплив забруднювачів на здоров'я людини.

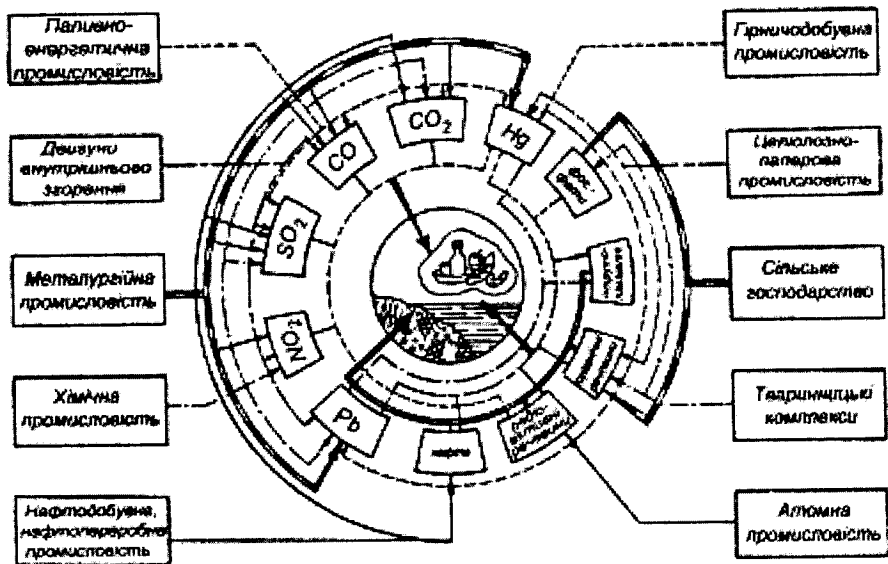


Рис. 4.3. Основні джерела забруднення біосфери

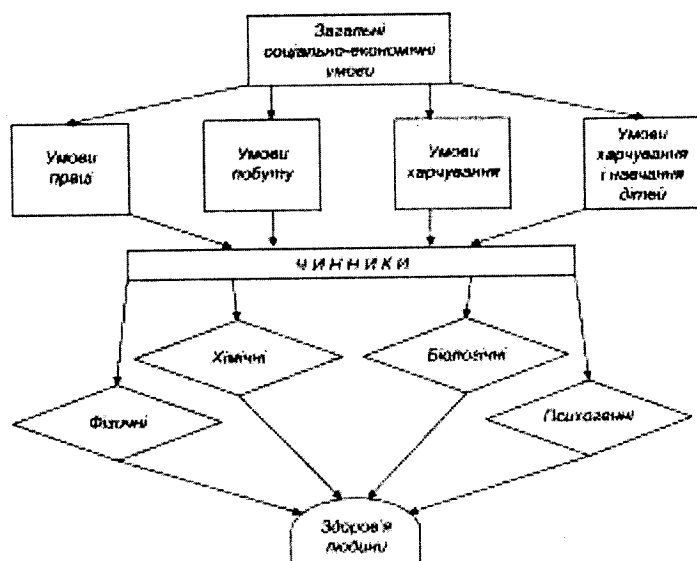


Рис. 4.4. Вплив чинників і умов навколишнього середовища на здоров'я людини

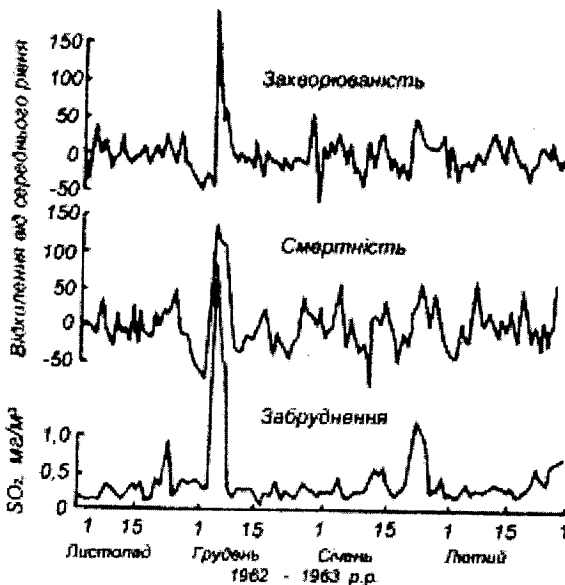


Рис. 4.5. Залежність між забрудненням повітря SO<sub>2</sub> і захворюваністю

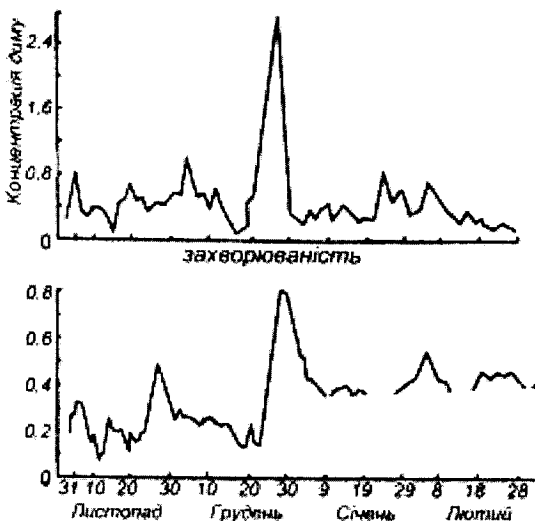


Рис. 4.6. Залежність між задимленістю повітря і захворюваністю

### 4.3. Реакції організму людини на дію факторів середовища

Людина пристосовується до умов довкілля завдяки численним захисним і пристосувальним (адаптивним) реакціям організму, головними з яких є: *внутрішня рівновага* (гомеостаз), *регенераційні процеси*, *імунітет*, *регуляція обміну речовин* тощо. В межах зони оптимуму (див. рис. 4.1) ці реакції забезпечують найефективніше функціонування, високу працездатність, ефективне відновлення життєвих сил. Коли ж будь-який фактор переходить у зону песимуму, ефективність окремих адаптивних систем знижується або ж взагалі втрачається, що призводить до патологічних змін. Виділяють такі найпоширеніші патологічні стани: *отруєння (токсикози)*, *алергії*, *злаякісні пухлини*, *спадкові хвороби*, *вроджені аномалії*.

*Токсикози* – одна з найпоширеніших реакцій організму на вплив антропогенних факторів, яка проявляється у вигляді отруєння токсичними речовинами, що перебувають у довкіллі. Внутрішнє повітря цехів і промислових підприємств, забруднюються різними шкідливими газами та пилом, яких сьогодні налічується понад 700 видів. Причому деякі домішки створюють у повітрі приміщень вибухонебезпечні суміші (нафтоперегонні заводи, мукомольні підприємства, заводи синтетичного каучуку тощо).

Кількість речовин-токсикантів у довкіллі не можна підрахувати, бо згідно з концентрацією лімітуючих факторів будь-яка речовина може стати в певних домішках токсичною. За частотою захворювань виділяють такі найпоширеніші токсиканти: отрутохімікати, нітрати, важкі метали, численні промислові й побутові хімічні речовини. Всі вони викликають різноманітні захворювання.

*Алергія* – стан підвищеної чутливості організму до речовин-алергенів, які можуть бути як природного, так й антропогенного походження. Алергени викликають різноманітні захворювання – ураження слизових оболонок, дерматити, бронхіальні астми тощо. Кількість алергенів, як стверджують вчені, постійно зростає пропорційно кількості нових речовин, які людина залучає у свій побут та використовує у виробництві.

*Злаякісні пухлини* спричинюються канцерогенами, серед яких бензопірени, бензол, фенольні сполуки, вініл-хлорид, сажа, смоли, мінеральне масло тощо. Відомо, що вихлопи автомобілів сприяють розвитку раку легенів, бензол і феноли – білокрів'я, вініл-хлорид – раку печінки, а сажа, смоли та мінеральні масла – раку шкіри. Серед канцерогенів близько 60 хімічних сполук та елементів. Є й фізичні канце-

рогени – ультрафіолетове випромінювання та іонізуюча радіація. Переважна більшість канцерогенів викликають мутації, тобто ушкодження ДНК. Такі мутації стають причиною безплідності, призводять до народження мертвих дітей та дітей з фізичними й розумовими вадами.

*Уроджені аномалії* є наслідком впливу мутагенних факторів на розвиток плоду під час вагітності. Особливо небезпечний нікотин, який постійно накопичується в яйцеклітині матері, порушуючи нормальний розвиток плоду. Невипадково, що в Естонії – невеликій за кількістю населення країні, вагітні жінки, котрі палять, підлягають кримінальній відповідальності, а боротьба з палінням у багатьох розвинутих країнах набула політичного відтінку.

В умовах виробництва на людину в основному діють техногенні фактори, які об'єднують у дві групи – *небезпечні та шкідливі*.

Захворювання, причиною яких є шкідливі виробничі фактори, називають *професійними*.

До небезпечних виробничих факторів зокрема належать:

- електричний струм певної сили;
- розжарене тіло;
- можливість падіння з висоти самого робітника або різних деталей та предметів;
- обладнання, яке працює під тиском, що перевищує атмосферний тиск тощо.

Шкідливі виробничі фактори такі:

- несприятливі метеорологічні умови;
- запиленість і загазованість повітряного середовища;
- вплив струму, інфра- та ультразвуку, вібрації;
- наявність електромагнітних полів лазерного та іонізуючого випромінювання.

Всі небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяють згідно з існуючими стандартами на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До *фізичних* факторів належать: електричний струм; кінетична енергія рухомих машин і обладнання або ж їх частин; підвищений тиск парів або газів у місткостях; невідповідна температура поверхні обладнання; підвищена або понижена температура в робочій зоні; недопустимі рівні шуму та вібрації; інфра- та ультразвук; недостатнє освітлення; електромагнітні поля; іонізуюче випромінювання; шороховатість поверхні деталей, інструментів та обладнання тощо.

*Хімічні* фактори – це речовини в різних станах – твердому, водному чи газоподібному, що шкідливо впливають на організм людини. За дією їх поділяють на:



- токсичні;
- подразнюючі;
- канцерогенні;
- мутагенні.

За шляхом *проникнення в організм* людини їх поділяють на такі, що проникають:

- дихальними шляхами;
- шлунково-кишковим трактом;
- слизовими оболонками;
- з поверхні тіла.

*Біологічні фактори* – це вплив на організм людини різних мікроорганізмів, а також рослин і тварин. Наприклад, отруєння людей через дихальні шляхи може бути професійним. Спостерігається воно у збирачів хмелю, столярів, які працюють з деякими видами деревини (бересклет), збирачів лікарських рослин (белладонна, лимонник, секу-рінега).

*Психофізіологічні фактори* – це фізичні й емоційні перевантаження, розумова перевтома, монотонність праці.

Чіткої межі між небезпечними і шкідливими факторами практично немає. Їхніми носіями є предмети та продукти праці, засоби виробництва, енергія, природнокліматичне середовище тощо. Вони характеризуються певним *потенціалом, тривалістю, зоною дії та імовірністю появи*.

Простір, в межах якого діють небезпечні та шкідливі фактори, називають *небезпечною зоною*. Вона може бути постійною чи тимчасовою, локальною або ж розгорнутою. *Локальною* називають зону, розміри якої співвідносні з розмірами людини, а *розгорнутою* таку, що перевищує розмір людини.

#### 4.4. Гігієна та санітарія на виробництві

Впродовж тривалого часу проблемами здорового та безпечного виробничого середовища займалися відразу дві наукові дисципліни – *гігієна* і *санітарія*, початки яких сягають у древні віки. Символом і запорукою здоров'я з давніх часів вважалася Гігієна. У грецькій міфології Гігієя – донька відомого цілителя Асклепія і внучка Аполлона. Асклепій, як свідчать міфологічні джерела, мав дві доньки: Панацею і Гігією. Перша стала заступницею лікарської терапії, друга – профілактичної медицини, а отже – богинею здоров'я.

*Гігієна* – це наука про здоров'я, галузь медицини, яка вивчає вплив різноманітних факторів зовнішнього середовища (природних, побутових і виробничих умов, суспільно-виробничих стосунків) на здоров'я людини, його працездатність і тривалість життя. Гігієна тісно пов'язана з усіма медичними науками.

*Санітарія* – галузь охорони здоров'я, яка займається практичною розробкою та проведенням санітарно-гігієнічних і протиепідеміологічних заходів.

Гігієна – одна з найстародавніших наук. Відомі санітарні приписи у зведенні законів Стародавньої Індії, в яких, наприклад, вказувалося на необхідність систематичної зміни білизни й одягу, догляд за шкірою та зубами, рекомендувалася рослинна їжа і заборонялося переїдання. У Стародавньому Єгипті за 1500 років до н.е. здійснювалися санітарні заходи з оздоровлення населених місць. В іудейському Мойсеевому законодавстві були регламентовані гігієнічні правила усіх аспектів приватного і суспільного побуту стародавніх євреїв. На території старовинного Хорезму виявлені, облаштовані в санітарному відношенні міста. У Стародавньому Римі існували водопровід, каналізація, знамениті римські терми (бані-купальні), в яких відразу могли купатися близько 2000 чоловік. Знайдено у Новгороді рештки водопроводу (XI ст.), виготовленого із дерев'яних труб, Львів мав подібний водопровід у XV ст., а Києво-Печерська лавра – в XVII ст. У російському “Домострое” (XVI ст.) йшлося про збереження готової їжі, посуду, прання і зміни білизни. Перші лікарські поради, які містили гігієнічні поради, з'явилися у XVI-XVII ст. Велику роль у справі пропаганди гігієни відіграли в ті часи монастирі, де появились перші аптекарські городи.

З другої половини XX ст., завдячуючи успіхам природознавства і медицини, значного розвитку в гігієні набули експериментальні методи дослідження, зокрема в працях німецького гігієніста М.Петтенкофера.

У колишньому Радянському Союзі центром наукової гігієнічної думки був НДІ гігієни ім. Ф. Ерісмана, заснований у 1927 р. В Україні цю роботу здійснював НДІ комунальної гігієни ім. О. Марзєєва (1883–1956).

Велику роль у розвитку гігієни відіграло наукове товариство гігієністів, засновником якого була Російська спілка охорони народного здоров'я (1877–1917). Чимало його відділень було й на території України. Московське товариство гігієністів організував Ф. Ерісман (1842–1915) у 1892 р. Швейцарець за походженням Ф. Ерісман став основоположником гігієни в Росії. В 1925 р. створена Всесоюзна спілка

соціальної і експериментальної гігієни, яка налічувала 11 тис. членів. Національні спілки гігієни були створені у 20-х роках у Франції, Англії, Німеччині та інших країнах.

Слід відзначити, що ще в 1919 році в Україні створюється Комісія Охорони Здоров'я при Українській Центральній Раді. Після проголошення самостійності України був створений Департамент Охорони Здоров'я. В Українській Гетьманській Державі 1918 р. було Міністерство Народного Здоров'я та Опікування. У 1918 р. створено перший в Україні Медичний факультет з українською мовою викладання при Державному університеті в Києві. Функціонувала також Медично-санітарна служба військ УНР.

У Західно-Українській Народній Республіці організовано Секретаріат Охорони Здоров'я, який очолив міністр Іван Куривець, діяла медично-санітарна служба Української Галицької Армії. У Львові в 1921 р. заснований медичний факультет підпільного українського університету, який очолив В. Щурат.

В УРСР в 1922 р. був виданий декрет „Про санітарні органи республіки”. Колегія Народного Комісаріату охорони здоров'я УРСР 1927 р. затвердила постанову Всеукраїнської санітарної ради про створення санітарно-епідеміологічної станції в Україні. У 1933 р. створена Державна санітарна інспекція. Одним з перших визначних організаторів санітарної служби став О. Марзеєв. До обов'язків санітарно-епідеміологічної служби входила ліквідація санітарних наслідків війни, вироблення рекомендацій з будівництва населених місць, оздоровлення праці та побуту робітників, нагляд за водопостачанням, очищення населених місць, охорона атмосферного повітря тощо. Першочерговим завданням стала охорона здоров'я та праці промислових і сільськогосподарських працівників. Створювались інститути гігієни праці.

Науковим вирішенням складних санітарно-гігієнічних проблем займалися на кафедрах гігієни медичних інститутів. У гігієнічну науку значний внесок зробив О. Корчак-Чепурківський, а нормуванням пестицидів займався Л. Медвідь. Київським інститутом гігієни харчування чимало зроблено для запобігання захворюванням населення, пов'язаним із харчуванням. Науковці озброюють санітарні служби науково обґрунтованими гігієнічними нормативами, які регламентують усі фактори навколишнього середовища. Причому гігієнічним нормативом стає строго визначений діапазон параметрів фактора навколишнього середовища, який є оптимальним або нешкідливим з точки зору збереження нормальної життєдіяльності і здоров'я людини людської популяції та майбутніх поколінь.

Питання гігієни в СРСР висвітлювались у журналах “Гігієна і санітарія” (1936 р.), “Питання харчування” (1932 р.) та інших. У цей період тривав процес формування окремих галузей гігієни – соціальної, радіаційної, комунальної тощо.

*Соціальна гігієна* вивчає проблеми медицини та здоров'я населення і їх взаємодію з умовами праці та побуту, суспільним державним устроєм, рівнем культури, опрацьовує питання теорії і практики охорони здоров'я. У межах цього напряму розвиваються гігієна дітей і підлітків, комунальна гігієна, та гігієна харчування.

*Радіаційна гігієна* – галузь гігієни, яка вивчає вплив іонізуючої радіації на здоров'я людини та розробляє заходи радіаційного захисту. Радіаційна гігієна як наукова дисципліна виникла приблизно водночас у СРСР і США, після масових випробувань (США) ядерної зброї в районі атолла Бікіні на Тихому океані (1946 р.). У 1946 р. в Московському інституті праці і професійних захворювань під керівництвом А. Летовета був заснований біофізичний відділ, який займався питаннями радіаційної гігієни, в 1951 р. створена перша радіаційна лабораторія, а в 1957 р. – перша кафедра при Центральному інституті вдосконалення лікарів під керівництвом Ф. Кроткова.

Радіаційна гігієна вивчає процеси радіоактивного забруднення зовнішнього середовища (повітря, ґрунту, води) за рахунок глобальних опадів і локальних викидів, впливи радіаційного забруднення на здоров'я населення та наслідки цього впливу. Вона також накопичує і систематизує дані для наукового обґрунтування гігієнічних нормативів; розробляє методи санітарної експертизи харчових продуктів у випадку їх забруднення радіоактивними речовинами і здійснює санітарний нагляд за усуненням радіаційних відходів.

Підготовку спеціалістів з радіаційної гігієни проводять гігієнічні кафедри медичних інститутів і на кафедрах радіаційної гігієни. В Україні цю роботу здійснює Київський інститут удосконалення лікарів.

*Гігієна праці*, або професійна гігієна – це галузь гігієни, яка вивчає вплив на організм людини виробничих процесів, напрацьовує гігієнічні нормативи та заходи для забезпечення сприятливих умов праці й попередження професійних захворювань. Наукові дослідження з гігієни праці проводять за декількома напрямками. Досліджується фізіологія трудових процесів і їх вплив на організм, розробляються заходи щодо попередження втоми і підвищення продуктивності праці.

*Промислова токсикологія* вивчає різні види виробничих забруднень і займається розробкою нормативів допустимої концентрації у повітрі промислових приміщень. Досліджуються способи попередження профе-

сійних захворювань, вивчаються впливи на організм фізичних факторів зовнішнього промислового середовища (метеорологічні умови, іонізуюче випромінювання, шуми та вібрації, електромагнітні хвилі тощо). Розробляються профілактичні заходи для попередження професійних захворювань, які можуть спричинити негативні виробничі фактори. Професійна гігієна тісно пов'язана з науковою організацією праці.

Медицина розробила теоретичні основи створення *санітарно-захисних зон* – зон розриву між промисловими підприємствами і найближчими житловими або громадськими будівлями. Ці зони захищають працюючих і населення прилеглих територій від впливу шкідливих промислових факторів (шуму, пилу, газоподібних та інших шкідливих викидів, що містять в собі промислові отрути). Ширина санітарної захисної зони встановлюється з розрахунку, щоб викиди від промислових підприємств, які досягають меж житлової забудови, не перевищували встановлених граничних концентрацій. Залежно від ступеня шкідливості викинутих в атмосферу промислових забруднювачів, наявності очисних споруд всі промислові підприємства поділено на 5 класів. Ширина санітарної захисної зони для підприємств 1 класу – 1000 м, 2 класу – 500 м, 3 класу – 300 м, 4 класу – 100 м, 5 класу – 50.

Об'єктом комунальної гігієни є власне не населені пункти, а умови життя в них і вплив цих умов на здоров'я і працездатність населення. Ще в другій половині XVIII ст. появилися перші медико-топографічні описи міст і цілих областей. Основними розділами сучасної комунальної гігієни є гігієна повітря, води і водопостачання, ґрунтів, житла і громадських будівель. Гігієністи беруть участь у плануванні населених місць і їх загальному благоустрою.

#### **4.5. Здоров'я людини – інтегральний показник особистого і суспільного благополуччя**

Часто можна почути: “На світі все можна купити, окрім здоров'я”. Справді, здоров'я є найвищою індивідуальною та суспільною цінністю, інтегральним показником благополуччя не лише окремої людини, але й усєї нації. Японці, які досягли найдовшого довголіття серед розвинутих країн світу, можуть гордитися цим національним здобутком.

Як відзначалося вище, на організм людини рідко впливає якийсь один екологічний фактор, найчастіше на неї діє цілий комплекс: повітряний, водний, харчовий. Тому, враховуючи всю гаму негативних антропогенних факторів, які постійно погіршують стан названих при-

родних компонентів людського існування, беручи до уваги передусім забруднення навколишнього середовища, можна судити про загальну захворюваність (стан здоров'я) населення. Про загрозу існування людини внаслідок *забруднення навколишнього середовища* свідчить той факт, що з 10,8 млн людей, що померли на початку 80-х років минулого століття в економічно розвинутих країнах, 2 млн померли в результаті забруднення повітря, води, ґрунту.

Тривожною з огляду на це є ситуація в Україні, де внаслідок погіршення стану довкілля та економічного життя понизилася ціла низка медико-соціальних показників. За даними І. Доценко, у три рази нижчим став природний приріст населення. За народжуваністю наша країна займає останнє місце в СНД. Протягом останніх 20 років в Україні не відбувається просте відтворення народонаселення, а 12 % шлюбів – безплідних. Народження дітей з різними спадковими хворобами збільшилося в 2 – 4 рази. Україна посідає перше місце в Європі за рівнем дитячої смертності. Тривалість життя людей стала на шість років нижчою, ніж у розвинених країнах, у два рази вище показник первинної інвалідизації. Україна посідає 32 місце в світі за тривалістю життя.

Роздумуючи над людським життям, академік М. Амосов писав: "Здорова людина буває нещасливою, але хвора не може бути щасливою". Керуючись гуманістичними засадами концепції сталого розвитку, виголошеної у 1992 р. в Ріо-де-Жанейро, де людина і її здоров'я проголошені як вища суспільна цінність, слід вважати охорону середовища існування людини на Землі не лише екологічною, але й важливою соціальною й економічною проблемою. Людство повинно узгодити досягнення науково-технічного прогресу із законами функціонування біосфери.

#### 4.6. Ергономіка й охорона праці

*Ергономіка* – наукова дисципліна, яка комплексно вивчає людину (групи людей) в конкретних умовах діяльності сучасного виробництва. Ергономіка виникла в зв'язку із значним ускладненням технічних засобів і умов їх функціонування у сучасному виробництві, яке суттєво змінило трудову діяльність людини.

Ергономіка сформувалась на стиці наук – психології, фізіології, гігієни праці, соціальної психології, анатомії та ряду технічних наук. Людина, машина і навколишнє середовище розглядається в ергономічних дослідженнях як *складна система*. Основним об'єктом дослід-

ження ергономіки є система “людина – машина”. Ергономіка вивчає характеристики людини, машини та середовища, які проявляються в конкретних умовах їх взаємодії, розробляє методи врахування цих факторів при модернізації діючої і створення нової техніки і технології. Ергономіка досліджує також проблеми раціонального розподілу функцій між людиною і машиною. Методологічною базою ергономіки є системний підхід.

Перші дослідження, з якими безпосередньо пов’язують зародження ергономіки, відносять до 20-х років минулого століття, коли у Великій Британії, США, Японії та деяких інших країнах фізіологами, психологами, лікарями та інженерами робилися спроби комплексного вивчення людини в процесі трудової діяльності з метою максимального

Соціально-економічні фактори				Техніко-організаційні фактори				Природні фактори		
нормативно-правові	економічні	соціально-психологічні	суспільно-політичні	предмети та продукти праці	засоби праці	технологічні процеси	організація виробництва праці та управління	географічні	біологічні	геологічні

### УМОВИ ПРАЦІ

санітарно-гігієнічні	психофізіологічні	естетичні	соціально-психологічні	технічні
----------------------	-------------------	-----------	------------------------	----------

### ВПЛИВ УМОВ ПРАЦІ

на здоров’я та працездатність людини	на ставлення до праці та задоволеність працею	на ефективність праці та інші економічні показники	на рівень життя і розвиток людини
--------------------------------------	---	--	-----------------------------------

Рис. 4.7. Схема класифікації факторів формування умов праці, елементів умов праці та напрямків впливу умов праці на працівника

використання її фізичних і психологічних можливостей та подальшої інтенсифікації праці.

Термін *ергономіка*, запропонований ще у 1857 р. польським природознавцем В.Ястшебмговським, одержав поширення після 1949 р., коли група англійських вчених на чолі з К. Мареллом організували Ергономічне дослідницьке товариство, з яким зазвичай пов'язують формування ергономіки як самостійної дисципліни.

Трудова діяльність людини включає наступні складові: предмет і засоби праці, організація робочого місця, гігієнічні фактори, вресіті працездатність, яка характеризується ефективністю роботи, виконаної за одиницю часу. Загалом умови праці формують три основні фактори – соціально-економічні, техніко-організаційні та природні (рис. 4.7).

Для забезпечення ефективного функціонування систем «людина – машина» слід використовувати засоби та методи об'єктивного прогнозу змін якості діяльності людини під впливом різних несприятливих факторів й умов зовнішнього середовища, удосконалювати ергономічні моделі трудової діяльності людини, які б зменшували втому і знижували ймовірність виникнення професійних захворювань. Адже, наприклад, відомо, що під час роботи стоячи підвищується навантаження на м'язи нижніх кінцівок, а також зростає напруження інших груп м'язів у зв'язку з високим розташуванням центра ваги працівника, що призводить до зростання енерговитрат порівняно з позою сидячи на 6 – 10 % (рис. 4.8).

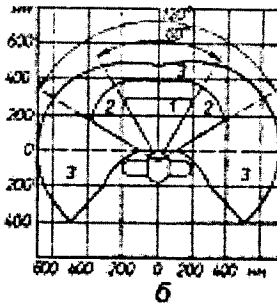
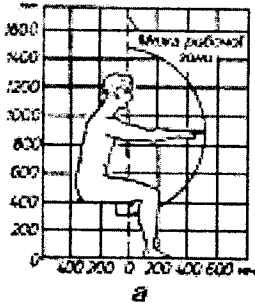
Поза людини залежить перед усім від характеру роботи та від м'язових зусиль під час її виконання, а також від швидкості рухів. Якщо зусилля не перевищує 50 Н (кгс), то можна виконувати роботу сидячи. Під час навантаження від 50 до 100 Н робота може виконуватися з однаковим фізичним ефектом як стоячи, так і сидячи. За навантаження понад 100 Н бажано працювати сидячи.

У положенні сидячи можна виконувати роботу, яка вимагає точних рухів, але це супроводжується виникненням застійних явищ у життєво важливих органах, ускладненням роботи органів колообігу та дихання. Зміна пози призводять до перерозподілу навантаження на групи м'язів, поліпшення колообігу, зниження монотонності роботи. Отже, доцільно передбачати, де це можливо, виконання роботи, як стоячи, так і сидячи.

Сьогодні не існує єдиного підходу щодо змісту й процедури ергономічної оцінки робочих місць. Немає також єдиної думки про те, чи підлягає ергономічній оцінці лише машина як компонент системи «людина – машина – середовище», чи допустима така оцінка системи в цілому.



А



Б

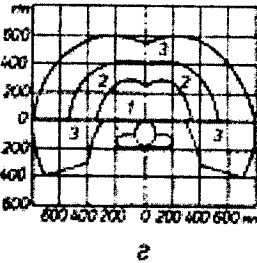
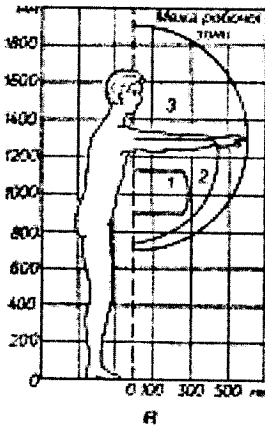


Рис. 4.8 Межі робочої зони робітників: А – сидячи; Б – стоячи:  
 а – зона досяжності моторного поля у вертикальній площині для людини середнього зросту в положенні сидячи; б – зони для виконання ручних операцій та розташування органів керування в горизонтальній площині для людини середнього зросту в положенні сидячи; 1 – розташування найбільш важливих органів керування (оптимальна зона моторного поля); 2 – розташування часто використовуваних органів керування (зона легкої досяжності моторного поля); 3 – розташування рідко використовуваних органів керування (зона досяжності моторного поля); в, г – зони для виконання ручних операцій та розташування органів керування у вертикальній та горизонтальній площинах для людини середнього зросту; 1 – розташування найбільш важливих органів керування (оптимальна зона моторного поля); 2 – розташування часто використовуваних органів керування (зона легкої досяжності моторного поля); 3 – розташування рідко використовуваних органів керування (зона досяжності моторного поля)

Незважаючи на різні підходи, все ж таки більшість дослідників схильна до методики ергономічної оцінки, яка б сприяла пошуку оптимальних заходів щодо збереження високої працездатності та здоров'я працівників при можливо малих цільових економічних затратах. Наведемо принципи ергономічної оцінки:

- робоче місце необхідно визнати як малу ергатичну систему;
- робоче місце слід розглядати як просторово-організаційну структуру *малої* системи «людина – машина». Оцінюючи цю систему, необхідно виявити ступінь відповідності ергономічним вимогам спочатку всієї системи, а потім вже її компонентів, зокрема, машини в конкретних умовах її експлуатації;
- робоче місце важливо розглядати у взаємозв'язку двох аспектів: гуманістичного (відповідність робочого місця та машини можливостям людини, безпека її здоров'я, рівень напруженості аналізаторів тощо) та техніко-економічного (продуктивність, точність, надійність і т.д.);
- використання системного підходу, який би дав змогу охопити всі компоненти системи «людина – машина – середовище».

Аналізуючи та проектуючи з ергономічних позицій робоче місце, необхідно вивчати такі параметри:

а) особливості робочого місця, що характеризують його елемент і системи “Л – М – С”: цільове призначення, розподіл функцій між людиною та машиною, специфіка трудового процесу на даному обладнанні, організація праці, склад технічних засобів, режим праці;

б) параметри, що характеризують просторову організацію робочого місця в цілому: розміщення в цеху, розміри проходів, робочого простору, робочих зон, робочих поверхонь елементів обладнання, простір для ніг;

в) елементи робочого місця й конкретне їх розміщення (органи керування – ОК, засоби відображення інформації – ЗВІ, засоби колективного захисту, робоче сидіння, допоміжне обладнання);

г) виробниче середовище робочого місця (рівні фізичних, хімічних, біологічних факторів).

Вказані параметри розглядаються з точки зору їх безпосереднього впливу на виконання людиною функцій щодо керування обладнанням та його обслуговуванням.

На основі ергономічної оцінки визначають шляхи підвищення ефективності системи «людина – машина – середовище» стосовно конкретного робочого місця, встановлюють економічні затрати на реалізацію заходів щодо оптимізації даної системи.

Дослідники С. Апостолук, В. Джигирей і А. Апостолук (2004 р.) запропонували методику ергономічної оцінки робочого місця, яка складається із трьох етапів:

**Перший етап** – ергономічний аналіз робочого місця – здійснюється із врахуванням: розміщення робочого місця відносно джерел шкідливих і небезпечних виробничих факторів; можливості здійснення всіх необхідних рухів і переміщень для експлуатації й технологічного обслуговування обладнання; можливості огляду елементів робочого місця; наявності сходинок і драбин для обслуговування обладнання; зручності розміщення органів керування відносно робочого місця; усунення можливості небажаного вмикання будь-якого органа керування, зачеплення одягу та взуття, їх забруднення під час попадання оператора на робоче місце; можливості екстренного виходу з робочого місця та ін.

Ергономічний аналіз робочого місця здійснюється на типовому для даної галузі підприємстві, та на групі типових для даної професії робочих місць.

Ергономічне обстеження проводять шляхом аналізу технічної документації, спостереження, опитування обслуговуючого персоналу (робітників, техніків, інженерів тощо) та інструментального дослідження.

За необхідності порівняльної оцінки робочих місць розраховують інтегральний кількісний показник ступеня впливу сукупності факторів умов праці на організм людини.

**Другий етап** – аналіз реакцій організму працівника на виробниче навантаження. Тут, крім ергономічних, проводять психофізіологічні дослідження працівників в умовах виробничого експерименту. Для цього вибирають 8 – 10 практично здорових людей віком 25 – 40 років, які мають стаж роботи на обстежуваних робочих місцях не менше одного року.

Під час оцінки ступеня важкості та напруженості праці працівника використовуються фізіологічні показники. Зокрема, для визначення важкості праці:

- частота серцевих скорочень (ударів/хв) під час роботи: загальної, регіональної, локальної, під час операцій з переважно статичним навантаженням;
- витривалість м'язів кінцівок до статичного зусилля (зниження в кінці зміни в % до початкової) під час роботи з переважно м'язовим навантаженням: загальним, регіональним, локальним;
- хвилинний об'єм дихання (л) під час роботи: загальної, регіональної, локальної;

- енерговитрати (Дж/с);
- шкірно-легеневі втрати вологи (середньозмінні, г/год).

Для визначення напруженості праці:

- скритий час рефлекторних реакцій на звук і світло (збільшення за зміну в % до початкового);
- витривалість м'язів кінцівок до статичного зусилля (зниження до кінця зміни в % до початкової);
- показники виконання коректурного тексту (зниження до кінця зміни (в % до початкового)).

**Третій етап** – ергономічна оцінка робочого місця. Результати вивчення ергономічних факторів робочого місця, отримані на першому етапі досліджень, оцінюють з точки зору відповідності їх параметрів ергономічним вимогам. Розробляючи способи та заходи усунення виявленої невідповідності, враховують ступінь важкості й напруженості праці (визначену на другому етапі досліджень) за показниками реакції організму людини на навантаження, яка виникає під час роботи на конкретному робочому місці. При цьому виходять із того, що рівень функціональної напруженості організму, який відповідає I категорії за ступенем важкості праці розцінюється як оптимальний, II категорії – як допустимий. Межа між II і III категоріями може бути прийнята як умовне обмеження навантаження, що ставиться людині під час роботи, за межами якого важкість буде такою, що може викликати несприятливі функціональні зміни, а при тривалому впливі – погіршення стану здоров'я працівника.

Робочі місця, оцінка яких виявила наявність порушень ергономічних вимог і встановила ступінь важкості й напруженості праці вище допустимої, повинні стати одними з перших об'єктів для розроблення заходів щодо оптимізації функціонування системи «людина – машина – середовище».

Під час розв'язання завдань оптимізації робочих місць одним із важливих напрямків підвищення ефективності функціонування системи є розробка ряду заходів. Передовсім вони включають:

#### 1. Заходи щодо *вдосконалення машини*:

- технічні (зміна конструкції обладнання та його елементів, застосування засобів технічної безпеки та ін.);
- технологічні (механізація й автоматизація технологічних операцій та процесів);
- організаційно-технологічні (зміна режимів роботи обладнання, застосування технологічного оснащення, попереджувальних знаків тощо).

## 2. Заходи щодо вдосконалення виробничого середовища:

- технічні (зміна конструкції обладнання для зменшення шуму, вібрації, заповишеності, загазованості, застосування дистанційного керування та ін.);
- технологічні (зміна технологічних режимів, їх оптимізація, заміна предметів праці з метою зменшення заповишеності й загазованості середовища, шуму й вібрації тощо);
- санітарно-технічні (нормалізація санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища – освітлення, опалення, вентиляції та ін.);
- будівельно-планувальні (реконструкція робочих місць, виробничих дільниць, цехів);
- організаційні (організація праці, виробництва, контроль за параметрами умов праці та ін.).

## 3. Заходи, спрямовані на підвищення працездатності людини й поліпшення стану здоров'я:

- організаційно-профілактичні (професійний відбір кадрів, профорієнтація, навчання, раціоналізація прийомів праці тощо);
- організаційні (раціоналізація режимів праці та відпочинку, зміна форм обслуговування робочих місць та ін.);
- медико-біологічні та профілактичні (використання засобів підвищення працездатності та опірності організму людини тощо);
- соціально-психологічні (нормалізація психологічного мікроклімату в колективі, формування позитивної мотивації праці тощо);
- захисні (застосування засобів індивідуального захисту).

Працездатність людини в багатьох випадках визначається правильним встановленням режиму праці та відпочинку, що означає зміну періодів праці та відпочинку протягом доби, тижня й тривалого періоду.

Під час розробки режимів праці та відпочинку необхідно встановити:

- тривалість періодів безперервної праці протягом доби (тривалість робочої зміни);
- інтервали між періодами безперервної праці (між змінами);
- кількість змін, які забезпечують чергування;
- тривалість та форму відпочинку.

Організовуючи відпочинок між періодами праці, потрібно передбачити використання різних його форм – активної та пасивної.

Під час виробничого процесу цодільно враховувати антропометричні та психофізіологічні особливості людини, її можливості стосовно зусиль, що прикладаються до органів керування машиною, ритму

виконуваних операцій, а також анатомо-фізіологічні відмінності між чоловіками та жінками.

Прийнято, що зріст дорослого чоловіка (без взуття та одягу) становить (см): високий – 187; середній – 170; низький – 153. У розрахунках часто використовують середній зріст дорослого чоловіка, прийнятого в США – 175,7 см, в Англії – 172,5 см, в Росії – 170 см, в Японії – 163,5 см.

Маса дорослого чоловіка середнього зросту (170 см) становить 80 кг, а площа поверхні шкірного покриву – 20000 см<sup>2</sup>.

Під час роботи стоячи слід враховувати те, що зріст чоловіків і жінок у середньому відрізняється на 11,1 см, довжина витягнутої у сторону руки – на 6,2 см, довжина витягнутої вперед руки – на 5,7 см, довжина ноги – на 6,6 см, висота очей над рівнем підлоги – на 10,1 см. На робочому місці в позі сидячи відмінності в розмірних співвідношеннях чоловіків та жінок пояснюються тим, що в середньому довжина тіла у чоловіків на 9,8 см і висота очей над сидінням на 4,4 см більша, ніж у жінок.

Слід зауважити, що швидкість руху правої руки під час руху зліва направо більша, а лівої – справа наліво; точність руху рук за незначних (до 20 Н) навантажень (зусилля натиску та тяги, що виконуються руками під час руху їх вперед корпусом) більша, ніж під час руху рук в обидва боки тощо. Комплексна оцінка цих можливостей людини і є ергономічним критерієм.

Реалізація основних ергономічних вимог щодо режимів праці та відпочинку дає змогу забезпечити необхідний рівень працездатності, зменшити втому, зберегти здоров'я людей.

### *Контрольні запитання та завдання*

1. Охарактеризуйте аутоекологічні стосунки в системі “людина – середовище”.
2. Дайте визначення поняття “екологічний фактор”.
3. Як класифікують екологічні фактори?
4. Охарактеризуйте вплив екологічних факторів на організм людини.
5. Що таке гомеостаз організму людини і до чого призводить його порушення?
6. Назвіть найпоширеніші патологічні стани, які є наслідком негативних антропогенних впливів.
7. Поясніть поняття “гігієна” і “санітарія”.

8. Що таке “гігієна праці”?
9. Поясніть висловлювання “здоров’я людини – інтегральний показник особистого та суспільного благополуччя”.
10. Розкрийте основні питання ергономіки та її роль в охороні праці.

## ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

### 5.1. Основні параметри мікроклімату та їх вплив на організм

Людина в процесі праці перебуває в різних мікрокліматичних умовах. *Мікроклімат* – це клімат організму в місці його перебування. Він є одним із характерних параметрів екологічної ніші людини, в якій вона перебуває в даний час (гарячий цех, чи холодні підвали винного заводу).

Екологічна ніша виробничої дільниці включає в себе *повітря робочої зони*, яка є простором висотою до 2 м над рівнем підлоги чи площадки, де розміщене робоче місце.

Мікроклімат виробничого приміщення – це умови його внутрішнього середовища, які впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінювання. (ДСН 3.3.6. 042 - 99)

Таким чином, до нормованих показників мікроклімату робочої зони належать:

- температура ( $t$ , °C);
- відносна вологість ( $r$ , %);
- швидкість руху повітря ( $V$ , м/с);
- інтенсивність теплового випромінювання ( $i$ , Вт/м<sup>2</sup>).

Для вимірювання температури повітря використовують різноманітні термометри (рис. 5.1). Відносна вологість повітря вимірюється гігрометрами або психрометрами (рис. 5.2) і визначається як відношення пружності ( $e$ ) водяної пари, що перебуває у повітрі, до максимальної пружності ( $E$ ) водяної пари, яка насичує повітря над поверхнею чистої води (пружність насичення) при даній температурі і виражається у відсотках:

$$r = \frac{e}{E} \cdot 100 \%. \quad (5.1)$$



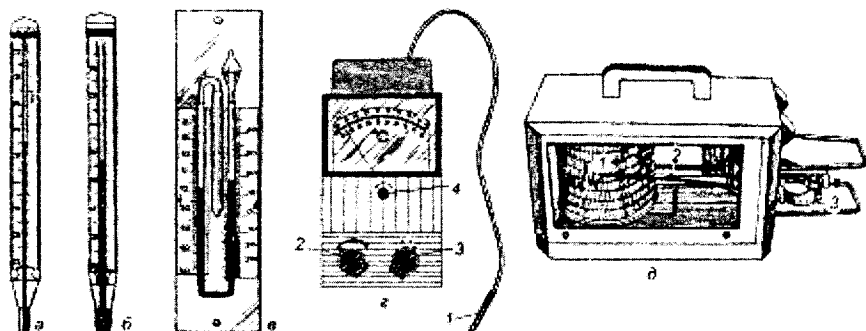


Рис. 5.1. Термометри: *a* – максимальний; *б* – мінімальний; *в* – максимально-мінімальний; *г* – електротермометр (*1* – перетворювач, *2* – ручка потенціометра, *3* – ручка перемикача, *4* – коректор); *д* – термограф (*1* – біметалева пластинка, *2* – самописне перо, *3* – циліндр з годинниковим механізмом).

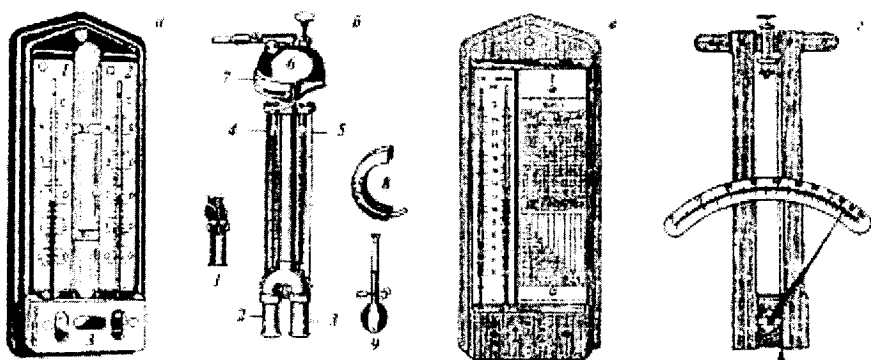


Рис. 5.2. Психрометри: *а* – станційний (Августа): *1* – сухий термометр; *2* – вологий термометр; *3* – резервуар, обгорнутий батистом; *б* – аспіраційний (Ассмана); *1-3* – металеві трубки, в які вміщені кульки термометрів; *4-5* – термометри; *6* – вентилятор; *7-8* – запобіжник від вітру; *9* – піпетка для змочування тканини вологого термометра; *в* – гігрометр психрометричний; *г* – волосяний гігрометр

Як відомо, зі зростанням температури повітря рівень відносної вологи падає, а тому слід постійно стежити за зміною температурного режиму.

Швидкість руху повітря вимірюють анемометром (рис. 5.3).

На виробництві зустрічаються три принципово різні за своїм походженням способи поширення тепла: теплопровідність, конвекція та теплове випромінювання.

*Теплопровідність* – один із видів перенесення тепла (енергії теплового руху мікрочастинок) від більш нагрітих частин тіла до менш нагрітих, що приводить до вирівнювання температури.

*Конвекція* – перенесення тепла в рідинах, газах або сипучих середовищах потоками речовини. Розрізняють *природну* або *вільну* та *вимушену конвекцію*.

Природна конвекція виникає при нерівномірному нагріванні (нагріванні знизу) текучих або сипучих речовин, які перебувають в полі сили тяжіння (або у системі, що рухається з прискоренням). Речовина, яка нагріта сильніше, має меншу щільність і під дією архімедової сили переміщається відносно менш нагрітої речовини.

Під час конвекції відбувається обмін теплом між поверхнею людського тіла й поверхнею, на котру діє потік повітря. Конвективний теплообмін залежать від температури тіла і повітря, швидкості руху повітря, фізіологічного стану людини тощо.

*Теплове (температурне) випромінювання* – це теплообмін внаслідок електромагнітних коливань між тілами, які розділені магнітним середовищем.

В деяких виробничих зонах можуть комбіновано діяти водночас усі три способи поширення тепла.

У виробничі приміщення з високим рівнем тепловиділення близько 2/3 тепла поступає за рахунок випромінювання, а решта припадає на конвекцію.

Інтегральним показником стану людського організму є середня температура тіла 36,5 °С. Завдяки процесу *терморегуляції* (підтриманню постійної температури) організм здатний віддавати в навколишнє середовище надлишки тепла. Це відбувається внаслідок таких фізичних явищ як *випромінювання, конвекція, випарування і кондукція*.

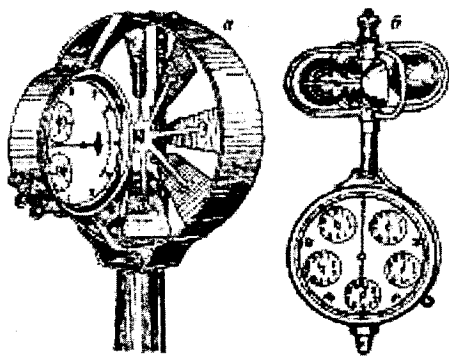


Рис. 5.3 Анемометри: а – крильчастий; б – чашковий

Повітря є середовищем, яке постійно приймає тепло, виділене людським організмом (це явище називають теплообміном, який визначають за рівнянням Стефана-Больцмана:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_0}} \left[ \left[ \frac{t}{100} \right]^4 - \left[ \frac{t_n}{100} \right]^4 \right] \cdot S_i, \quad (5.2)$$

де  $C_1, C_2$  – коефіцієнти, що враховують теплообмін випромінюванням поверхонь;  $C_0 = 5,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}^4$  – коефіцієнт, що враховує випромінювання абсолютно чорного тіла;  $t$  – середня температура поверхні тіла та одягу людини,  $K$ ;  $t_n$  – середня температура навколишнього середовища,  $K$ ;  $S_i$  – площа тіла людини, що поглинає чи випромінює тепло.

Якщо  $t > t_n$ , то тіло випромінює тепло.

Часто організм людини поглинає теплове випромінювання від нагрітого обладнання певною площею  $S_2$ . У цьому випадку рівняння може виглядати наступним чином:

$$Q_1 = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{S_2}{S_3} \left( \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0} \right)} \left[ \left( \frac{t}{100} \right)^4 - \left( \frac{t_n}{100} \right)^4 \right] \cdot S_1. \quad (5.3)$$

Беручи до уваги обидва рівняння, пересвідчуємося, що теплообмін випромінювання зумовлюється температурою тіла людини, повітря та обладнання. У цьому випадку не враховується дія вітру.

Конвективний теплообмін підсистеми „людина – навколишнє середовище” визначається законом Ньютона:

$$Q_{\text{кв}} = L \cdot S(t - t_n), \quad (5.4)$$

де  $L$  – коефіцієнт, який враховує тепловиділення (за нормальних параметрів мікроклімату часто приймається  $L = 4,06 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ ;  $S$  – площа тепловіддачі тіла людини (приймається  $S = 1,8 \text{ м}^2$ );  $t$  – температура поверхні тіла людини,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_n$  – температура навколишнього середовища,  $^{\circ}\text{C}$ .

Тепловіддача тіла людини залежить від інтенсивності випарування вологи шкірним покривом, що можна виразити формулою:

$$Q_{\text{ТВ}} = f(P_{\text{max}}, \rho, V), \quad (5.5)$$

де  $P_{\text{max}}$  – густина водяної пари у повітрі при максимальній насиченості для даної температури;  $\rho$  – густина водяної пари шкірного покриву;  $V$  – швидкість руху повітря.

Передачу тепла з навколишнього середовища через одяг людини можна описати рівнянням теплопровідності Фур'є:

$$Q_{ТВ} = \frac{\lambda_0}{\Delta_0(t - t_n)}, \quad (5.6)$$

де  $\lambda_0$  – коефіцієнт, який враховує теплопровідність тканини одягу, Вт/м °С;  $\Delta_0$  – товщина тканини одягу людини, м

У виробничій зоні людину часто оточують дуже гарячі або дуже холодні (з мінусовою температурою) предмети. Теплообмін, який відбувається при безпосередньому дотику людини до таких предметів, називають *кондукцією*. Цей теплообмін можна обчислити за формулою:

$$Q_{kg} = K(t \pm t_n) \cdot S, \quad (5.7)$$

де  $K$  – коефіцієнт теплопередачі теплопровідністю, Вт/м<sup>2</sup> К;  $t$  – температура поверхні тіла, °С;  $t_n$  – температура навколишнього середовища, °С;  $S$  – площа нагрівання або охолодження тіла.

За умови  $t_n > t$  тепловіддача відбувається за рахунок випромінювання та конвекції; якщо ж  $t_n = t$ , то тепловіддача здійснюється за рахунок випаровування.

Величина тепловиділення організмом людини значною мірою залежить від ступеня фізичної напруги та параметрів виробничого мікроклімату (в стані спокою становить 85 Вт). В умовах тяжкої фізичної роботи цей показник може досягати 500 Вт.

Таким чином тепловіддача від організму людини в навколишнє середовище відбувається наступним шляхом: внаслідок теплопровідності через одяг ( $Q_o$ ); конвекцію тіла ( $Q_k$ ); випромінювання на оточуючі поверхні ( $Q_n$ ); випаровування вологи з поверхні шкіри ( $Q_{вип}$ ), а також за рахунок нагрівання повітря, що видихається людиною ( $Q_d$ ), тобто:

$$Q_{заг} = Q_o + Q_k + Q_n + Q_{вип} + Q_d. \quad (5.8)$$

Цей вираз називають рівнянням теплового балансу. Наведені шляхи теплопередачі непостійні та залежать від мікроклімату приміщення, а також температури оточуючих людину поверхонь (стіни, стеля, обладнання тощо). Коли температура цих поверхонь нижче температури людського тіла, то теплообмін випромінювання йде від організму людини до холодних поверхонь, і, навпаки, якщо температура довікля вища – від нагрітих поверхонь до людини. Якщо тепловіддача конвекцією залежить від температури повітря в приміщенні та швидкості його руху на робочому місці, то віддача тепла шляхом випарування – від відносної вологості та швидкості руху повітря. Близько 90 %

загальної кількості тепла, що відводиться від організму людини, належить випромінюванню, конвекції й випаруванню.

Всі ці теплові впливи викликають різні психофізіологічні реакції. Як пояснює аутокологія, в системі моноцен (людина ↔ середовище) проявляються стосунки типу „акція – реакція”. На підвищення температури повітря та зменшення відносної вологості організм реагує зростанням потовиділення, що негативно впливає на роботу серцево-судинної і дихальної системи. Водночас порушуються функції терморегуляції, що супроводжується головними болями, шумами у вухах, а в окремих випадках, коли температура тіла сягає 40 – 42 °С, – тепловими ударами. При переохолодженні виникають простудні захворювання, хронічні запалення суглобів тощо. Надмірне пониження відносної вологості повітря викликає неприємні відчуття в області слизистої оболонки носа і гортані. Щоб уникнути цих негативних наслідків, слід правильно підібрати параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях.

## **5.2. Оптимальні й допустимі параметри мікроклімату та шляхи захисту організму від перегріву чи переохолодження**

У вітчизняних нормативних документах введені поняття оптимальних і допустимих параметрів мікроклімату.

*Оптимальними* мікрокліматичними умовами є такі поєднання кількісних параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального функціонального і теплового стану організму без напруження терморегуляційних механізмів. Все це створює прийнятний тепловий комфорт і створює передумови для високого рівня працездатності.

*Допустимими умовами* називають такі поєднання кількісних параметрів мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину дають змогу організму швидко нормалізувати функціональний і тепловий стан. При цьому не виникає пошкоджень або ознак порушення здоров'я, але все ж спостерігаються погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях перебувають в прямій залежності від *важкості роботи*, (табл. 5.1), кількості надлишкового тепла у приміщеннях та *сезону року*.

Виділяють *холодний* та *перехідний* періоди року (із середньодобовою температурою зовнішнього повітря нижче за +10 °С), а також *теплі* період року (з температурою +10°С і вище).

Таблиця 5.1

**Категорії робіт за ступенем важкості**

Категорії робіт	Характеристики робіт
Легка – I	Роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням, але не вимагають фізичних зусиль
Середньої важкості – II а	Роботи, які постійно виконуються ходячи, а також виконуються сидячи або стоячи, але не вимагають переміщення вантажів
Середньої важкості – II б	Роботи, пов'язані з ходінням і переміщенням вантажів до 10 кг
Важка –III	Роботи, які пов'язані з систематичними напруженням, постійним переміщенням і перенесенням (понад 10 кг) вантажів

Всі категорії виконуваних робіт поділяють на *легкі* (енергозатрати до 120 Вт), *середньої важкості* (енергозатрати на рівні 172–293 Вт) і *важкі* (енергозатрати вище 293 Вт).

За кількістю надлишкового тепла всі виробничі приміщення поділяють на дві категорії: а) з незначним надлишком явної теплоти (тепло, що поступає від обладнання, опалювальних приладів, сонячного нагріву, людей тощо) –  $Q_{\text{вт}} \leq 23,2 \text{ Дж/м}^3\text{с}$ ; б) із значним надлишком явної теплоти –  $Q_{\text{вт}} > 23,2 \text{ Дж/м}^3\text{с}$ ;

Виробничі приміщення з незначним надлишком явної теплоти відносять до „холодних цехів”, а із значним – до „гарячих”.

Для забезпечення нормальних параметрів мікроклімату в робочій зоні необхідно проводити такі заходи:

- механізацію;
- автоматизацію виробничих процесів;
- раціональне розміщення обладнання;
- захист від джерел теплового випромінювання;

- влаштування систем вентиляції та кондиціювання повітря;
- опалення;
- постачання питною водою.

*Механізація й автоматизація* виробничих процесів дає змогу або різко знизити трудове навантаження на працюючих, або ж зовсім усунути людину із виробничого середовища, перекинувши його трудові функції на автоматизовані машини й обладнання. Проте ці заходи, як правило, дорогі та часто недоступні виробнику.

*Раціональне розміщення обладнання.* У цехах з тепловиділенням застосовують таке розміщення виробничого обладнання й організацію робочих місць, які б забезпечували комфортні умови праці. Передбачено, наприклад, розміщення обладнання, що виділяє тепло, під операційними ліхтарями.

*Захист від джерел теплового випромінювання.* Для захисту від теплового випромінювання використовують різні теплоізолюючі матеріали, екранування, вентиляцію та кондиціювання повітря. Теплозахисні засоби мають забезпечувати теплове опромінення на робочих місцях не більше  $350 \text{ Вт/м}^2$  і температуру поверхні обладнання не вище  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  при температурі всередині джерела тепла  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  і не вище  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  – при температурі всередині джерела тепла понад  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

*Теплоізоляція.* Основним показником, який характеризує ефективність теплоізоляційних матеріалів, є низький коефіцієнт теплопровідності ( $\lambda$ ), який характеризує кількість тепла, що проходить за одиницю часу через одиничну площу стінки при різниці температур між поверхнями стінки один градус. Важливо, щоб цей коефіцієнт був низьким, для більшості теплоізоляційних матеріалів він становить  $0,025\text{--}0,2 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ . Серед ефективних теплоізоляційних матеріалів є азбестова тканина і картон, спеціальний бетон, цегла, мінеральна та шлакова вата, керамзит, пемза, совеліт, пінопласт, слюда.

Теплоізоляційні матеріали підбирають залежно від типу тепловиділяючого обладнання. Наприклад, при температурі теплоізолюючої поверхні  $500\text{--}600 \text{ }^\circ\text{C}$  застосовують азбест, совеліт та мінеральну вату; при температурі  $800\text{--}900 \text{ }^\circ\text{C}$  – азбозуріт; при температурі понад  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  – вермикуліт, спеціальні керамічні частини тощо. Як теплоізоляційні матеріали для трубопроводів гарячої води, а також для трубопроводів холодопостачання промислових холодильників використовують мінеральні вати.

*Екранування.* Теплозахисні екрани застосовують для локалізації джерел теплового випромінювання, зниження опромінюваності на робочих місцях, а також для зменшення температури поверхонь, що

оточують місце праці. Частина теплового випромінювання вони відбивають, а частину поглинають.

Ефективність теплозахисного екрану оцінюють часткою, що поглинається. Для кількісної характеристики захисної дії використовують: кратність ослаблення теплового потоку ( $m$ ), та ефективність дії екрана ( $\eta_e$ ). Ці характеристики описуються наступними залежностями:

$$m = \frac{E_1}{E_2} \quad \text{і} \quad \eta_e = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \cdot 100\%, \quad (5.9)$$

де  $E_1$  і  $E_2$  – інтенсивність теплового опромінювання на місці праці відповідно до і після встановлення екранів, Вт/м<sup>2</sup>.

Отже, показник  $m$  визначає в скільки разів первинний тепловий потік на робочому місці перевищував тепловий потік після встановлення там екрана, а показник  $\eta_e$  – яка частина із первинного потоку доходить до робочого місця, захищеного екраном. Ефективність для  $\eta_e$  більшості екранів становить 50 – 98,8 %.

Екрани за характером дії поділяють на такі, що відбивають, поглинають та відводять тепло. Ті екрани, що відбивають тепло виготовляють з алюмінію або сталі, а також фольги чи сітки на їх основі. Ефективність таких екранів сягає 80 – 90 %.

Поглинаючі тепло екрани виготовляють з вогнестійкої цегли (типу шамота), азбестового картону або вогнетривкого скла (прозорі екрани). Їх ефективність при температурі 100 °С сягає 80 %.

Екрани, що відводять тепло – це пустотілі конструкції, які охолоджуються з середини водою. Як тепловідвідні екрани виступають водяні завіси, які влаштовують біля технологічних отворів промислових печей і через які вводять всередину печей інструменти, оброблювані матеріали, заготовки тощо.

### 5.3. Вентиляція повітря й опалення приміщень

Для створення необхідних параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні використовують системи вентиляції та кондиціонування повітря, а також різні опалювальні системи.

Вентиляція – це організований і регульований повітрообмін, який забезпечує видалення з виробничих приміщень нагрітого або забрудненого повітря і подачу чистого зовнішнього.

На рис. 5.4 зображена схема аерації цеху, яка дає змогу підтримувати необхідні параметри повітряного середовища у всьому об'ємі приміщення як у теплу, так і холодну погоду.



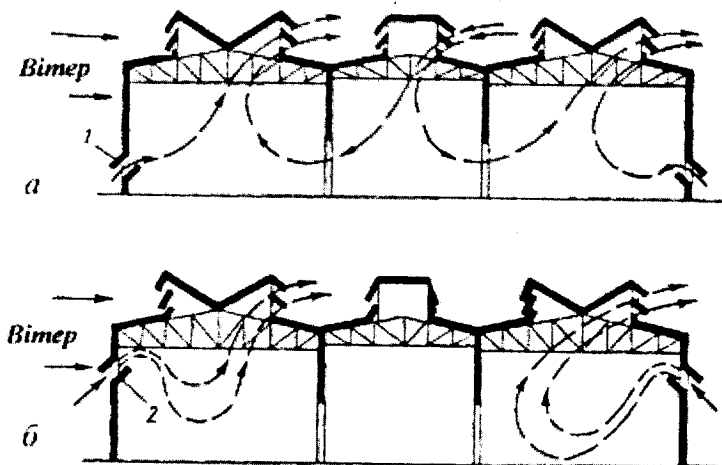


Рис. 5.4. Схема аерації цеху:  
*a* – в теплу погоду; *б* – в холодну погоду;  
 1 – нижні отвори; 2 – верхні отвори (фрамуги)

Для забезпечення ефективної роботи системи загальнообмінної вентиляції необхідно, щоб у приміщення поступало стільки повітря ( $L_{\text{прт}}$ ), скільки з нього видалено ( $L_{\text{вид}}$ ).

Кількість припливного повітря, необхідного для видалення надлишку явної теплоти з приміщення ( $Q_{\text{надл}}$ , кДж/м<sup>3</sup>/год), можна визначити за формулою:

$$L_{\text{прт}} = \frac{Q_{\text{надл}}}{C\rho(t_{\text{вид}} - t_{\text{прт}})}, \quad (5.10)$$

де  $L_{\text{прт}}$  – необхідна кількість припливного повітря, м<sup>3</sup>/г;  $C$  – питома теплоємність повітря при постійному тиску, дорівнює 1кДж/(кг.град);  $\rho_{\text{прт}}$  – щільність припливного повітря, кг/м<sup>3</sup>;  $t_{\text{вид}}$  – температура повітря, яке видаляється з приміщення, °С;  $t_{\text{прт}}$  – температура припливного повітря, °С;

Часто технологічний процес супроводжується виділенням парів і надмірним зволоженням повітря робочої зони, викликаючи дискомфортні умови праці. Для розрахунку кількості припливного повітря, необхідного для видалення цієї вологи, використовують формулу:

$$L_{\text{прт}} = \frac{G_{\text{ВП}}}{\rho_{\text{прт}}(d_{\text{вих}} - d_{\text{прт}})}, \quad (5.11)$$

де  $G_{\text{вп}}$  – маса водяних парів, що виділяються в приміщенні, г/год;  
 $d_{\text{вих}}$  – вміст вологи у повітрі, що видаляється з приміщення, г/кг;  
 $d_{\text{прт}}$  – вміст вологи у зовнішньому повітрі, г/кг;  $\rho_{\text{прт}}$  – щільність припливного повітря.

Якщо з приміщення необхідно водночас видалити пари вологи та надлишок тепла, то послідовно проводять розрахунок спочатку за формулою (5.10), а потім – за другою (5.11). Результатом, потрібним для реалізації поставленої мети, буде більше з одержаних значень.

Вентиляція залежно від способів приведення в рух повітря може бути *природною, механічною (штучною), чи комбінованою*. За своїм призначенням вентиляцію поділяють на *робочу та аварійну*.

За місцем дії вентиляції бувають *загальнообмінні та місцеві*. Загальнообмінна вентиляція сприяє підтриманню необхідних параметрів повітряного середовища у всьому об'ємі приміщення. Місцева вентиляція оздоровлює повітряний простір лише в певній частині приміщення, а точніше на робочому місці, забезпечуючи працюючих чистим повітрям та вилучаючи з нього шкідливі речовини.

За напрямом потоків повітря вентиляція буває *припливною та витяжною*. Якщо перша створює сприятливі умови в обмеженій частині приміщення, то витяжна запобігає розповсюдженню забруднюваності повітря в робочій зоні та приміщеннях.

За умов припливної вентиляції повітря, яке забирається вентилятором з атмосфери, після очищення та підігріву надходить у спеціальні канали, які називають повітроводами, і розводиться по виробничому приміщенню. Нагріте повітря, яке містить водяні пари, пил, відводиться з приміщення за допомогою витяжної вентиляції.

Припливну та витяжну вентиляцію часто об'єднують і таку систему вентиляції називають *припливно-витяжною*. Значного поширення набула припливно-витяжна вентиляція з рециркуляцією повітря, для якої властивим є використання частини повітря, яке усувають з приміщення в системі припливної вентиляції. Водночас рециркульоване повітря розбавляється частиною свіжого, яке надходить з атмосфери. Така система вентиляції сприяє зниженню затрат на очищення повітря, що поступає з атмосфери, а також на його нагрівання.

Місцева витяжна вентиляція буває *відкритого чи закритого* типу. Найефективнішими вважаються *закриті витяжки або всмоктувачі*, до яких належать, наприклад, витяжні шафи.

Зупинимось детальніше на природній вентиляції, яку за характером повітрообміну поділяють на загальнообмінну *неорганізовану й організовану*.

Неорганізована або провітрювальна чи інфільтрівна вентиляція полягає у забезпеченні різниці тиску ззовні і всередині приміщення, що забезпечує заміну повітря у приміщенні через нещільності в огороженнях і елементах будівельних конструкцій. Процес повітрообміну в такому випадку залежить від різниці температур повітря всередині та ззовні приміщення, сили і напрямку вітру. Для промислових об'єктів інфільтрація приймається 1 – 1,5 об'єму будівлі за годину.

Для повітрообміну з одночасним підтримуванням чистоти повітря у виробничих приміщеннях використовують загальнообмінну організовану або регульовану природну вентиляцію, яка може бути каналною або (чи) безканалною (аераційною).

*Безканална (аераційна)* вентиляція відбувається за рахунок різниці гравітаційного тиску повітря, що наявне всередині та ззовні приміщення, а також дії вітру. Обмін повітря здійснюється через отвори в стінах (вікна) та в перекриттях.

В умовах природної каналної вентиляції норма повітря на людину становить 30 м<sup>3</sup>/год, за умови, що об'єм приміщення, який припадає на людину, становить 20 м<sup>3</sup>. Якщо ж об'єм приміщення на людину не перевищує 20 м<sup>3</sup> – то норма повітря приймається 20 м<sup>3</sup>/год.

Аераційна вентиляція дає змогу економити механічну енергію, водночас негативним є той факт, що приточне повітря надходить до приміщення неочищеним.

У процесі проектування аераційних систем вентиляції для холодної пори року передбачають заходи, які запобігають:

- зниженню температури повітря в робочій зоні нижче допустимої норми;
- накопиченню в приміщення водної пари;
- конденсації вологи на стінах і металевих поверхнях.

Видалення забрудненого повітря з виробничих приміщень можна забезпечити, крім природного його руху, за рахунок механічних пристроїв, які називають *дефлекторами* та встановлюють у депо, гаражах, побутових приміщеннях. Їх влаштовують як правило на покрівлі споруд, вище гребня даху в зоні ефективної дії повітря. На період, коли виробничі приміщення не функціонують (вихідні дні, свята) канали дефлекторів перекривають спеціальними засувками чи клапанами, що запобігає переохолодженню приміщень. Незважаючи на значну економічну ефективність природної вентиляції, вона не може замінити собою механічну – як припливну, так і витяжну.

Перевагами механічної вентиляції є:

- великий радіус дії за рахунок значного тиску, викликаного вентилятором;
- зміна або збереження необхідного повітрообміну незалежно від температури зовнішнього повітря;
- очищення забрудненого повітря перед видаленням його в атмосферу.

Під час механічної вентиляції повітря переміщується за допомогою спеціальних повітродувних машин-вентиляторів, які створюють певний тиск і переміщують повітря у вентиляційні мережі. Однак така вентиляція створює значне шумлення прилеглих територій.

Як вже згадувалося, за способом передачі та видалення повітря, механічна вентиляція поділяється на припливну, витяжну й комбіновану.

*Припливна* вентиляція забезпечує подачу повітря у виробничі приміщення після його попереднього очищення та зволоження. Утворений внаслідок дії вентиляторів надлишковий тиск забезпечує витіснення повітря назовні через вікна та двері.

*Витяжна* вентиляція забезпечує видалення перегрітого і забрудненого повітря з виробничого приміщення, не даючи йому перейти у сусідні приміщення.

*Комбінована* вентиляція – це одночасне поєднання – припливної та витяжної.

У виробничих приміщеннях, де можливе виділення в повітря великої кількості шкідливих та вибухонебезпечних речовин, використовують *аварійну* вентиляцію. Під час аварії вона має забезпечити повний обмін повітря у приміщенні впродовж однієї години, враховуючи при цьому й роботу діючої механічної витяжної вентиляції.

Для забезпечення необхідних параметрів мікроклімату на певній ділянці виробничого приміщення, як вже було сказано вище, використовують місцеву припливну вентиляцію: повітряні душі, повітряні завіси й оази.

*Повітряні або повітряно-теплові завіси* влаштовують у дверних пройомах і воротах для захисту людей від охолодження під час холодного та перехідного періоду року, коли охолодження приміщень призводить до частих простудних захворювань. Принцип роботи завіс полягає в тому, що під кутом до холодного повітряного потоку, що надходить у приміщення, направляють повітряний потік підігрітого (або ж кімнатної температури) повітря, який або знижує швидкість та змінює напрям холодного повітряного потоку, зменшуючи вірогідність виникнення протягів, або ж підігріває холодний потік (у випадку

повітряно-тепловій завісі). Такі повітряно-теплові завіси можна побачити на станціях метрополітену або на входах у великі магазини.

Температура повітря, що подається повітряно-тепловою завісою, підтримується на рівні 50 °С для зовнішніх дверей і 70 °С – для воріт і технологічних отворів, причому швидкість повітряного потоку тримається в межах 10 – 15 м/с.

*Повітряний душ* – це струмінь прохолодного зволоженого повітря зі швидкістю 1 – 3,5 м/с, що огортає тіло людини, збільшуючи тепловіддачу від організму в навколишнє середовище. Їх використовують для захисту працюючих від впливу теплового випромінювання інтенсивністю 350 Вт/м<sup>2</sup> і більше.

*Повітряні оази* – це обмежені перегородами ділянки виробничого приміщення, в яких створюється мікроклімат певних параметрів. Здебільшого вони створюються в гарячих цехах.

Для підтримування заданої температури повітря у приміщеннях холодної пори року використовують різні системи опалення: водяну, парову, повітряну та комбіновані.

У системах *водяного* опалення як теплоносії використовують воду, нагріту до 100 °С чи вище. Така система опалення найбільш ефективна у санітарно-гігієнічному відношенні.

Системи *парового* опалення використовують переважно у промислових приміщеннях. Теплоносієм у них є пара низького або високого тиску.

У *повітряних* системах для опалення використовують нагріте у спеціальних установках (калориферах) повітря. Комбіновані системи опалення включають в себе описані вище елементи опалювальних систем.

У випадку пожежі вентиляційні системи та установки кондиціонування повітря одночасно з пуском електродвигуна пожежного насоса мають автоматично відключатися, оскільки вони, подаючи свіже насичене киснем повітря, сприятимуть поширенню пожежі.

## 5.4. Кондиціонування повітря

Сучасне виробництво для підтримування певного мікрокліматичного режиму та створення комфортних умов праці широко використовує установки для *кондиціонування повітря*, тобто створення й автоматичне підтримування у виробничих і побутових приміщеннях незалежно від зовнішніх метеорологічних умов постійних або змінюваних за певною програмою мікрокліматичних характеристик.

Системи кондиціонування (доведення повітря до певних кондицій) поділяють на *місцеві* (обслуговують одне приміщення) та *центральні* (обслуговують кілька приміщень або будівлю в цілому). У першому випадку агрегат для кондиціонування повітря розташовують безпосередньо у виробничому приміщенні, у другому – в окремо відведеному для кондиціонерів залі.

Кондиціонування повітря забезпечує певні якості (кондиції) повітря робочих зон, зокрема температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря, його чистоту, газовий та іонний склад.

Установки кондиціонування повітря автоматично підтримують у закритих приміщеннях всі або окремі згадані параметри повітря з метою забезпечення метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей.

Зупинимося на основних вимогах до установок кондиціонування повітря – технологічних, санітарно-гігієнічних та експлуатаційних.

*Технологічні вимоги* пов'язані з забезпеченням високої якості продукції, що випускається.

*Санітарно-гігієнічні вимоги* передбачають забезпечення в приміщеннях певних параметрів мікроклімату, необхідних для комфортної діяльності людини. Швидкість і напрямок повітря, а також різниця температур між повітрям, яке наявне в приміщенні і тим, що в нього надходить, розміщення повітророзподілювачів і витяжних отворів, має бути таким, щоб у зоні, де знаходяться люди, були відсутні місцеві шкідливі або неприємні потоки повітря.

До *експлуатаційних вимог* відносять можливість швидкого перемикання з режиму обігріву на режим охолодження в перехідну пору року та при різких перепадах температури зовнішнього повітря й теплопоступлень, забезпечення малої теплової інертності системи, а також взаємного кондиціонування кондиціонерів, яке полягає в тому, щоб при виключенні одного з них можна було подати в робочу зону повітря із сусідніх. Експлуатаційні вимоги також передбачають регулювання температури та відносної вологості повітря, концентрацію обладнання, яке потребує систематичного обслуговування, можливість часткового перепланування приміщень у процесі експлуатації, що особливо важливо для промислових будівель зі швидкозмінюваною технологією виробництва.

У *класифікаційній структурі* установок кондиціонування повітря за призначенням на ергономічній основі виділяють три групи і сім підгруп.

**Група 1** (символ „машина”) – технологічне кондиціонування повітря. Установки створюють для обслуговування технологічних апаратів, машин, камер, боксів тощо, тобто для всіх тих випадків, коли умови повітряного середовища диктуються забезпеченням працездатності технологічного обладнання. Параметри повітряного середовища можуть відрізнятися від санітарно-гігієнічних норм. Група 1 має дві модифікації.

Установки підгрупи 1 – 1 застосовують у кондиційованих об'єктах, які повністю виключають можливість перебування в них людини (системи технологічного охолодження, електронні блоки обчислювальних машин), а установки підгрупи 1 – 2 – в технологічних апаратах (машинах, камерах, боксах) і приміщеннях з особливими параметрами повітряного середовища (колометричного, екологічного та іншого призначення), в яких людина не присутня або ж заходить періодично (для зняття показів приладів, зміни режиму роботи тощо). Якщо для підгрупи 1 – 1 не існує якихось обмежень за параметрами і складом повітряного середовища, то для підгрупи 1 – 2 газовий склад повітряного середовища має перебувати в межах, установлених ГОСТ 12.1.005-88.

**Група 2** (символ „машина – людина”) – технологічно комфортне кондиціонування повітря. Установки створюють для обслуговування виробничих приміщень, в яких люди перебувають періодично або постійно впродовж робочої зміни. Різноманітність умов застосування цієї групи зумовила розподіл їх на три підгрупи.

Установки підгрупи 2 – 1 використовують для забезпечення умов нормального проведення технологічних процесів. Ними облаштовують виробництва, в яких практично неможливе або затруднене одержання продукції без підтримання певних параметрів повітряного середовища, оскільки коливання параметрів повітря суттєво впливає на якість продукції. Отже, тут кондиціонування повітря диктується вимогами технології, в якій задіяні люди. Параметри кондиціонування встановлюються згідно з санітарно-гігієнічними вимогами.

Установки підгрупи 2 – 2 служать для виключення з виробничого процесу дискомфортних умов праці за важких режимів роботи. Кондиціонування покликане охороняти здоров'я і працездатність людей.

Установки підгрупи 2 – 3 призначені для забезпечення комфортних умов праці, які сприяють підвищенню працездатності робітників, поліпшенню основних технологічних режимів, зменшенню захворюваності та зниженню експлуатаційних витрат тощо. Цей тип кондиціонування диктується вимогами наукової організації праці та іншими

організаційно-технічними заходами, а також економічним розрахунком.

**Група 3** (символ „люди”) – комфортне кондиціонування, яке забезпечує санітарно-гігієнічні умови праці та відпочинку або ж звичайне перебування людей у житлових приміщеннях. Ця група охоплює обслуговування установками людей, які перебувають поза промисловим виробництвом і поділяється на 2 підгрупи.

Установки підгрупи 3 – 1 обслуговують приміщення житлових будівель, в яких для однієї частини людей це тимчасове перебування, (наприклад, покупці в магазині), а для іншої – довготривале (продавці в тому ж магазині). Установки підгрупи 3 – 2 обслуговують лише житлові приміщення.

Для виявлення районів застосування комфортного кондиціонування повітря та почерговості його впровадження здійснено кліматичне районування території України, критерієм якого є тривалість несприятливих кліматичних умов. Систему кондиціонування повітря вибирають з врахуванням зовнішніх кліматичних умов – температури та вологості повітря, забрудненості атмосфери, рівня шуму, континентальності клімату (добової амплітуди повітря), а також типу приміщення будівлі, режиму його експлуатації (тривалості перебування людей) і рівня програмованого комфорту (табл. 5.2).

Кліматичне районування для потреб кондиціонування повітря території України з гарячою порою року передбачає не менше двох місяців (III і IV кліматичні райони, виключаючи Закарпатську обл.). Тривалість періоду охолодження приміщень в III районі – 56 – 94 дні, в IV – до 153 днів.

У IV підрайоні в літні місяці спостерігаються виключно високі температури (>32 °C) та сильні пилові вітри вдень. Внаслідок сильного перегріву домогтися комфорту звичними засобами неможливо навіть в малоповерхових будівлях, тому тут необхідне повсюдне кондиціонування повітря.

До III А підрайону відносять міста Дніпропетровськ, Кіровоград, Донецьк, Луганськ.

У пустельних місцевостях, де спостерігаються пилові бурі, при кондиціонуванні необхідна герметизація приміщень.

Залежно від кліматичних умов, влітку в житлових будинках рекомендуються наступні режими експлуатації приміщень: відкритий (вікна відкриті цілодобово) – в III А і III Б підрайонах; змішаний (день – відкритий, ніч – закритий) – в III А, III Б. Закритому режиму відповідає безперервна робота кондиціонерів, відкритому та змішаному – періодична.



## Кліматичні райони України для потреб кондиціювання повітря

Показники	Кліматичні райони та підрайони		
	III		
	III А–теплий, різкоконтинентальний	III Б–теплий, підвищена вологість	III В–теплий, помірна вологість
Розрахункова літня температура зовнішнього повітря для кондиціювання (параметри Б), °С	35,1 – 35,8	30,5 – 35,4	31,9 – 34,9
Коефіцієнт ефективності випаровуваного охолодження	0,7 – 0,72	0,39 – 0,65	0,57 – 0,71
Тривалість періоду із середньодобовою температурою понад 20 °С (кількість жарких днів у році)	66 – 75	60 – 88	56 – 94
Тривалість періоду (год), з ентальпією зовнішнього повітря, кДж/кг: 53,2 – 56,9; понад 56,9	196 85	407 – 902 253 – 585	254 – 621 104 – 355
Відношення охолодження до опалення, %	4 – 6	6 – 15	4 – 11

Кондиціювання повітря згідно із нормативами, передбачено:

- в актових залах, аудиторіях місткістю 150 чол. і більше III і IV кліматичних районів;
- у залах і гарячих цехах ресторанів, кафе та їдалень відкритої мережі при кількості посадкових місць більше 200 в усіх кліматичних

районах і при кількості посадочних місць понад 200 – у IV кліматичному районі;

- у торгових залах магазинів загальною площею 3500 м<sup>2</sup> і більше за розрахункової зовнішньої температури для теплої пори року 25 °С і вище (параметри А), в торгових залах загальною площею 1000 м<sup>2</sup> і більше IV кліматичного району;

- у читальних, лекційних залах і приміщеннях наукових бібліотек із кількістю зберігання 200 тис. одиниць і більше, читальних, лекційних залах, архівах бібліотек з 1 млн одиниць зберігання;

- у залах ЕОМ, приміщеннях зовнішніх запам'ятовуючих приладів, графопобудовників, сервісної апаратури, підготовки даних, архівів машинних носіїв, відкриття та обробки дисків, барабанів і стрічок;

- у щитах управління теплових електростанцій – РТМ 34243-75;

- у виробничих, підсобних і складських приміщеннях: контрольно-збиральних, сортувальних і калібрувальних цехів підприємств з виробництва шовку-сирцю, в'язальних, котельних, пошивочних цехах, а також дільницях перемотування і зберігання пряжі, підприємствах з виробництва трикотажних виробів, швейно-пошивочних цехах тощо.

У приміщеннях, де є кондиціонування, розрахункова температура та відносна вологість повинні бути: для гарячої пори року – температура зовнішнього повітря – 10°С і вище – „max”, для холодної та перехідної – температура нижче 10°С – „min” із оптимальних норм (табл. 5.3).

Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону; допустимі встановлюються диференційовано для постійних і непостійних робочих місць.

Таблиця 5.3

**Допустимі норми параметрів повітря в обслуговуваній зоні житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщень**

Період року	Температура, °С	min відносна вологість, %	max швидкість руху повітря, м/с
Теплий	не перевищувати 3 °С розрахункову температуру зовнішнього повітря (параметри А)	65	0,5
Холодний і перехідний	18 – 22	65	0,2

Слід зауважити, що в районах з розрахунково-відносною вологістю повітря понад 75 % допускається в гарячу пору приймати вологість до 75 %.

У гарячу пору року для громадських і адміністративно-побутових приміщень з постійним перебуванням людей потрібно приймати температуру не більше 28 °С, а для районів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря (параметри А) 25 °С і вище – не більше 33 °С.

В холодну і перехідну пору року для громадських і адміністративно-побутових приміщень з перебуванням людей в робочому одязі слід приймати температуру 14 °С.

Витрачання зовнішнього повітря, яке подається в приміщення (табл. 5.4), визначають за витратами повітря, що видаляється назовні системами витяжної вентиляції і технологічним обладнанням, з врахуванням нормованого дисбалансу.

Таблиця 5.4

Мінімальні витрати зовнішнього повітря, що подається в приміщення

Типи приміщень	Приміщення зі звичайним провітрюванням (без рециркуляції)		Приміщення без звичайного провітрювання (з рециркуляцією)		
	розхід на людину м <sup>3</sup> /год	кратність повітрообміну за годину	розхід		кратність повітрообміну за годину
			м <sup>3</sup> /год на людину	% загального повітрообміну	
Виробничі	20 *	1	60	–	>10
	30 **	1	50	≤20	<10
Громадськ і та суспільно-побутові	За вимогами СНиП		90***	≤15	<10
			120***	≤10	<10
			60***	–	–

Примітки:

\* при об'ємі приміщення (ділянки, зони) на одну людину 20 м<sup>3</sup> і більше; \*\* при об'ємі приміщення (ділянки, зони) на одну людину менше 20 м<sup>3</sup> і більше; \*\*\* для глядацьких зал, зал засідань, інших приміщень, в яких люди перебувають до 3 год безперервно.

Системи кондиціонування повітря і холодоспорядження поділяють:

- за способом виробництва холоду на потреби охолодження кондиціонованого приміщення, під час якого використовують натуральні та штучні джерела повітря, з випаровуючим охолодженням, комбінованими схемами охолодження;

- за способом зв'язку джерела та споживача холоду – централізоване та місцеве холодозабезпечення (в автономних системах кожен кондиціонер має свою систему тепло- і холодозабезпечення; в неавтономних системах тепло- і холодоносій розгалуженої мережі підводяться до окремих кондиціонерів від централізованих генераторів тепла і холоду);

- за способом використання холоду від споживача – безпосередньо використовують холод від робочого середовища джерела, застосовуючи проміжний холодоносій;

- за принципом централізації обробки повітря системи бувають централізовані (обробляється повітря в центральному кондиціонері, розподіляються по окремих зонах або приміщеннях будівлі), місцеві (зовнішнє повітря, теплова обробка та розподілення здійснюється в кондиціонованому приміщенні), місцево-централізовані (початкова обробка централізована, кінцеве доведення проводиться в місцевих неавтономних кондиціонерах, які розташовані в окремих зонах або у приміщеннях будівлі);

- за швидкістю повітря в проточних повітроводах – низькошвидкісні (до 8 м/с) і високошвидкісні (понад 8 м/с);

- за використанням зовнішнього повітря – проточні (використовується тільки зовнішнє повітря) і рециркуляційні (повна рециркуляція або часткова).

У централізованих системах кондиціонування повітря в обслуговуванні приміщення подаються одним, двома або декількома каналами (одно-, дво-, або багатоканальні), а в місцевих або місцево-централізованих системах вода (гаряча, холодна) подається до неавтономних кондиціонерів, або до доводчиків по одно-, дво-, три- і чотиритрубній системах.

*Автономні кондиціонери* залежно від місця установки поділяються на віконні, підвіконні, шафні та кришкові.

У системах кондиціонування використовують різні види обладнання. Зовнішнє повітря, що надходить у кондиціонер, очищається в фільтрах, змішується, якщо це доцільно, з рециркуляційним повітрям і проходить регульовальну тепловолугу обробку в спеціальних пристроях. Основними елементами систем кондиціонування повітря є повітрязабірний

пристрій, установка кондиціонування, система розподілення повітря в приміщенні та система видалення і рециркуляції повітря. Обслуговуваними і додатковими є системи тепло-, холодо- і водозабезпечення.

Відмінною особливістю системи кондиціонування повітря є наявність автоматизованої системи, яка забезпечує режим її роботи та регулювання. У сучасних умовах до складу систем кондиціонування повітря, як правило, входить система утилізації тепла, холоду і використання нетрадиційних джерел енергії (сонце, навколишнє середовище тощо).

За тепловологої обробки повітря в зимовий час зазвичай нагрівають і звожують, а влітку, коли ентальпія і вологовміст зовнішнього повітря в приміщенні, вище заданого, притічне повітря охолоджують і висушують. Ці процеси обробки повітря можна здійснювати водою за допомогою форсунок камер зрошення, шарів зрошення, пінних апаратів, поверхневих повітрянагрівачів і повітроохолоджувачів, а також за участю сорбентів.

*Камери зрошення* є досить економічними і ефективними тепломасообмінними апаратами. Однак в ряді випадків вони можуть бути замінені як повітроохолоджувачами поверхневого зрошення, так і частково незрошуваними, які працюють безпосередньо на фреоні, або проміжковим холодоносієм, що суттєво спрощує систему холодозабезпечення.

*Поверхневі повітроохолоджувачі* можуть працювати в таких режимах:

- сухого охолодження, яке є характерним для місцевих і зональних охолоджувачів, підвіконних вентиляційних та ежекційних доводчиків;
- одночасного охолодження й осушення повітря, що характерна для автономних, місцевих і центральних кондиціонерів;
- охолодження й осушення при зрошенні повітря і поверхні охолоджувачів циркулюючою водою, що розпоршується форсунками;
- охолодження й осушення при випаданні інею (повітроохолоджувачі, що підживлюються розсолами та холодоагентами).

Джерелами утилізації тепла і холоду можуть бути сонячна енергія, зовнішнє повітря, вода, ґрунт, витяжне повітря.

Важливим елементом обробки повітря є його очищення за допомогою фільтрів, ефективність яких залежить від дисперсності введеного пилу. В зв'язку зі зміною дисперсності вводиться поняття про усереднені показники певних груп і класів фільтрів. Промислові підприємства та житлові будівлі за вимогами до очистки повітря і фільтрів, що використовуються, можна розділити на такі групи:

- з підвищеними технологічними вимогами до очистки повітря (двоступенева очистка, фільтри II і III класів використовуються тільки як предфільтри, а остаточна очистка повітря здійснюється фільтрами I класу);

- з підвищеними санітарно-гігієнічними вимогами (дво- чи одно-ступеневе очищення фільтрами II класу);

- побутових приміщень та громадських будівель (фільтри II і III класу, переважно “сухого” типу);

- промислових цехів машинобудівельних заводів (фільтри III класу – такі, що самі очищуються, масляні та сухі рулонного і коміркового типів);

- металургійних заводів із запиленістю навколишнього повітря до  $10 \text{ мг/м}^3$  і більше (масляні фільтри, що самоочищаються, коміркові та рулонні);

- текстильних підприємств (рамні та фільтри типу ФРП III класу, фільтруючі матеріали легко регенеруються від волокнистого пилу).

Залежно від повітроподачі та конструктивно-технологічних особливостей кондиціонери розподіляють на три групи:

- малої, блочної конструкції ( $0,4 - 3,15$  тис.  $\text{м}^3/\text{год}$ );

- середньої, блочно-секційної конструкції ( $3,15 - 20$  тис.  $\text{м}^3/\text{год}$ );

- великої, секційної конструкції ( $20 - 250$  тис.  $\text{м}^3/\text{год}$ ).

Основна конструктивна різниця між названими групами кондиціонерів полягає в особливостях повітроперероблювальної частини агрегатів. У першій групі повітроохолоджувач, повітряний фільтр вентиляційна група тощо розміщені в єдиному корпусі, тобто виконані у вигляді одного блоку, в другій – повітрооброблювальні вузли розміщені в декількох блоках, а в третій вони виконані у вигляді самостійних секцій, які за допомогою інших секцій з'єднані в одне ціле.

В процесі експлуатації систем кондиціонування змінюються параметри зовнішнього повітря, а також якість тепла і вологості, що виділяється в кондиційованих приміщеннях. Це зумовлює необхідність установок кондиціонування повітря, за допомогою яких у будь-яких умовах обробка повітря в кондиціонерах має забезпечувати підтримку заданих параметрів всередині приміщення.

Кондиціонери за обсягом функціональної дії поділяють на центральні, місцеві та автономні.

До *центральної* відносяться кондиціонери, що розміщуються поза приміщенням, та обслуговуються при централізованій обробці та подачі повітря. Здебільшого вони не автономні, оскільки споряджуються теплом і холодом від джерел, що перебувають поза кондиціонерами.

Кондиціонери компонуються з окремих блоків, камер і фільтрів, що утворюють тракт обробки повітря (нагрівання, охолодження, осушування, зволоження, очищення, переміщення, змішування, розподілення). Комплект блоків і послідовність їх установки при збиранні на місці монтажу визначається проектом системи кондиціонування повітря.

За функціональним призначенням складові елементи кондиціонерів поділяються на технологічні та конструктивні. Технологічні елементи (повітронагрівачі, блоки тепломасообміну, камери зрошування, повітряні фільтри, вентиляційні агрегати, повітряні клапани) служать для виконання операцій з обробки переміщення чи зміни витрати повітря; конструктивні (камери обслуговування, повітряні камери, приймальні та з'єднувальні блоки) – для обслуговування, ремонту чи з'єднання технологічних блоків і виконання допоміжних операцій з обробки повітря (вхід, змішування, розподілення повітряних потоків).

У камерах зрошування здійснюються політропічні або ізоентальпічні процеси обробки повітря водою. Складаються камери з корпусу, бака для води, зрошувальної системи, краплевловлювачів та повіторозподільників.

Для підігріву води в кондиціонері служать повітронагрівачі. Вони бувають двох типів: з обвідним каналом і без обвідного каналу. Їх виготовляють з одним або двома рядами біметалічних тепловіддаючих елементів, для яких зберігається однаковий розмір по глибині – 180 мм. Привід створок клапана здійснюється від електричного, пневматичного або ручного виконавчого механізму.

Для очищення повітря від волокнистого пилу використовують фільтри ФР-3А і ФР-5А (рис. 5.5), а від неволокнистого – ФС-2. Повітряні фільтри ФР-3А і ФР-5А призначені для очищення повітря, що надходить у кондиціонер, від атмосферного і технологічного волокнистого пилу при середньорічній запиленості  $1 \text{ мг/м}^3$  і короткочасній запиленості до  $10 \text{ мг/м}^3$ .

Камера обслуговування призначена для формування повітряних потоків і обслуговування сусіднього обладнання. У камерах кондиціонерів КТЦ-2А-31,5- КТЦ-2А-250 на передній стінці є герметичні дверцята, муфти для встановлення контрольних приладів і електро-світильник. У камерах кондиціонерів КТЦ-2А-10 і КТЦ-2А-20 – світильник встановлений на задній стінці. Їх поставляють в розібраному вигляді, а на місці монтажу вони можуть бути зібрані в правому або лівому виконанні.

Холодильна потужність місцевих автономних кондиціонерів залежить від характеристик холодильних машин і параметрів охолоджуючого повітря або води, що охолоджує конденсатор. Здебільшого паспортні показники автономних кондиціонерів даються для наступних умов: температура повітря перед випаровувачем 27 °С, відносна вологість 50 %; температура води, що охолоджує конденсатор 25 °С; температура зовнішнього повітря на охолодження конденсатора 35 °С, відносна вологість 40 %. За більш високої температури повітря перед випаровувачем холодильна потужність автономних кондиціонерів збільшується на 3,5 % на кожен градус перевищення температури.

Побутові віконні кондиціонери БК використовують у житлових, службових та інших приміщеннях для створення сприятливих умов життєдіяльності людини. Кондиціонери забезпечують охолодження повітря шляхом автоматичного підтримання заданої температури в межах 18–28 °С з точністю  $\pm 1$  °С, очищення повітря від пилу, вентиляцію, зменшення вологості повітря, зміну швидкості його руху і напрямку повітряного потоку. Охолодження конденсатора – повітряне.

Кондиціонери загального призначення КПА1 з водним, а КТА2 з повітряним охолодженням конденсатора виконують у вигляді шафи без каркасного типу. Основні вузли обробки повітря в кондиціонерах: холодильна система, що представляє собою замкнений цикл одноступової холодильної машини з водяним охолодженням конденсатора (система зворотного водоспорядження виконується споживачем); повітряний фільтр з фільтруючим матеріалом ФРНК-ПГ (за необхідності

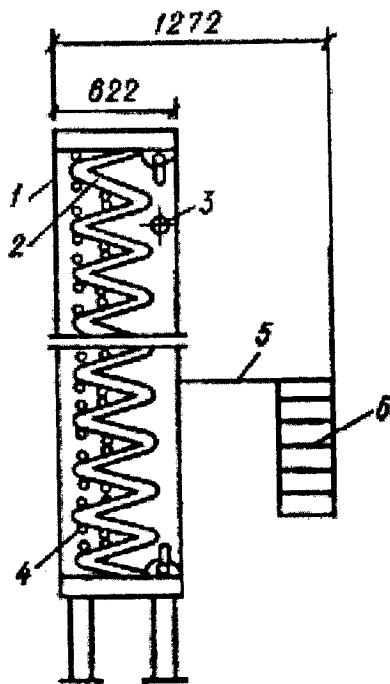


Рис. 5.5. Конструктивна схема повітряного фільтра ФР-3А (ФР-5А):

- 1 – корпус; 2 – полотно об'ємного фільтруючого матеріалу; 3 – котушка з приводом від електродвигуна;
- 4 – нерухома решітка;
- 5 – площадка обслуговування;
- 6 – сходи



його виймають і очищують); повітроохолоджувач безпосереднього випаровування (волога, яка випала з повітря на поверхню повітроохолоджувача, збирається в піддон і відводиться в каналізацію). Наявні також електричний повітронагрівач, зволожуючий пристрій, вентиляційний агрегат.

Електрообладнання, пускова та захисна апаратура розміщені в сітці управління, що перебуває поза конденсатором. Для зручності експлуатації кондиціонер комплектують експлуатаційним блоком управління.

До спеціалізованих кондиціонерів відносять кранові, транспортні, для постів управління, хірургічних операційних і палат.

Місцеві неавтономні кондиціонери призначені для цілодобового технологічного і комфортного кондиціонування повітря в приміщеннях громадських будівель, допоміжних і виробничих будівлях промислових підприємств. Розраховані вони на постачання теплом та холодом від центральних джерел.

Неавтономні ежекційні кондиціонери-доводчики застосовують у багатопверхових і багатокімнатних громадських й адміністративних будівлях з централізованим постачанням повітря, тепла та холоду.

Для утилізації тепла вентиляційних викидів використовують теплоутилізатори, які призначені для цілодобового використання тепла (холоду) повітря, яке видаляється системами місцевої і загальнообмінної вентиляції, з метою нагрівання (охолодження) проточного повітря у виробничих і громадських будівель.

Регенеративні (ті, що крутяться) і рекуперативні (пластинчасті) теплоутилізатори використовуються при температурі повітря не нижче  $-45^{\circ}\text{C}$  і вище  $100^{\circ}\text{C}$ . Теплоутилізатори не призначені для обробки повітря в умовах середньорічної запиленості більш як  $0,8 \text{ мг/м}^3$ , а також за наявності в повітрі липких і волокнистих матеріалів. Навколишнє середовище та повітряна атмосфера мають бути вибухобезпечними, не містити агресивних випарів і газів в концентраціях, що могли б руйнувати матеріал конструкції.

Тенденція до агрегатизації теплоутилізаторів з іншим повітрохімічним обладнанням розроблена в конструкціях, що випускаються Харківським заводом "Кондиціонер".

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Що таке повітря робочої зони?
2. Які основні нормативні показники мікроклімату?
3. Назвіть джерело теплового випромінювання.

4. Що таке терморегуляція людського організму?
5. Із яких основних процесів складається тепловіддача людського організму?
6. Як впливає на організм людини температура, відносна вологість та швидкість руху повітря?
7. Охарактеризуйте поняття „оптимальні параметри мікроклімату” та „допустимі параметри мікроклімату”.
8. Які вживають заходи для підтримання нормальних параметрів мікроклімату?
9. Поясніть дію теплозахисних екранів.
10. Дайте визначення понять „вентиляція” і „кондиціювання” повітря.
11. Поясніть поняття „припливна вентиляція”, „витяжна вентиляція”, „припливно-витяжна вентиляція”.
12. Які системи опалення ви знаєте?
13. Охарактеризуйте основні засоби, методи та механізми кондиціювання повітря.
14. Які вимоги технологічного, експлуатаційного та санітарно-гігієнічного характеру ставляться до установок кондиціювання повітря?
15. Як узгоджуються терміни та характер кондиціювання повітря з кліматичним районуванням України?
16. Як диференціюють системи кондиціювання повітря та холодо-спорядження?
17. Як поділяють кондиціонери за обсягом функціональної дії?

## ВИРОБНИЧЕ ОСВІТЛЕННЯ

### 6.1. Освітлення та світлотехнічні величини

Виробниче освітлення не лише забезпечує нормальний психофізичний стан працюючих і зберігає зір, але й позитивно впливає на продуктивність праці та гарантує безпеку життєдіяльності. Теоретично та експериментально підтверджено, що світло має електромагнітну природу, хвильові та квантові властивості. У вакуумі світло поширюється зі швидкістю  $c=300000$  км/с, в інших середовищах – з меншою швидкістю –  $V = C\sqrt{E \cdot M}$ , яка залежить від електричних і магнітних властивостей.

Світло певної довжини хвилі називають *монохроматичним*, біле світло – *поліхроматичним*.

Видиме світло – це електромагнітні хвилі довжиною від 700 до 380 нм (1 нм =  $10^{-9}$  м). Вона входить до оптичної області електромагнітного спектра, який обмежений довжиною хвиль від 10 до 340 000 нм. До оптичної області електромагнітного спектра входить також ультрафіолетове (довжина хвиль від 10 до 380 нм) та інфрачервоне (теплове) випромінювання (від 780 до 340 000 нм). Органи зору людини сприймають випромінювання в межах від 380 до 760 нм.

Якщо з фізичної точки зору світло є незчисленною кількістю збуджених атомів, кожний з яких – генератор світлової хвилі, то з фізіологічної це подразник органу зору (зоровий аналізатор). Як відомо, око людини розрізняє 7 основних кольорів і більше сотні їх відтінків. Наведемо приблизні межі довжини хвиль (нм) і відповідні їм відчуття (кольори):

- 380 – 455 – фіолетовий;
- 455 – 470 – синій;
- 470 – 500 – голубий;
- 500 – 540 – зелений;
- 540 – 590 – жовтий;
- 590 – 610 – помаранчевий;
- 610 – 770 – червоний.

Найбільш відчутно сприймається світлове випромінювання з довжиною хвилі 555 нм (жовто-зелений колір). *Джерела світла* – це випромінювачі, що перетворюють різні види енергії в електромагнітну енергію

видимого діапазону. Вони бувають природними і штучними. За механізмом випромінювання джерела світла поділяють на *теплові* (сонце, лампи тощо) і *нетеплові* або *люмінесцентні* (наприклад лампи денного світла). Нетеплові джерела випромінюють світло завдяки енергії зовнішнього впливу – потоку електронів, електричного поля чи струму, хімічної реакції (лампи неонові, дугові, ртутно-кварцеві, галогенні тощо).

Джерела світла це здебільшого протяжні випромінювачі. *Точковим називають джерело, що випромінює світло рівномірно у всіх напрямках.* Його розміри дуже малі порівняно з відстанню, на якій оцінюється дія цього джерела.

Напрямок поширення світлової енергії від джерела кількісно описується тілесним кутом (рис. 6.1).

*Світловий потік – це оцінювана візуально величина  $\Phi$ , що дорівнює відношенню світлової енергії  $W$ , випромінюваної джерелом у вибраному напрямі, до часу  $t$  її випромінювання:*

$$\Phi = \frac{W}{t}, \quad (6.1)$$

Світло, що діє на очі людини, трансформує електромагнітне випромінювання у нервові імпульси, які зоровими нервами передаються у головний мозок до його зорової зони кори.

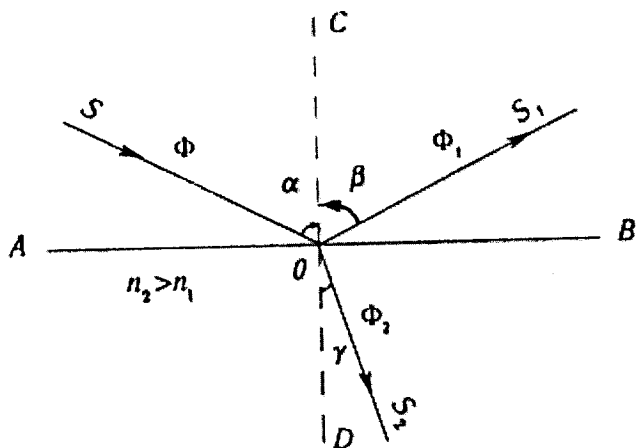


Рис. 6.1. Падіння і відбиття світлового потоку.  $AB$  – межа двох середовищ;  $SO$  – падаючий промінь;  $OS_1$  – відбитий промінь;  $OS_2$  – заломлений промінь;  $CD$  – перпендикуляр до  $AB$  у точці падіння променя (пн);  $\angle SOC = \alpha$  – кут падіння;  $\angle S_1OC = \beta$  – кут відбивання;  $\angle S_2OD = \gamma$  – кут заломлення.

Для кількісного виразу видимого випромінювання використовують: світловий потік, силу світла, освітленість, яскравість світла, коефіцієнт відбиття світлового потоку. Розглянемо ці світлотехнічні величини, які належать до кількісних показників виробничого освітлення.

Світловий потік вимірюється в люменах, лм. Це величина як фізична, так і фізіологічна. З фізичної точки зору світловий потік є видимим випромінюванням, тобто світловою енергією, яка випромінюється в усіх напрямках за одиницю часу. Оскільки вимірювання сили світлового потоку базується на зоровому сприйнятті людини, то він є водночас і величиною фізіологічною.

*Сила світла* – це просторова щільність світлового потоку, яка характеризує нерівномірність поширення світлового потоку у просторі та вимірюється в канделах (кд).

Інакше кажучи, сила світла є величиною (основною енергетичною характеристикою будь-якого джерела світла), що дорівнює відношенню світлового потоку  $\Phi$ , створеного джерелом до тілесного кута, в якому цей потік поширюється. Силу світла визначають за формулою:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}. \quad (6.2)$$

Одиницею міри тілесного кута є кут, що вирізає зі сфери (з центром у вершині кута) площу, яка дорівнює площі квадрата, побудованому на радіусі. Такий тілесний кут називають стерadianом (ср). Повний тілесний кут довкола точки дорівнює 4 ср, а тому сила світла такого джерела:

$$I = \frac{\Phi}{4\pi}. \quad (6.3)$$

*Освітленість* – це поверхнева щільність світлового потоку, одна з найбільш поширених світлотехнічних одиниць. Освітленістю поверхні  $E$  називають величину, яка вимірюється відношенням світлового потоку  $d\Phi$ , який падає на поверхню  $dS$ , до величини цієї поверхні, тобто:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}. \quad (6.4)$$

Освітленість поверхні вимірюється в люксах. Вона може визначатися також через силу світла і точкового джерела становитиме:

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}, \quad (6.5)$$

де  $E$  – освітленість поверхні;  $I$  – сила світла точкового джерела;  $\alpha$  – кут падіння променя (кут між променем і перпендикуляром до

поверхні в точці падіння променя);  $r$  – відстань від джерела світла до точки на світловій поверхні.

Якщо поверхня освітлюється кількома точковими джерелами світла, то повна її освітленість  $E$  дорівнює сумі освітленостей, створених цими джерелами:

$$E = E_1 + E_2 \dots + E_n = \sum_{i=1}^n E_i. \quad (6.6)$$

*Яскравість* – це поверхнева щільність сили світла в даному напрямі. Використовують її як характеристику протяжного джерела світла, що володіє поверхнею, яка світиться,  $dS$ . Яскравість протяжного джерела світла  $L$  визначається відношенням сили світла в даному напрямі  $dI$  до поверхні джерела, яке ми бачимо на цьому напрямі, або ж відношенням світлового потоку  $d\Phi$  до похідної тілесного кута  $d\Omega$ , всередині якого випромінюється потік на видиму поверхню джерела світла:

$$L = \frac{dI}{dS \cos \varphi} = \frac{d\Phi}{d\Omega dS \cos \varphi}, \quad (6.7)$$

де  $\varphi$  – кут між нормаллю до поверхні, що випромінює світло, та оком спостерігача.

Яскравість світла вимірюється в  $\text{кд}/\text{м}^2$ .

Коефіцієнт відбиття характеризує здатність поверхні відбивати падаючий на неї світловий потік і виражається формулою:

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{вдб}}}{\Phi_{\text{пад}}}, \quad (6.8)$$

$\Phi_{\text{вдб}}$  – відбитий від поверхні світловий потік;  $\Phi_{\text{пад}}$  – падаючий на поверхню світловий потік.

Отже,  $\rho$  – безрозмірна величина.

Розрізняють освітлення *природне*, *штучне* та *комбіноване*.

*Природне* освітлення здійснюється за рахунок прямого і відбитого світла неба. Його поділяють на *бічне* (одно- або двостороннє), яке здійснюється завдяки світловим отворах у зовнішніх стінах, *верхнє*, при якому світловий потік надходить через світлові отвори, розташовані у верхній частині (даху) будівлі (аераційні та захисні ліхтарі) та *комбіноване* (використовують водночас обидві системи освітлення).

У зв'язку з тим, що природне освітлення залежить від пори року та проміжку доби, а тому не є постійною величиною, для його обчислення введений *коефіцієнт природної освітленості* (КПО).

$$КПО = \frac{E}{E_0} 100 \%, \quad (6.9)$$

де  $E$  – освітленість на робочому місці, лк;  $E_0$  – освітленість ззовні приміщення, лк.

Величина КПО для різних приміщень коливається в межах 0,1–12 %.

*Штучне* освітлення здійснюється електричними лампами і прожекторами й поділяється на загальне, місцеве та комбіноване. За функціональним призначенням його поділяють на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове, сигнальне тощо.

*Робоче* освітлення забезпечує оптимальні умови виробничого процесу, проходження людей та руху транспорту. Воно є обов'язковим для всіх виробничих процесів.

*Загальне* освітлення призначається для всього приміщення. Воно може бути рівномірним, коли світловий потік розподіляється рівномірно по всьому приміщенню, і локалізованим, коли воно додатково подається на робочі місця.

*Місьцеве* освітлення використовують під час виконання точних зорових робіт, де обладнання може створювати різкі тіні, або ж тоді, коли робочі поверхні розташовані вертикально.

Поєднання загального та місцевого освітлення називають комбінованим. Використання лише одного місцевого освітлення забороняється.

*Сумісним* освітлення називають тоді, коли природне денне доповнюють штучним.

*Аварійне* освітлення влаштовують на випадок раптового відімкнення світла, що може призвести до порушення технологічного процесу, або ж викликати отруєння людей, вибух чи пожежу. При аварійному освітленні має бути забезпечена мінімальна освітленість поверхонь – 5% від нормованої величини системи загальноробочого освітлення, але не менше 2 лк.

*Евакуаційне* освітлення призначається для безпечної евакуації людей. Особлива увага приділяється тісним проходам, переходам, сходовим перилам тощо.

*Охоронне освітлення* влаштовується вздовж огорож територій, які охороняє спеціальний персонал. Освітленість у нічний час має бути не менше 0,5 лк.

*Чергове освітлення* встановлюється в місцях чергування персоналу (прохідні, контрольно-пропускні пункти).

*Сигнальне освітлення* застосовують для фіксації меж небезпечних зон. Воно вказує на наявність небезпеки або безпечний шлях евакуації.

Проектуючи штучне освітлення виробничих приміщень, беруть до уваги: тип джерела світла; систему освітлення; вид світильників та їх розміщення (територія, висота кріплення); кількість і потужність світильників. Намічений варіант освітлення необхідно перевірити на відповідність його нормативним вимогам.

Для визначення необхідного рівня освітлення горизонтальної робочої поверхні використовують формулу

$$\Phi = \frac{100E_n SkZ}{\eta}, \quad (6.10)$$

де  $\Phi$  – світловий потік, лк;  $E_n$  – нормативна мінімальна освітленість, лк;

$S$  – площа освітлюваного приміщення, м<sup>2</sup>;  $k$  – коефіцієнт запиленості (переважно 1,3–1,8);  $Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення (переважно 1,1–1,2);  $n$  – кількість світильників;  $\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку (за довідковими даними).

За прийнятою потужністю електролампи  $N$  і світловим потоком  $F_m$  дійсну освітленість визначають за формулою:

$$E_d = \frac{\Phi \eta \eta}{SkZ} \geq F_m \quad (6.11)$$

де  $\Phi_m$  – світловий потік встановленої лампи.

Освітленість у приміщенні вважається нормою, якщо  $E_d \geq E_n$ . Коли ж встановлені лампи не забезпечать нормального світлового потоку ( $E_d \leq E_n$ ), то доводиться збільшувати потужність електролампи, чи збільшувати їх кількість.

## 6.2. Створення оптимальних умов освітленості на робочому місці

*Освітлення* – це отримання, розподіл та використання світлової енергії для забезпечення нормальних умов праці. Необхідний рівень освітленості, як зазначалось вище, визначається передусім точністю виконуваних робіт і ступенем небезпеки травматизму.

Для характеристики точності виконуваної роботи використовують поняття об'єкта розпізнання. Ним є найменший розмір предмета, який необхідно розрізнити в процесі роботи. Кресляр, наприклад, має чітко бачити найтоншу лінію, яка є об'єктом розпізнання.

У виробничій практиці для оцінки характеру освітленості доводиться мати справу з такими поняттями, як фон і контраст. *Фон* – це площина, на якій розпізнаються об'єкти, тобто поверхня, яка безпосередньо прилягає до об'єкта розпізнання. *Контраст об'єкта з фоном*



визначається співвідношенням яскравостей об'єкта та фону. Кількісно фон можна охарактеризувати коефіцієнтом відбиття  $\rho$  світлового потоку від поверхні, що утворює фон.

Щоб краще уявити характер відбиття світла, розглянемо схему падіння та відбиття променя. Якщо світловий потік  $\Phi$  падає на межу двох середовищ (промінь  $SO$  на рис. 6.1), то одна його частина  $\Phi_1$  (промінь  $OS_1$ ) відіб'ється від межі  $AB$ , а друга  $\Phi_2$  (промінь  $OS_2$ ) – проникне в друге середовище. При цьому промені  $OS_1$  і  $OS_2$  відхиляться від напрямку  $SO$ , але  $\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi$ .

Слід зауважити, що кут падіння променя (кут відбивання і кут заломлення) – це кут між променем і перпендикуляром до поверхні розділу середовища у точці падіння, тобто між променем і поверхнею.

Падаючий промінь  $SO$  і відбитий  $OS_1$  мають властивість зворотності, тобто можуть поширюватися у зворотному напрямі ( $S, D, OS$ ). Значення коефіцієнта відбиття  $\rho$  перебуває в межах 0,02–0,95. Якщо воно перевищує 0,4, то фон називається світлим, при  $\rho = 0,2$ –0,4 – середнім, при  $\rho = 0,2$  – темним.

Контраст об'єкта з фоном  $K$  визначають за формулою:

$$K = \frac{L_o - L_\phi}{L_\phi}, \quad (6.12)$$

де  $L_\phi$  і  $L_o$  – яскравість відповідно фону й об'єкта.

При  $K > 0,5$  контраст об'єкта з фоном вважається великим, при  $K = 0,2$ ; 0,5 – середнім, при  $K \leq 0,2$  – малим.

Слід ще раз звернути увагу на необхідність рівномірного розподілу яскравості на робочій поверхні, недопущення на ній різких тіней, забезпечення постійної величини освітленості в часі тощо.

Надзвичайно суттєвими характеристиками електричних елементів освітлювальних установок є їхня електро-, пожежо- та вибухобезпека, економічність і довговічність.

Важливими параметрами електричних джерел є випромінювання, їх електричний режим і конструктивні особливості.

Отже, випромінювання електричних джерел світла характеризується світловим потоком, силою світла (силою випромінювання), енергетичною (світловою) яскравістю, розподілом випромінювання по спектру, а також зміною цих величин залежно від часу роботи на змінному струмі. Для характеристики кольору випромінювання освітлювальних ламп додатково вводять кольорові параметри.

Електричний режим характеризується потужністю лампи, робочою напругою на лампі, напругою живлення, силою струму і типом струму (постійний, змінний з певною частотою тощо).

До *конструктивних параметрів* ламп належать габарити, приєднувальні розміри, висота світлового центра, розміри випромінюючого світла, форма колби, її оптичні властивості (прозора, матована, дзеркалізована), конструкції вводу та ін. До *експлуатаційних параметрів* належать ефективність, надійність, економічність тощо.

*Ефективність джерела світла* визначається як енергетичним ККД перетворення енергії в оптичне випромінювання, так і ефективним ККД лампи, що становить частку оптичного випромінювання, яка перетворюється в ефективну енергію приймача (людське око). Таким чином, ефективна енергія приймача (людське око) є тією частиною енергії оптичного випромінювання, яка викликає у зоровому аналізаторі людини певні відчуття.

*Надійність джерела оптичного випромінювання* визначається повним строком служби або тривалістю горіння та корисним строком служби, тобто часом економічно доцільної експлуатації лампи. Здебільшого цією характеристикою є час, впродовж якого світловий потік, випромінюваний лампою, змінюється не більше ніж на 20 %.

*Економічність джерел світла* масового використання характеризує вартість їхньої експлуатації, віднесена до одного люмен-часу.

Для освітлення виробничих приміщень використовують два типи ламп: розжарювання та розрядні.

*Лампи розжарювання* належать до джерел теплового випромінювання. Вони бувають вакуумними, газонаповненими та рефлекторними, які є лампами-світильниками (частина колби такої лампи покрита дзеркальним шаром). Великою потужністю володіють кварцові та галогенні лампи.

Перевагами ламп розжарювання є простота їх встановлення. Вони вмикаються в мережу без додаткових пускових пристроїв і можуть працювати при значних відхиленнях напруги в мережі. Ці лампи безвідмовно працюють у складних умовах навколишнього середовища, а світловий потік у них до кінця терміну служби знижується до незначних розмірів – близько 15 %. До їхніх недоліків слід віднести нетривалий строк служби – близько 2,5 тис. год і невисоку світловіддачу (до 40 лм/Вт), а також те, що спектр ламп розжарювання, в якому переважають жовте та червоне проміння, значно відрізняється від природного (сонячного) спектра, що зумовлює викривлення кольоропередачі та не дає змоги використовувати ці лампи для освітлення під час робіт. Необхідно розрізняти відтінки кольорів.

До розрядних джерел світла, які використовують на промислових підприємствах, належать люмінесцентні лампи, дугові ртутні лампи, рефлекторні дугові лампи з відбиваючим шаром та ряд інших. Пе-

ревага цього типу ламп над лампами розжарювання полягає в тому, що вони мають підвищену світлову віддачу (до 40–110лм/Вт) і великий строк служби (8–12 тис. год.), а крім того спектр їхнього випромінювання близький до природного денного світла.

Однак розрядні лампи мають і недоліки. Це передусім миготлива пульсація, що заважає зоровій роботі, а також потреба в установленні додаткової апаратури для стабілізації світлового потоку. Для включення розрядних ламп використовують спеціальні пристрої (пускачі). Встановлено, що ці лампи створюють радіоперешкоди, для усунення яких використовують спеціальні фільтри. Все це підвищує затрати під час монтажу освітлювальної мережі.

Особливістю люмінесцентних ламп є те, що вони призначені для безпосередньої заміни ламп розжарювання, маючи стандартну різьбу на цоколі, можуть вкручуватися в електричний патрон, як звичайні лампи розжарювання. Вони економічніші від ламп розжарювання.

Слід зауважити, що джерела світла розміщуються в спеціальній освітлювальній арматурі, головною функцією якої є перерозподіл світлового потоку лампи з метою підвищення ефективності освітлювальної установки. Комплекс, який складається із джерела світла і освітлювальної арматури, називають *світильником* або *освітлювальним пристроєм*.

Нормування освітлення проводиться відповідно до СНиП II-4-79 „Природне і штучне освітлення”, згідно з яким залежно від ступеня зорового напруження всі роботи поділяють на вісім розрядів (I-VIII), де у свою чергу встановлено підрозряди.

У табл. 6.1 наведені норми проектування природного освітлення для робіт середньої точності (розряд IV). Щоб визначити величину нормованого природного та штучного освітлення, необхідно задати найменший розмір об'єкта розпізнання, а також характеристики фону й контраст об'єкта з фоном.

Пропонуємо практичне завдання для визначення величини освітлення. Робота середньої точності характеризується тим, що розмір найменшого об'єкта розпізнання лежить в межах від 0,5 до 1 мм. Прийmemo, що в процесі зорової роботи фон і контраст об'єкта з фоном середній. За цими даними можна визначити розряд і підрозряд зорової роботи (IV B), а також нормовані величини освітлення. При штучному комбінованому освітленні величина освітленості має становити 400 лк, а при загальному – 200 лк. Відповідно величина КПО при верхньому чи комбінованому природному освітленні має дорівнювати 4 %, а при боковому – 1,5 %. Аналогічні характеристики при суміщеному освітленні становитимуть 2,4 і 0,9 %.

**Норми проектування природного та штучного освітлення  
для роботи середньої точності**

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнання	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розпізнання з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						освітленість, лк		КПО, %		КПО, %	
						комбіноване	загальне	верхнє або комбіноване	бокове	верхнє або комбіноване	Бокове
Середньої точності	понад 0,5	IV	а	малий	темний	750	300	4	1,5	24	0,9
			б	малий середній	середній темний	500	200				
			в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200				
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	300	150				

Для приміщень не виробничого призначення (адміністративні, проєктні, навчальні, лабораторні, торгові, службові, допоміжні тощо норми освітленості) норми встановлено залежно від характеристики приміщення (табл. 6.2.). Як приклад наведемо аудиторію вищого навчального закладу. З табл. 6.2. випливає, що освітленість дошки в аудиторії при штучному освітленні має становити 500 лк, в той час як парт і столів, розташованих на висоті 0,8 м від рівня підлоги – 300 лк. Відповідно КПО має становити 1,5 % при боковому освітленні, 4% при верхньому або комбінованому освітленні.

Таблиця 6.2

### Норми природного та штучного освітлення

Приміщення	Площина, нормування освітленості та КПО – висота площини над підлогою, м	Штучне освітлення	Природне освітлення		
			КПО і %		
		Освітленість робочих поверхонь, лк	верхнє або комбіноване	бокове	
Загальноосвітні школи-інтернати, професійно-технічні, середні спеціальні і вищі навчальні заклади, класні кімнати, аудиторії тощо	на дошці	В – на дошці	500	–	–
	(середина) на робочих столах і партах	Г – 0,8	300	4	1,5

Примітка: площини Г – горизонтальна; В – вертикальна

Для розрахунку штучного освітлення використовують метод коефіцієнта використання світлового потоку, точковий метод і метод питомої потужності.

Світловий потік від лампи розжарювання або групи розрядних ламп, що утворюють світильник, розраховують за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100E_{\text{н}}S_zK}{N_{\eta}}$$

де  $\Phi_{\text{л}}$  – світловий потік лампи або групи ламп, мм;

$N$  – кількість світильників у приміщенні;

$E_{\text{н}}$  – нормована мінімальна освітленість, лк;

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

$Z$  – коефіцієнт мінімальної освітленості, який дорівнює відношенню  $E_{\text{ср}}/E_{\text{мін}}$ , значення якого для ламп розжарювання становить 1,15, а для люмінесцентних ламп – 1,1;  $K$  – коефіцієнт запасу, який становить для ламп розжарювання 1,3–1,6, а для розрядних ламп – 1,4–1,8;  $\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку ламп (довідкові дані).

Розрахувавши за формулою світловий потік лампи  $\Phi_{\text{л}}$ , за довідником підбираємо найближчу стандартну лампу, після чого визначаємо електричну потужність усієї освітлювальної системи.

Для правильної організації робочих місць у виробничому приміщенні часто доводиться визначати коефіцієнти природної освітленості, які розраховують при боковому ( $e_{\text{р}}^{\text{б}}$ ) або при верхньому освітленні ( $e_{\text{р}}^{\text{в}}$ ), використовуючи наступні вирази:

$$e_{\text{р}}^{\text{б}} = \frac{(\varepsilon_{\text{б}}q + \varepsilon_{\text{зд}}R)\eta\tau_0}{k_3}; \quad (6.13)$$

$$e_{\text{р}}^{\text{в}} = \frac{[\varepsilon_{\text{е}} + \varepsilon_{\text{ср}}(r_2k_{\text{ф}} - 1)]\tau_0}{k_3}, \quad (6.14)$$

де  $e_{\text{б}}$  і  $e_{\text{в}}$  – відповідно геометричний КПО у розрахунковій точці при боковому або верхньому освітленні;  $q$  – коефіцієнт, який враховує нерівномірну яскравість хмарного неба;  $\varepsilon_{\text{зд}}$  – геометричний КПО, що враховує відбиття світла від будинків навпроти;  $R$  – коефіцієнт, який враховує відносну яскравість будинків навпроти;  $\varepsilon_{\text{ср}}$  – середнє значення геометричного КПО;  $r_1$  і  $r_2$  – коефіцієнти, які враховують підвищення КПО внаслідок відбиття від поверхонь приміщення;  $\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопропускання;  $k_{\text{ф}}$  – коефіцієнт запасу, який перебуває в межах 1,2 – 2,0;  $k_3$  – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря.

Всі величини та коефіцієнти, які входять у формули (6.13), (6.14) для розрахунку КПО, визначаються або підбираються відповідно до стандартів.

Надійність й ефективність джерел природного та штучного освітлення залежить від своєчасного догляду за ними. Рівень освітленості може знижуватися в 1,3 рази внаслідок забруднення світильників. Це ж стосується і вікон, які слід мити не рідше двох разів на рік у приміщеннях з невеликим забрудненням повітря, і чотири рази на рік при значному забрудненні пилом і сажею.

Рекомендується в світильниках з люмінесцентними лампами своєчасно замінювати лампи, що дають слабе світло, стежити за справністю вімкнення та безпекою експлуатації.

Періодично, не рідше одного разу на рік, перевіряють рівень освітленості виробничих приміщень.

До засобів індивідуального захисту органів зору належать захисні окуляри, щитки, шоломи. Вони захищають очі від підвищеної яскравості світла, інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання тощо. Засоби захисту обладнані спеціальними світлофільтрами, які підбирають відповідно до стандартів з врахуванням характеру та інтенсивності світлового випромінювання.

Для вимірювання освітленості у виробничих приміщеннях використовують люксметри здебільшого марок Ю-16, Ю-116, Ю-117. Ці прилади вимірюють фотострум, який виникає в ланцюзі селенового фотоелемента та з'єданого з ним вимірювального пристрою під впливом падаючого на чутливий шар світлового потоку. Чим більший світловий потік, тим сильніше відхиляється стрілка приладу від нульової точки. Прилад градуирований в люксах.

Для вимірювання яскравості використовують яскравометр марки ФПЧ.

### *Контрольні запитання та завдання*

1. Охарактеризуйте джерела світла.
2. Назвіть основні світлові величини.
3. Що таке коефіцієнт природного освітлення і як він розраховується?
4. Які є різновидності штучного освітлення?
5. Дайте характеристику джерел штучного освітлення.
6. Як нормується виробниче освітлення?
7. Яким чином розраховується світловий потік від лампи або групи ламп?
8. Чим вимірюється освітленість у виробничому приміщенні?

## ЗАХИСТ ВІД ШУМУ, УЛЬТРА- ТА ІНФРАЗВУКУ Й ВІБРАЦІЙ

### 7.1. Шуми та їх шкідливі наслідки

*Шум* – це поєднання звуків різної частоти й інтенсивності. З фізіологічної точки зору шум – небажаний звук, який шкідливо впливає на організм людини. Відомо, що усі коливання, які хвилеподібно поширюються в пружному середовищі повітря, води або твердих тілах, сприймаються органом слуху як специфічне слухове відчуття, тобто звук.

Будь-який збурений стан речовини або поля, що поширюється в просторі з часом, називають *хвилею*. Тіло, що збуджує хвилі, називають *джерелом хвиль*. У газах, рідинах і твердих тілах механічні хвилі виникають внаслідок дії сил пружності.

Різні види коливань, які споконвіків викликалися природними явищами, сьогодні породжуються сучасним промисловим обладнанням та засобами транспорту. Виробнича діяльність супроводжується значними рівнями шуму та вібрації, які негативно впливають на стан здоров'я працюючих. Крім шумового і вібраційного забруднення, шкідливий вплив на здоров'я людини мають *інфразвукові* та *ультразвукові* коливання.

Зупинимося коротко на природі звукових коливань і хвиль. Механічні коливання, що поширюються в пружному середовищі та мають не дуже велику амплітуду, називають *звуковими*, або *акустичними*. Людське вухо сприймає звукові хвилі з частотою коливань від 16 до 2000 Гц. Коливання з частотою меншою 16 Гц називають *інфразвуковими*, а з частотою понад 20000 Гц – *ультразвуковими*.

Область матеріального середовища, в якому спостерігаються звукові хвилі, називають *звуковим полем*, а звукові хвилі, що поширюються в повітрі – *повітряним звуком*. Коливання звукових частот в інженерних конструкціях і спорудах називають *структурним звуком*. Він поширюється у вигляді поздовжніх і поперечних хвиль. Повітряний звук поширюється лише у вигляді поздовжніх хвиль.

Швидкість поширення звуку в різних середовищах залежить від пружності та густини середовища і не змінюється зі зміною частоти коливання джерела. Для обчислення швидкості поширення звуку ви-



користовують ті ж формули, що й для обчислення швидкості поздовжніх пружних хвиль. Наприклад, при 0 °С швидкість звуку в повітрі, обчислена за цими формулами, становить 311 м/с. Гучність звуку залежить від *амплітуди коливань* звукової хвилі і чим більша амплітуда, тим гучніше звучання.

Кількість потоку звукової енергії, що проходить за 1 с через площу 1 м<sup>2</sup>, яка перпендикулярна до напрямку поширення звукової хвилі, служить мірою інтенсивності звуку (сили звуку). Одиницею вимірювання інтенсивності звуку є Вт/м<sup>2</sup>. Сила звуку пропорційна квадрату звукового тиску:

$$i = \frac{p^2}{\rho \cdot c}, \quad (7.1)$$

де  $p$  – звуковий тиск;  $\rho$  – густина середовища, в якому поширюється звук, кг/м<sup>3</sup>;  $c$  – швидкість поширення звуку в даному середовищі, м/с.

Слуховий аналізатор людини характеризується *нижньою* та *верхньою* межами сприйняття. Нижня абсолютна межа чутливості – це мінімальна величина подразника, яка викликає відчуття. Верхня абсолютна межа є максимально допустимою величиною подразника, яка не викликає у людини болю. Нижню межу називають *порогом слухового сприйняття*, верхню – *больовим порогом*.

Людське вухо найбільш чутливе до звуків з частотою від 700 до 600 Гц. У цьому діапазоні частот людина здатна сприймати звуки з інтенсивністю 10<sup>-12</sup> – 10<sup>-11</sup> Вт/м<sup>2</sup>.

Щоб сприймати звуки у такому широкому діапазоні, в органі слуху людини існує надзвичайно чутливий механізм, який забезпечує відчуття звуку – передачу і сприймання звукових коливань. Складається він з чотирьох рядів зовнішніх волоскових клітин, які мають різний рівень чутливості. Один ряд налічує 3,5 тисячі таких волосків, у решті рядів їх 12 тис.

Оскільки відповідно до закону Вебера-Фехнера між слуховим сприйняттям і подразненням існує наближена логарифмічна залежність, то для вимірювання звуків щодо тиску, сили звуку і звукової потужності застосовують логарифмічну шкалу. Це дало змогу значний діапазон значень (за звуковим тиском він становить 10<sup>6</sup>, за силою звуку 10<sup>12</sup>) вкласти у порівняно невеликому інтервалі логарифмічних одиниць. За умовну одиницю вимірювання прийнято 1 *бел* (Б) в честь А. Бела – винахідника телефону. В акустиці використовують більш дрібну одиницю – *децибел* (дБ), яка дорівнює 0,1 Б. Величину, виражену в белах чи децибелах, називають *рівнем цієї величини*.

Використання децибела як одиниці виміру зручне в практичній діяльності з психофізіологічної точки зору. Адже один децибел (1дБ) – це величина максимально наближена до суб'єктивного порогу сприйняття – порогу розрізнення гучності двох сигналів вухом, або – мінімальна різниця в гучності сигналів, що цілком сприймається більшістю людей: 3 дБ – збільшення потужності сигналу (але не гучності) вдвічі; 6 дБ – зростання інтенсивності сигналу вдвічі; 10 дБ – підвищення потужності сигналу в десять раз, а гучності звуку – вдвічі; 20 дБ – зростання потужності у 100 раз, гучності у четверо.

Отже, якщо сила одного звуку більша від сили іншого в 100 раз, то рівень сили звуків відрізняються на  $\lg 100 = 2\text{Б}$ , або 20дБ.

Рівень сили звуку в белах і децибелах відповідно описуються формулами:

$$L_1 = \lg \frac{I}{I_0}; \quad (7.2)$$

$$L_1 = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (7.3)$$

де  $L_1$  – рівень сили звуку, Б(дБ);  $I, I_0$  – відповідно фактичне та порогове ( $I_0 = 10^{-12}$ ) значення інтенсивності звуку, Вт/м<sup>2</sup>

Як відомо, основною ознакою механічних коливань є повторюваність процесу руху через певний проміжок часу. Мінімальний інтервал часу, через який проходить повторення руху тіла, називають *періодом коливання* ( $T$ ), а зворотну йому величину – *частотою коливань* ( $f$ ). Ці величини пов'язані між собою співвідношенням:

$$f = \frac{1}{T}, \quad (7.4)$$

де  $f$  – частота коливань в герцах (Гц);  $T$  – період коливань в секундах, с.

Отже, частоту коливань визначає кількість коливань, що відбулася за одну секунду.

Між логарифмічними одиницями дБ і відповідною їм величиною звукового тиску в кг/см<sup>2</sup> існує певна залежність (табл. 7.1).

Якщо у формулу (7.3) підставити замість  $i$  значення із формули

(7.1), тобто  $i = \frac{p^2}{\rho \cdot c}$ , то отримаємо вираз для визначення рівня звукового тиску:

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0}, \text{ дБ.}$$

## Відповідність рівня звукового тиску його величині

дБ	40	50	60	70	80	90	100
кг/м <sup>2</sup>	0,0002	0,00065	0,002	0,0065	0,02	0,065	0,2
дБ	110	120	130	140	1580	160	170
кг/м <sup>2</sup>	0,65	2,0	6,5	20	65	200	650

Максимальне значення зміщення від стану рівноваги ( $x_m$ ) називають *амплітудою коливання*. Величину, яка стоїть під знаком  $\cos$ , називають *фазою гармонійного коливання*.

Поширення звукових хвиль може бути плоскими і сферичним (рис. 7.1).

Графічний процес звукових коливань прийнято зображати у вигляді синусоїди (рис. 7.2). Такі коливання прийнято називати *гармонійними*. Вони належать до найпростіших видів коливань.

Швидкість  $V$  поширення коливань у просторі називають швидкість хвилі:

$$V = \frac{\lambda}{T}, \quad (7.9)$$

де  $T$  – період коливання;  $\lambda$  – довжина хвилі.

Хвилі залежно від їхньої довжини, виду і розмірів звукопровідного матеріалу поділяють, як вже згадувалось, на *поздовжні* та *поперечні*. У

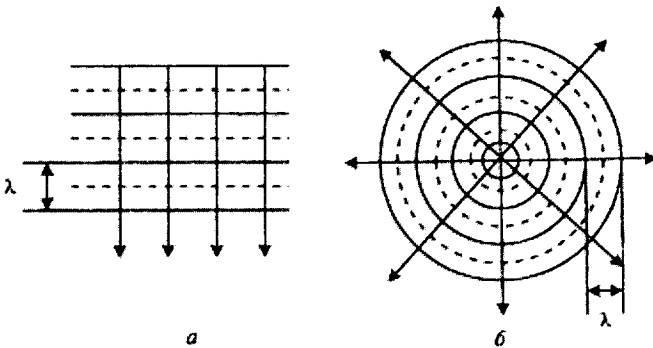


Рис. 7.1. Види хвиль : *a* – плоска; *б* – сферична;  $\lambda$  – довжина хвилі

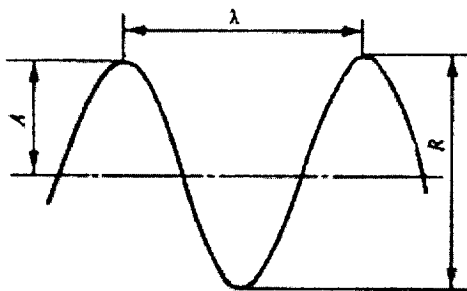


Рис. 7.2. Зображення гармонійного коливання:  $A$  – амплітуда коливань;  $\lambda$  – довжина хвилі;  $R = 2A$  – розмах коливань

поздовжніх хвилях міняються місцями зони стискування (області з підвищеним тиском) і зони розтягування (області з пониженим тиском). Ці хвилі ще мають іншу назву – *хвилі стискування*. У них напрям коливання частин збігається з напрямом поширення хвиль.

Для *поперечних хвиль* напрям коливання частинок перпендикулярний напрямку поширення хвилі. Ці хвилі називають також *зсувними*, оскільки викликають у звукопровідних матеріалах зсув. Вони поширюються лише у твердому середовищі.

Швидкість поширення поздовжніх і поперечних хвиль подана в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

### Швидкість поширення хвиль у різних середовищах

Речовина	Швидкість поширення хвиль, м/с	
	поздовжніх	поперечних
Алюміній	6320	3130
Залізо	5900	3230
Мідь	4730	2300
Цинк	4120	2350
Кварцове скло	5570	3520
Вода	1481	—
Повітря	331	—

Швидкість звуку у повітряному просторі в нормальних умовах, як впливає з табл. 7.2, становить 331 м.

Переносячи енергію, звукові хвилі тиснуть на барабанну перетинку людського вуха і відчуття звуку, викликане ними, залежить від звукового тиску.

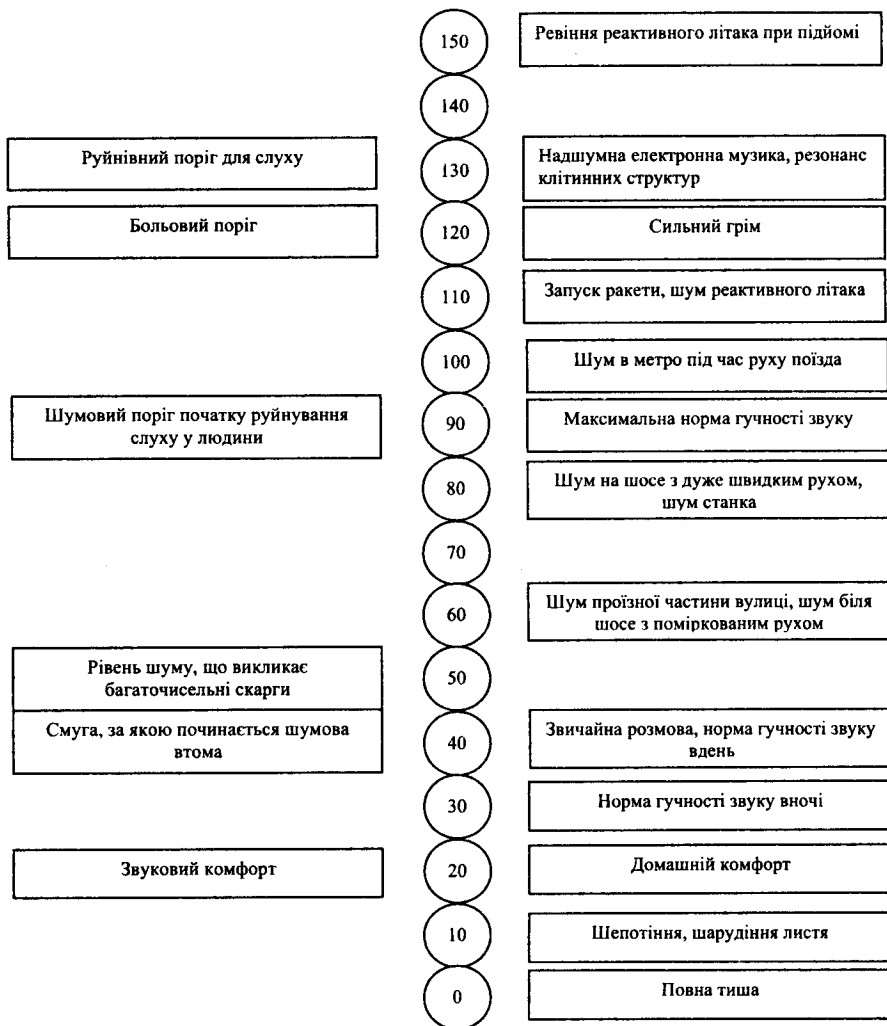


Рис. 7.3. Шкала сили звуку в децибелах

*Звуковий тиск – це додатковий тиск, який виникає в газі чи воді при наявності там звукової хвилі. Межа найбільшої чутливості вуха, що їх сприймає людина, лежить між порогом чутливості та больовим порогом і становить 130 дБ. На рис. 7.3 зображена шкала сили звуку в децибелах.*

Шум належить до несприятливих екологічних факторів. Сьогодні можна говорити, як зауважує І. Даценко, – про наявність шумової хвороби, етіологічним фактором якої є сукупність різноманітних шумів. Ще в XV ст. німецький лікар Парацельс встановив, що шум спричиняє глухоту і головний біль у шахтарів, мірошників та карбувальників. У середньовіччі застосовувалось жорстоке покарання – бовканням могутнього дзвону, внаслідок якого приречений помирав у страшних муках від нестерпного болю у вухах.

Шумова хвороба є загальним захворюванням всього організму з переважаючим пониженням слухового апарату і нервової системи. Шуми, що генеруються звукоапаратурою, під час естрадних концертів, можуть досягати рівня шуму 120 – 130 дБ. Лікарі визначили, що після концертів рок-музики, коли в залі генерується шум до 120 дБ у перших рядах і 100 – 110 дБ – в останніх, у 10 % слухачів виникають незворотні ушкодження внутрішнього вуха, а самі згадані концерти закінчуються сплесками агресивності, масовими психозами, жорстокими бійками й погромами.

Тривала дія шуму на організм людини призводить до розвитку хронічної перевтоми, зниження працездатності, виникнення таких симптомів як поганий сон, сонливість, зниження слуху, порушення терморегуляції. Допустимі рівні шуму для окремих категорій працівників наведені у табл. 7.3.

Специфічною реакцією організму на акустичну дію є зміни у звуковому аналізаторі, що виникають під впливом шуму.

Зниження слуху найчастіше виникає в умовах професійної діяльності та полягає в тому, що внаслідок звукового подразнення виникають біохімічні та гістологічні зміни у всіх відділах слухової системи. В основі цих змін, *лежить виснаження обмінних процесів, а також судинні зміни.* Всі інші зміни в організмі настають внаслідок тісних зв'язків слухової системи з численними нервовими центрами на різних рівнях і характеризують неспецифічну дію шуму.

Вплив шуму проявляється у порушенні симпатико-адреналової системи, вітамінного обміну, мікроциркуляції та реактивної зміни термінальних судин головного мозку. Дія шуму часто викликає гіпертонічну хворобу. Змінюється частота пульсу, яка проявляється в основному у

## Допустимі рівні звукового тиску

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах середньгеометричної частоти (Гц)								Рівні звуку та екві- валентні рівні звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Приміщення конструкторських бюро, розраховувачів, програмістів розрахункових машин, лабораторій для теоретичних і обробки експериментальних даних, прийом хворих у медпунктах.	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Приміщення управління, робочі кімнати.	79	70	68	58	55	52	50	49	60
3. Приміщення лабораторій для проведення експериментальних робіт, приміщення для розміщення гучних агрегатів розрахункових машин	95	87	82	78	75	73	71	69	80

вигляді аритмії та брадикардії. Знижується також загальна опірність організму.

Шум негативно впливає на органи травлення – виникають скарги на зниження апетиту, нудоту, почуття перенасичення тощо. Це пояснюється тим, що тривала дія шуму приводить до підвищення шлункової секреції, тонуусу стінки шлунку, перистальтики. Порушується скорочувальна здатність тонких кишок, що пригноблює процес травлення, знижує ефективність засвоєння їжі та сприяє розвитку патологічних процесів у кишківнику. Негативним є тривала дія шуму на жовчний міхур і жовчевивідні протоки, що порушує діяльність жовчевивідного апарату та викликає порушення відтоку жовчі з печінки і жовчного міхура у дванадцятипалу кишку.

Специфічною реакцією організму на акустичний вплив є зміни у *слуховому аналізаторі*, що виникають під дією шуму. Характер змін слухової чутливості залежить від частоти звуку-подразника, рівня інтенсивності та тривалості його дії на людину.

Втомлюваність, або тимчасове притуплення слухової чутливості вуха, пояснюється захисними властивостями слухового апарату, *адаптацією*, внаслідок якої через кілька хвилин впливу шуму інтенсивністю 100 дБ, тоном 1000 Гц чутливість слуху може зменшуватись на 5 – 10 дБ. Після закінчення впливу шуму у нормальних умовах притуплення слуху, як правило, зникає протягом 2 – 3 хв. Інтенсивний шум спричиняє деформацію і потовщення барабанної перетинки, викликає незворотні патологічні зміни в закінченні слухового нерва.

На виробництві, як вже згадувалося, часто наявні негативні впливи інфра- та ультра звуків.

*Інфразвук* – це акустичні коливання у діапазоні частот нижче 20 Гц, які негативно впливають на внутрішні органи. При цьому виникають неприємні явища у вигляді нудоти, болі у шлунку, вібрації грудної клітини, болю голови, головокружіння, почуття страху та неспокою. Можливі також ушкодження барабанної перетинки, пригнічення мозкової геодинаміки, зміни функції дихальної і серцево-судинної системи. Особливо несприятливо впливають на організм людини інфразвукові коливання частотою 4 – 12 Гц, які супроводжуються вібрацією внутрішніх органів.

*Ультразвук* – це хвильове коливання пружного середовища з частотою понад 20000 Гц, яке викликає механічну, теплову та фізико-хімічну дію. При місцевій дії, коли частота звукової хвилі перевищує 20000 Гц, відбувається ураження периферичної нервової системи. Зміни з боку центральної нервової системи проявляються у вигляді лабільності настрою, підвищення порогу збудливості слухового та зорового аналізаторів.



## 7.2. Захист від шуму, інфра- та ультразвуків

Вирішення еколого-технічних проблем шумового забруднення можливе лише за умов створення наукових основ шумозниження шляхом акустичної оптимізації машин, механізмів і спеціалізованих засобів, медико-біологічних та організаційних заходів з врахуванням особливостей виробництва та пріоритетності санітарно-гігієнічних заходів. З цією метою ведуть експериментальні дослідження індустріальних шумів як у виробничих приміщеннях, так і в межах навколишнього середовища. Необхідні також медико-біологічні дослідження працюючих у різних шумових зонах. Створення топограм-карт для виробничих приміщень і навколишньої території з визначенням джерел шуму і закріплення за ними робочих місць та обслуговуючого персоналу дає змогу оцінити стан систем “машина – людина – середовище”, а отже активно впливати на акустичне забруднення підприємств.

Отриманий значний експериментальний матеріал на підприємствах деревообробної галузі дає змогу виробити науково-обґрунтовані пропозиції щодо зонування шумового забруднення як виробничих приміщень, так і прилеглих до них територій. Для цього визначали рівні шумів і спектральний склад, адресний розподіл працюючих, вивчався їхній медичний стан, вели аудіометричні дослідження слуху. Виявлено, що на всіх досліджуваних підприємствах основною причиною шуму є механічна обробка деревини (здебільшого розпилювання та фрезкування), при яких цеховий шум коливається в межах 85 – 120 дБ, причому переважна кількість робітників працює у зонах з шумом 95 – 110 дБ, що істотно перевищує допустимий рівень (80 дБ). За таких умов робота дозволяється лише впродовж 15 хв.

На деревообробних підприємствах вирішальне значення у формуванні акустичного режиму мають будівельні конструкції та їх взаємне розташування. При цьому низькочастотний шум на відміну від високочастотного майже не знижується, а іноді навіть зростає.

Конструкція та характер забудови виконують функції фільтр-інжектора звукових коливань, а шум навколишнього середовища підприємств є функцією звукового каналу, акустична характеристика якого на шляху від джерел цехового шуму до різних точок пром-майданчика визначає його шумову карту.

Спектральний аналіз шуму навколишнього середовища в різних точках ситуаційного плану засвідчує всю складність шумової ситуації на виробництві. Запобігання шумовим забрудненням виробничих зон слід розглядати під кутом зору акустичної оптимізації генеральних

планів підприємств як з позиції оцінки огорожувальних якостей будівель, так і через формування їхніх зелених захисних зон.

Розробляючи систему шумозахисних заходів, беруть до уваги як *колективні*, так і *індивідуальні засоби захисту*. Перші передбачають зниження шуму в джерелі його виникнення, а також на шляху його поширення від джерела до об'єкту, який підлягає захисту. Індивідуальними засобами захисту від виробничого шуму є навушники, шоломи, вкладиші.

Розрізняють механічні, аеродинамічні, гідродинамічні, електромагнітні фактори шумоутворення. Причиною виникнення *механічних шумів* є робота різних машин і механізмів, пов'язана з тертям і взаємодіями деталей.

*Аеродинамічні та гідродинамічні шуми* виникають під час протікання газів і рідин. *Електромагнітні шуми* є наслідком роботи електроустаткування.

Для зниження шуму рекомендують різні способи. Серед них найбільш раціональний і ефективний – *зниження рівня звукової потужності джерела шуму* (машини, установки, агрегата тощо), яке можна здійснити зміною чи вибором обладнання з поліпшеними шумовими характеристиками.

Рівень звукової потужності ( $L_p$ ) розраховують за формулою

$$L_p = 10 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (7.10)$$

де  $P$  – звукова потужність, Вт;  $P_0$  – порогова звукова потужність, яка дорівнює  $10^{-12}$  Вт.

Зменшення рівня шуму в джерелі його виникнення (табл. 7.4) досягається за рахунок поліпшення конструкції або принципу дії машин і механізмів, заміною деталей і металевих матеріалів на пластмасові,

Таблиця 7.4

#### Ефективність заходів зі зниження рівня шуму

Назва заходу	Зниження рівня шуму, дБ
Заміна прямозубих шестерень шевронними	5
Заміна зубчастої передачі клиноремінною	10 – 15
Заміна металевих корпусів на пластмасові:	
в межах високих частот	7 – 15
в межах середніх частот	2 – 6

зміною ударних технологічних процесів на безударні (скажімо, kleпання на зварювання, штамповку на пресування тощо), використанням замість зубчастих передач клиноремінних, регулярним нанесенням мастил тощо.

Наступний спосіб, який широко використовують на виробництві, пов'язаний зі зменшенням звукової потужності на шляху поширення звуку (звукоізоляція). Для цього використовують звукоізолюючі огороження, кабіни, кожухи та акустичні екрани.

Звукоізолюючими огороженнями є стіни, покриття, перегородки, засклені пройми, вікна, двері. В якості матеріалів для звукоізолюючих огорожень рекомендують використовувати бетон, залізобетон, цеглу, керамічні блоки, дерев'яні полотна (для виготовлення дверей), скло тощо.

Якщо дозволяє технологічний процес та умови експлуатації, обладнання закривають кожухом (рис. 7.4), який зі середини покривається звукопоглинальним матеріалом, наприклад пінополіуретаном. Кожух встановлюють на гумових прокладках, не допускаючи контакту з обладнанням. Залежно від виду машини кожухи можуть бути стаціонарними зйомними і розбірними, можуть мати оглядові вікна та пройоми для комунікацій та проходження повітря, яке охолоджує закрите кожухом обладнання. У таких випадках отвори слід обладнувати звукогасячими пристроями.

Кожухи виготовляють з листового металу (сталь, дюралюміній тощо) або з пластмаси як у випадках звукоізолюючих огорожень. Кожух ефективніше знижує рівень шуму на високих частотах, ніж на низьких. Наприклад, сталевий кожух із розміром стінки  $4 \times 4$  м і товщиною стінки 1,5 – 2 мм є зниження шуму на частоті  $f = 63$  Гц на 21 дБ, а на частоті  $f = 4000$  Гц – на 50 дБ.

Звукоізолюючі кабіни застосовують для розташувань пультів управління та робочих місць у шумних цехах. Їх виготовляють із цегли, бетону або металевих панелей.

Для зменшення інтенсивності відбитих звукових хвиль з метою зменшення шуму проводять акустичну обробку приміщень. Для цього стелю, стіни та перекриття покривають звукопоглинальними матеріалами (рис. 7.5).

Площа облицювання визначається розрахунком. Якщо одержана внаслідок розрахунку площа недостатня для зниження рівня звукового тиску, замість облицювання стелі та над окремими джерелами влаштовують штучні звукопоглиначі або ж екрани між джерелом і місцем, яке захищаємо.

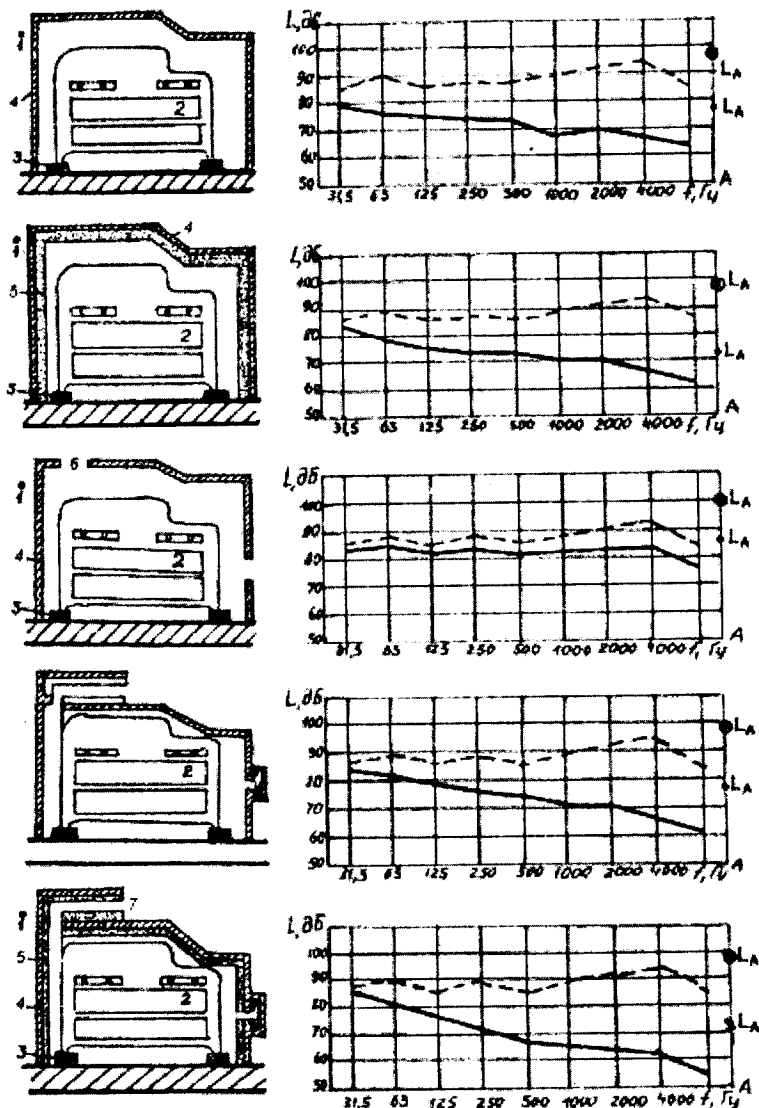


Рис. 7.4. Приклад ефективності засобів зниження шуму машини:  
 $A$  – частотна корекція  $A$ ;  $L_A$  – рівень звуку, дБ; 1 – точка спостереження;  
 2 – машина; 3 – віброізолятор; 4 – кожух із жорсткого непористого матеріалу; 5 – звукопоглинальний матеріал; 6 – вентиляційний отвір;  
 7 – канал із звукопоглинальним лічкуванням

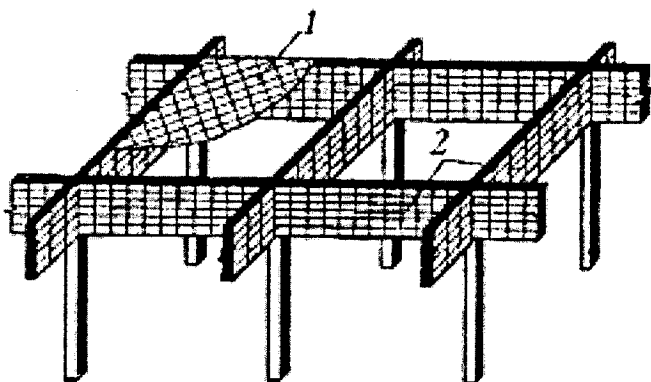


Рис. 7.5. Розташування звукопоглиначів: 1 – на стелі; 2 – у вигляді поздовжніх і поперечних діафрагм

Кількісною характеристикою звукопоглинальних матеріалів є *коефіцієнт звукопоглинання*  $\alpha$ , який визначається як

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{пад}}} = \frac{E_{\text{пад}} - E_{\text{відб}}}{E_{\text{пад}}}, \quad (7.11)$$

де  $E_{\text{пад}}$  – падаюча звукова енергія;  $E_{\text{погл}}$  – поглинута звукова енергія;  $E_{\text{відб}}$  – відбита звукова енергія.

Звукопоглинальними називають матеріали, у яких величина поглинання перевищує 0,2. До них належать мінеральні вати, базальтові скляні волокна, пінопласти, акустичні плити зі зернистою або волокнистою структурою типу „Акмігран”, „Акмінт”, „Силакпор” тощо. Штучні звукопоглинальні – це об’ємні звукопоглинальні тіла, виготовлені у вигляді конуса, куба, паралелепіпеда і підвішені до стелі приміщення.

*Акустичні екрани* виготовляють із суцільних твердих листів (металічних і т.п.) товщиною 1,5 – 2 мм, покритих звукопоглинальним матеріалом. Їх встановлюють на шляху поширення звуку. За акустичними екранами створюється зона звукової тіні. Екраном, який затримує прямий звук, часто захищають робоче місце працюючого.

Часто на виробництві доводиться мати справу з аеродинамічними шумами, які виникають у процесі руху повітря через витяжки й особливо приточні отвори системи вентиляції та кондиціонування повітря.

Аеродинамічні шуми вентиляційних систем породжуються вихровими шумами, викликаними течіями в міжлопаточних каналах і за

лопатками, а також в процесі взаємодії утворених вихорів з корпусом вентилятора. У вентиляційних системах утворюються також шуми взаємодії – періодичні пульсації тиску та швидкостей, викликані неоднорідністю потоку під час обертання лопаток. Для їх усунення зменшують швидкість потоку повітря і забирають перепони (наприклад решітки) на його шляху. Крім цього, на приточних отворах встановлюють конічні патрубки, які створюють високий опір рухомому повітрю, сприяють його правильному розподілу. Для зменшення поширення шуму до вентиляційних камер і кондиціонерів та після них по ходу руху повітря встановлюють глушники із звукопоглинального матеріалу, наприклад, м'яких матів або напівжорстких плит із скловолокна, які закладають за перфоровані металеві листи.

Глушники шуму поділяють на три групи: *абсорбційні (активні, реактивні (рефлексні) та комбіновані.*

В абсорбційних глушниках, затухання аеродинамічного шуму відбувається в опорах звукопоглинальних матеріалів, які заповнюють глушник.

Реактивні глушники відбивають звукову енергію у зворотному напрямі до джерела. Зниження шуму в комбінованих глушниках досягається за рахунок поєднання його поглинання та відбивання.

Отже, для зниження шуму можна рекомендувати наступні заходи:

- зниження рівня звукової потужності джерела шуму;
- зменшення шуму на шляху його поширення;
- застосування засобів звукопоглинання;
- зменшення часу безперервної роботи за шумових умов, тобто, зниження дози шуму;
- розташування джерела шуму на можливо більшій відстані від розрахункової точки, тобто за рахунок проведення комплексу архітектурно-планувальних заходів;
- своєчасного ремонту, змащування машин і обладнання, обмеження і повна заборона проведення шумних робіт й експлуатації джерел шуму в нічний час.

*Інфразвук* генерується як природними джерелами (вітри, грози, водостоки, хвилювання моря, землетруси тощо), так і штучними (транспорт, промислові підприємства, дорожно-будівельні машини, вибухи тощо). Основними джерелами виробничого інфразвуку є двигуни внутрішнього згоряння, вентилятори, поршневі компресори та інші тихохідні машини, що працюють з кількістю робочих циклів менше 20 за с. На компресорних станціях інфразвук досягають значних рівнів (113 дБ). Переважаючі рівні 12 Гц – 111 дБ.

Методи зниження інтенсивності *інфразвуку* значною мірою відрізняються від методів, які застосовуються для зниження шуму. Це пов'язане з набагато більшою довжиною хвилі інфразвуку порівняно з розмірами перешкод на шляху їхнього поширення. Для зменшення негативного впливу інфразвуку змінюють режим роботи установки або її конструкцію, застосовують звукоізоляцію глушника, зокрема реактивного типу, а також механічне перетворення частоти. Хоча деякі способи захисту від інфразвуку аналогічні способам захисту від шуму. Наприклад, зниження рівня інфразвуку в його джерелі, збільшення жорсткості конструкцій, що піддаються коливанню тощо. Водночас такі відомі методи боротьби з шумом як звукоізоляція і звукопоглинання тут малоефективні.

Джерелами виробничого *ультразвукового* випромінювання є ультразвукове технологічне устаткування, яке використовується під час зварювання, оброблення надкрихких і надтвердих матеріалів, очищення, зачищення, шліфування тощо.

Ультразвукові установки слід розташувати у спеціальних приміщеннях, використовуючи для забезпечення технологічного процесу системи дистанційного керування, а також автоматизацію та роботизацію. Ефективним з економічної точки зору є встановлення захисних звукоізоляційних кожухів та екранів, які виготовляють з листової сталі або дюралюмінію, пластмаси (гетінакса) або зі спеціальної гуми. Використання кожухів на деяких ультразвукових установках знижує рівень звуку на 60 – 80 дБ.

Як індивідуальні засоби захисту від контактної дії ультразвуку рекомендують використовувати спеціальні інструменти з ізольованими ручками, покритими пористою гумою або поролоном, а також гумові рукавиці.

### 7.3. Вібрації та їх шкідливість для здоров'я людини

Якщо шум передусім ушкоджує слух людини, то вібрація – шкіру, вестибулярний апарат тощо.

*Вібрація* – це сукупність механічних коливань, найпростішим з яких є гармонійне коливання. Взагалі вібрація є складним коливальним процесом крупних тіл, що характеризується періодичністю змін амплітуди коливань, віброшвидкості, віброприскорення та частоти коливань. Вібрацію визначають також як рух точки або механічної системи, при якому відбувається почергове зростання і спад у часі значень принаймні однієї координати.

Вібрацію викликають неврівноважені силові впливи, які виникають у процесі роботи машин і механізмів. До них належать ручні перфоратори, кривошипно-шатунні та інші механізми, деталі яких здійснюють зворотно-поступальні рухи.

Джерелом вібрації є також електродрилі, ручні шліфувальні машини, металорізальні верстати. Сюди належать також механізми, в яких деталі, що рухаються, здійснюють ударні впливи – зубчасті передачі, підшипники. Існують також спеціальні вібраційні установки, які використовують при ущільненні бетонних сумішей, подрібненні та сортуванні сипучих матеріалів тощо.

Для вібраційних систем, які здійснюють гармонійне коливання ( $\omega = 2\pi f$ ) з циклічною частотою, використовують наступні характеристики:

1. Амплітуда вібропереміщення ( $A_m$ , м), тобто найбільше відхилення точки, що коливається від стану рівноваги.

2. Коливальна швидкість або віброшвидкість ( $V$ , мм/с), визначається за формулою

$$V = 2\pi f A, \quad (7.12)$$

де  $f$  – частота коливань, Гц;  $A$  – амплітуда коливань, мм.

3. Прискорення коливання або віброприскорення ( $a$ ), визначається за формулою, м/с

$$a = (2\pi f)^2 A \text{ або } a = 4\pi^2 \frac{A}{T^2}, \quad (7.13)$$

де  $T = 1/f$  – період коливання, с.

4. Інтенсивність вібрації, як і у випадку із шумом, визначається за формулою

$$L_v = 10 \lg \left( \frac{V}{V_0} \right)^2 = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \quad (7.14)$$

де  $V$  – віброшвидкість, см/с;  $V_0$  – порогове значення віброшвидкості прийнято за одиницю, що дорівнює  $5 \cdot 10^{-6}$  м/с і відповідає пороговому звуковому тиску  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Віброприскорення можна визначити й наступним чином:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, \quad (7.15)$$

де  $L_a$  – рівень віброприскорення, дБ;  $a$  – прискорення коливань, м/с<sup>2</sup>;  $a_0$  – порогове значення прискорення коливань ( $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>).

Вібрацію поділяють на загальну (діє на весь організм) і місцеву (діє лише на окремі його частини: верхні кінцівки, плечовий пояс, судини



серця). Часто ці види вібрацій збігаються. У комбінації з шумами вібрація суттєво впливає на функціональний стан центральної нервової системи і на слуховий апарат. Місцева або локальна вібрації викликає зміни регуляції тону су периферичних кровоносних судин, що викликає спазми кінцівок. Порушується вазомоторна координація, розвивається вегетативний поліневрит. Загальна вібрація спричиняє порушення нормальних корково-підкоркових зв'язків у центральній нервовій системі, зміни у функціональному стані периферичних судин, порушення білкової та температурної чутливості, зміни в суглобах, які призводять до обмеження їх рухомості.

Якщо частоти коливань робочих місць збігаються з власними частотами коливань внутрішніх органів людини (так зване явище резонансу: для більшості внутрішніх органів людей частота власних коливань становить 6 – 9 Гц), то можливі механічні пошкодження цих органів аж до їх розриву.

Дія на руки працюючих місцевої вібрації (віброуючий інструмент), спричиняє порушення чутливості шкіри, втрату міцності кровоносних судин, чутливості нервових волокон, окостеніння сухожиль, відкладення солей у суглобах та інші небажані впливи.

Тривалий вплив вібрації призводить до професійного захворювання – *вібраційної хвороби*, яка піддається лікуванню лише на перших стадіях її розвитку.

Відомо, що вібрація негативно впливає не лише на працюючих, але й на машини та обладнання, обмежує їх технологічні можливості та довговічність. Вібрація підвищеної частоти (понад 16 – 20 Гц) здебільшого проявляється у вигляді шуму, а тому зниження вібрації рівнозначне зниженню шуму.

Загальну вібрацію залежно від джерела виникнення поділяють на три категорії:

- транспортна вібрація, яка діє на водіїв транспортних засобів під час перевезення вантажів;
- транспортно-технічна вібрація, яка діє на операторів машин при переміщенні вантажів, на виробничих майданчиках, платформах (екскаваторів, баштових кранів, гірничих машин тощо);
- технологічна вібрація, яка діє на операторів спеціальних верстатів, на яких відсутні джерела вібрації, що перевищують гігієнічні норми.

Гігієнічні норми вібрації, які приймаються окремо для кожного встановленого напрямку в кожній октавній смузі, показано у вигляді кривих на рис. 7.6, де по горизонтальній осі відкладено середньо-

геометричні частоти октав, Гц, а по вертикалі – логарифмічні рівні середньоквадратичних значень віброшвидкості, дБ.

Оскільки вплив вібрації на людину залежить від напрямку дії, її поділяють на таку, що діє вздовж ортогональної системи координат  $X, Y, Z$  (для загальної вібрації), де  $Z$  – вертикальна вісь, а  $X, Y$  – горизонтальні осі (рис. 7.7) і на таку, коли напрямок дії відбувається вздовж осей ортогональної системи координат  $X_p, Y_p, Z_p$  (для локальної вібрації), вісь  $X_p$  збігається з джерелом вібрації, а вісь  $Z_p$  лежить в площині руху  $X_p$ , по якій визначається напрям дії сили (рис. 7.8).

Тіло людини, якщо його розглядати в площині вібраційного процесу, є масою з пружними елементами, а тому ступінь та характер дії вібрації на організм людини залежить від виду вібрації, її параметрів і напрямку дії.

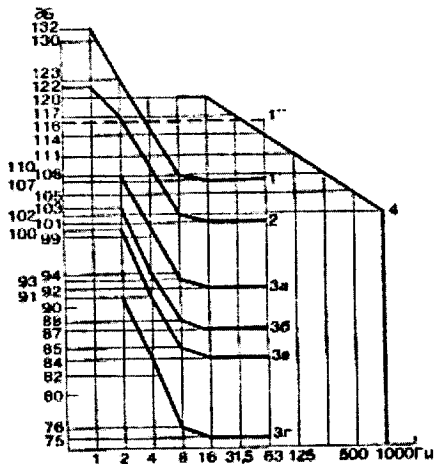


Рис. 7.6. Гігієнічні норми вібрації:  
 1' – вертикальна; 1'' – горизонтальна транспортна;  
 2 – транспортно-технологічна;  
 3а – технологічна у виробничих приміщеннях;  
 3б – в службових приміщеннях на судах;  
 3в – у виробничих приміщеннях без віброуючих машин;  
 3г – в приміщеннях адміністративно-управлінських та для розумової праці;  
 4 – локальна вібрація.

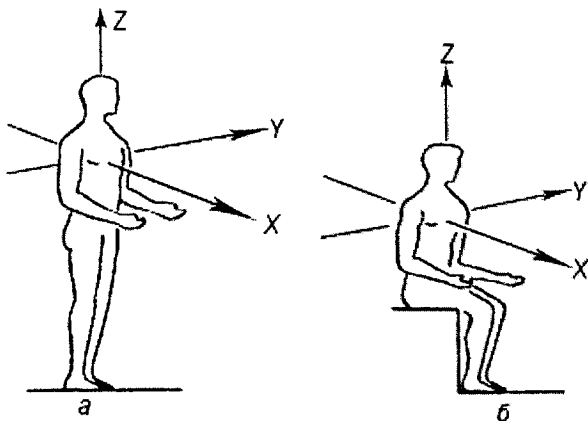


Рис. 7.7. Напрямок координатних осей при дії загальної вібрації:  
 а – поза стоячи;  
 б – поза сидячи; вісь  $Z$  – вертикальна, перпендикулярна до поверхні; вісь  $X$  – горизонтальна від спини до грудей; вісь  $Y$  – горизонтальна від правого плеча до лівого

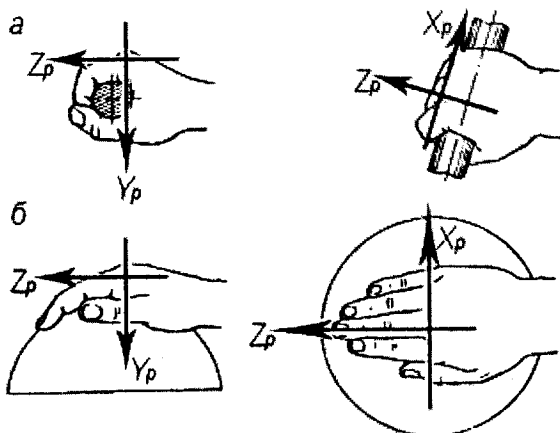


Рис. 7.8. Напрямок координатних осей при дії локальної вібрації: а – при положенні руки на циліндричній поверхні; б – при положенні руки на сферичній поверхні

Для кожних з трьох названих вище типів вібрації нормують величини віброшвидкості та віброприскорення як у лінійних одиницях ( $\text{м/с}$ ,  $\text{м/с}^2$ ), так і в логарифмічних (дБ) залежно від частоти вібрації. Загальна вібрація нормується в діапазоні частот 0,8 – 80 Гц, а місцева (локальна) – в діапазоні частот 8 – 1000 Гц. Оскільки вібрація здебільшого включає як горизонтальну, так і вертикальну складові, то при її нормуванні враховують напрям дії вібрації. Допустимі рівні загальної і локальної вібрації наведені в табл. 7.5, 7.6.

Таблиця 7.5

### Допустимі рівні загальної вібрації

Середньгеометрична частота	Допустимі значення віброшвидкості				Допустимі значення віброприскорення			
	$\text{м/с} \cdot 10^{-2}$		дБ		$\text{м/с}^2$		дБ	
	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y
1,0	20,0	6,3	132	122	1,12	0,4	71	62
2,0	7,1	3,5	123	117	0,8	0,04	68	62
4,0	2,5	3,2	114	116	0,56	0,8	65	68
8,0	1,3	3,2	108	116	0,56	1,6	65	74
16,0	1,1	3,2	107	116	1,12	3,15	71	80
63	1,1	3,2	107	116	4,50	12,5	83	92

## Допустимі рівні локальної вібрації

Середньогометрична частота	Допустимі значення по осях X, Y, Z			
	Віброприскорення		Віброшвидкість	
	м/с	дБ	м/с	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109

## 7.4. Засоби попередження та зниження вібрацій

Заходи щодо захисту від вібрації поділяють на *технічні*, *організаційні* та *лікувально-профілактичні*. Для запобігання впливу вібрацій на людину під час створення машин слід віддавати перевагу кінематичним і технологічним схемам, які б усували або ж зменшували до мінімуму динамічні процеси. Наприклад, причиною низькочастотних вібрацій здебільшого є дисбаланс роторів, що виникає внаслідок нерівномірності густини матеріалу машин, неправильного вибору допусків і посадок. Для зниження вібрацій необхідне балансування роторів, усунення надмірних люфтів і зазорів.

Особливо ефективним методом зниження вібрації в джерелі її виникнення є усунення резонансних режимів роботи обладнання. Під час проектування цього досягають, вибираючи робочі режими з урахуванням частот власних коливань машин і механізмів та враховуючи, що власна частота коливної системи:

$$w_0 = \sqrt{\frac{b}{m}}, \quad (7.16)$$

де  $b$  і  $m$  – відповідно жорсткість і маса системи. Змінюючи будь-яку з них, можна усунути режим резонансу.

Якщо не вдається усунути вібрації в джерелі виникнення, то використовують методи зниження параметрів вібрацій на шляху її поширення від джерела. Часто використовують віброізоляцію на пружних опорах, а також застосовують прокладки з гуми, пробки тощо. Поширене на виробництві вібродемпфірування, в основі якого лежить збільшення активних втрат у коливних системах, тобто перетворення енергії механічних коливань у теплову. Вібродемпфірування можна використати в машинах з інтенсивним динамічним навантаженням, застосовуючи матеріали зі значним внутрішнім тертям: чавуни з малим вмістом вуглецю і кремнію, сплави кольорових металів. Добрими вібродемпфірувальними властивостями володіють пластмаси, дерево, гума. Відомими вібропоглинальними мастиками є так звані антивібранти („Антивібрант-2”, „Антивібрант-3”), які виготовляють на основі епоксидних смол.

*Вібrogасіння, або динамічне гасіння* коливань досягається передусім встановленням віброуючих машин і механізмів на міцні масивні фундаменти. Масу фундаменту розраховують таким чином, щоб амплітуда коливання його підшви була в межах 0,1 – 0,2 мм, а для особливо важливих споруд – 0,005 мм.

Для зменшення вібрації механічне обладнання встановлюють на фундаменти з амортизуючими прокладками. Вентилятори і насоси, наприклад, закріплюють на пружинних віброізоляторах.

Фундаменти для стаціонарно встановленого обладнання слід розміщати на ґрунті ізольовано від будівельних конструкцій, особливо це стосується масивного механічного обладнання. Механічне обладнання приєднують до комунікацій з допомогою гнучких вставок. Щоб зменшити вібрацію від привода обладнання, стінки кожуха, в який воно заховане, покривають демпфірувальним матеріалом.

Серед індивідуальних засобів захисту від вібрації є спеціальні рукавиці та прокладки. Для захисту ніг використовують віброзахисне взуття, що має прокладки з пружно демпфірувальних матеріалів (пластмаси, гуми або войлоку). З метою профілактики вібраційної хвороби персоналу, що має справу з віброуючим обладнанням, слід суворо дотримуватися режиму праці й відпочинку, чергуючи при цьому робочі операції, пов'язані з впливом вібрації і без неї.

Отже, *організаційні заходи* – це вчасний ремонт та обслуговування обладнання, чергування праці та відпочинку; *технічні заходи* полягають у зниженні вібрації в джерелі її виникнення; *лікувально-профілактичні заходи* включають медичний огляд та лікувальні процедури.

## 7.5. Шумозахисні зелені насадження

Зовнішні шуми, особливо лінійні (автотранспорт, залізниця), які проникають у робочу зону, необхідно зменшувати. Згасання сили звукової хвилі буває двох типів: перший – *нормальне ослаблення*, яке залежить від дистанції (зі збільшенням відстані від джерела до приймача сила звуку зменшується); *сильне ослаблення*, що виникає внаслідок затримання окремими перепонами або суцільними бар'єрами звукових хвиль, які прямують від лінійного джерела до приймача (рис. 7.9).

Акустичний ефект зниження рівня шуму визначають в основному наступні чинники: ширина смуги, дендрологічний склад і конструкція

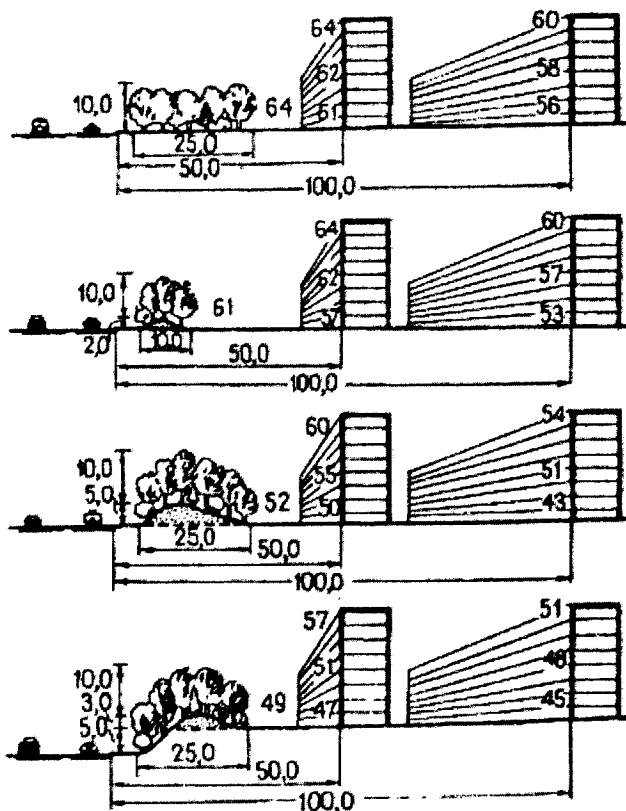


Рис. 7.9. Результати натурних вимірювань зниження рівня транспортного шуму за смугами зелених насаджень різноманітними екранами, дБ

посадок. Вібрація звукових хвиль, які доходять до захисних зелених смуг абсорбуються листям та гілками дерев. Відомо, що легкі, еластичні та дірчасті стіни захисних смуг є добрим амортизатором небажаного звуку. Деревя і чагарники як розсіювачі звуку мають бути розташовані якомога ближче до джерела, тобто до автомагістралі чи залізниці.

Одним із головних факторів, що впливає на ефективність дії шумозахисної смуги, є дендрологічний склад насаджень (табл. 7.7) його можна обчислити за допомогою коефіцієнта  $K_v$ , який для практичних розрахунків (незалежно від конструкції посадок) рекомендують брати однаковим і для листяних, і для хвойних порід – 1,2.

Таблиця 7.7

### Шумозахисна ефективність насаджень

Насадження	Зниження рівня шуму за рахунок зелених насаджень у міру віддалення від магістралі, дБ				
	50 м	110 м	150 м	200 м	250 м
Листяні дерева (акація, тополя, дуб)	4,2	6,1	8,0	9,0	10,0
Листяні чагарники	6,0	9,2	11,5	12,5	14,0
Ялина	7,0	11,0	12,5	14,0	15,5
Сосна	9,0	12,2	14,2	16,0	17,5

Конструкцію шумозахисної смуги магістралі вибирають залежно від величини на ній шуму. Для рядової посадки незалежно від дендрологічного складу  $K = 1$ , для шахматної –  $K = 1,05$ .

Значення коефіцієнта послаблення звуку зеленими смугами (зниження рівня звуку на 1 м ширини смуги) прийнято такі:

1. 0,08 дБА/м – для декоративних смуг з густим, крупним листям;
2. 0,025 дБА/м – для щільних смуг;
3. 0,4 дБА/м – для щільних кількаярусних смуг.

Слід зауважити, що щільні смуги (густота 0,9 – 1,0) діють як “зелена стіна”, – при зустрічі з нею звукова енергія відбивається у зворотному напрямі. Оптимальними вважається смуга з густотою 0,8, де звукова енергія послаблюється на величину  $v$ . Якщо ж смуга багаторядна ( $n$  рядів), то зниження рівня звуку дорівнюватиме  $nv$ . Зниження рівня шуму різними видами зелених насаджень подані у табл. 7.8.

## Зниження рівня шуму зеленими насадженнями

Ширина смуги, м	Конструкція та дендрологічний склад смуги	Зниження рівня шуму, дБА
10	Три ряди листяних дерев: клена гостролистого, в'яза звичайного, липи дрібнолистої, тополі бальзамічної (у рядовій конструкції посадок) з чагарником в живоплоті або підліском з клена татарського, спіреї калинолистої, жимолості татарської	4 – 5
15	Чотири ряди листяних дерев – липи дрібнолистої, клена гостролистого, тополі бальзамічної (у рядовій конструкції посадок) з чагарником у двоярусному живоплоті та підліском з акації жовтої, спіреї калинолистої, гордовини, жимолості татарської.	5 – 6
15	Чотири ряди хвойних дерев – ялини, модрини сибірської (у шаховій конструкції посадок), з чагарників у двоярусному живоплоті з дерну білого, клена татарського, акації жовтої, жимолості татарської.	8 – 10
20	П'ять рядів листяних дерев – липи дрібнолистої, тополі бальзамічної, в'яза звичайного, клена гостролистого, (в рядовій конструкції посадок) з чагарником у двоярусному живоплоті і підліском з спіреї калинолистої, жимолості татарської, глоду сибірського.	6 – 7
20	П'ять рядів хвойних дерев – модрини сибірської, ялини звичайної (у шаховій конструкції посадок), з чагарником у двоярусному живоплоті та підліском зі спіреї калинолистої, акації жовтої, глоду сибірського.	9 – 11
25	Шість рядів листяних дерев – клена гостролистого, в'яза звичайного, липи дрібнолистої, тополі бальзамічної (у шаховій конструкції посадок) з чагарником у двоярусному живоплоті та підліском з клена татарського, жимолості татарської, глоду сибірського, дерну білого.	7 – 8
30	Сім – вісім рядів листяних дерев – липи дрібнолистої, клена гостролистого, тополі бальзамічної, в'яза звичайного (у шаховій конструкції посадок) з чагарником у двоярусному живоплоті і підліском з клена татарського, жимолості татарської, глоду сибірського, дерну білого.	8 – 9



Найкращим шумозахисним ефектом характеризуються смуги, розміщені на екрануючому бар'єрі – земляному кавальєрі. Якщо магістраль у низині, то бажано озеленити верхню брівку схилу. Найбільш ефективною формою поперечного профілю вважається форма трикутника з більш пологою стороною стосовно джерела шуму.

Захисні зелені смуги діють комплексно: зменшують шум, осаджують пил, поглинають вихлопні гази, поліпшують мікроклімат, володіють позитивним психо-емоційним впливом

### *Контрольні запитання та завдання*

1. Поясніть визначення поняття “шум”, “ультразвук”, “інфразвук”, “вібрація”.
2. Якими фізичними параметрами характеризується шум, ультразвук та інфразвук?
3. Яким чином діють на організм людини шум, ультра- та інфразвук, вібрації?
4. У чому полягає нормування шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації?
5. Назвіть основні способи захисту від впливу шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації.
6. В чому полягає звукоізоляція та звукопоглинання?
7. Що таке віброізоляція?
8. Що таке глушники шуму? Для яких шумів їх використовують?
9. Перелічіть індивідуальні засоби захисту від шуму та вібрації.
10. Яким приладом вимірюють шум?
11. Як розрахувати ширину шумозахисної зеленої смуги?

## ЗАХИСТ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ І ВИПРОМІНЮВАНЬ

### 8.1. Електромагнітне поле та його вплив на здоров'я людини

*Електромагнітні коливання* – це одночасні періодичні зміни взаємопов'язаних електричного та магнітного полів. Поширення змінного електромагнітного поля в просторі з часом називають *електромагнітною хвилею*.

Електромагнітні хвилі виникають у процесі прискорення руху електричних зарядів. Поєднання електричного та магнітного полів створює так зване *електромагнітне поле*.

У природі джерелами електромагнітних полів є атмосферна електрика, космічне проміння, випромінювання Сонця. До штучних джерел належать генератори, трансформатори, антени, лазерні установки, мікрохвильові печі, монітори комп'ютерів тощо. Промисловими джерелами електромагнітних полів є високовольні лінії електропередач (ЛЕП), вимірювальні прилади, відкрите розподільне устаткування: (індукційні котушки, окремі елементи генераторів, робочі конденсатори тощо).

Залежно від довжини хвилі електромагнітне випромінювання поділяють на діапазони (табл. 8.1). Основними параметрами електромагнітних коливань є довжина хвилі, частота коливань і швидкість поширення.

*Довжина електромагнітної хвилі* – це відстань, на яку поширюється хвиля за час одного періоду.

Зв'язок між довжиною хвилі  $\lambda$ , швидкістю її поширення в середовищі  $v$  і періодом  $T$  та частотою коливань  $\nu$  можна записати таким чином:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda\nu. \quad (8.1)$$

За теорією Максвелла будь який заряд, що рухається з прискоренням або коливається, має випромінювати електромагнітні хвилі. Ці хвилі, поширюючись у необмеженому просторі зі швидкістю світла, створюють змінне електромагнітне поле, яке здатне впливати на заряджені частинки, струми, внаслідок чого відбувається перетворення енергії поля в інші види енергії. Всю область поширення електричних хвиль,

## Діапазони електромагнітних випромінювань в області радіохвиль

Номер діапазону	Діапазон частот*	Діапазони довжин хвиль**	Відповідний метричний підрозділ
5	30 – 300 КГц	$10^4$ - $10^3$ м	Кілометрові хвилі (низькі частоти – НЧ)
6	300 – 3000 КГц	$10^3$ - $10^2$ м	Гектаметрові хвилі (середні частоти – СЧ)
7	3 – 30 МГц	$10^2$ -10 м	Декаметрові хвилі (високі частоти – ВЧ)
8	30 – 300 МГц	10-1 м	Метрові хвилі (дуже високі частоти – ДВЧ)
9	300 – 3000 МГц	1-0,1 м	Дециметрові хвилі (ультрависокі частоти – УВЧ)
10	3 – 30 ГГц	10-1 см	Сантиметрові хвилі (надвисокі частоти – НВЧ)
11	30 – 300 ГГц	1-0,1 см	Міліметрові хвилі (надзвичайновисокі частоти – НЗВЧ)

\* діапазони частот включають верхнє значення параметра й виключають нижнє.

\*\* діапазони довжини хвиль включають нижнє значення параметра й виключають верхнє.

починаючи від джерела випромінювання, умовно поділяють на три зони: *ближню*, *проміжну* та *дальню*. Радіус ближньої зони становить приблизно 1/6 довжини хвилі від джерела випромінювання. Дальня зона розпочинається на відстані, яка дорівнює приблизно шести довжинам хвиль. Проміжна зона розміщена між ними.

Напруженість електричного поля  $E$ , В/м визначають за формулою:

$$E = \frac{\sqrt{30P}}{r}, \quad (8.2)$$

де  $P$  – потужність джерела випромінювання, Вт;  $r$  – відстань від джерела випромінювання.

У зоні дії змінного електромагнітного поля людина опиняється під впливом негативних для здоров'я факторів, передусім теплового й біологічного. Наслідки цього впливу залежать від напруженості електричного та магнітного полів, частоти випромінювання, щільності

поток енергії, розміру опроміненої поверхні людського тіла, а також індивідуальних особливостей людини.

За рахунок змінної поляризації діелектрика, а також появи струменів провідності, тіло людини нагрівається. Пояснюється це тим, що тканини людського організму (рідинні складові, кров, тощо), які добре проводять електричний струм, нагріваються внаслідок виникнення у них вихорових струмів. У тканинах, що не проводять електричний струм (діелектрики) – хрящі, сухожилля і т.д., – внаслідок збуджених електричних полем коливань молекул діелектрика з наступною їх поляризацією відбувається виділення тепла.

Надзвичайно сильно впливає електромагнітне поле на органи і тканини з високим вмістом води: мозок, шлунок, жовчний і сечовий міхур, нирки. Внаслідок дії електромагнітного випромінювання спостерігається помутніння кристалика ока та розвиток катаракти, розлад психіки, підвищена втомлюваність і сонливість, поява слухових галюцинацій. Тривалий вплив випромінювання порушує функції серцево-судинної системи, погіршує обмін речовин, призводить до зміни складу крові, зниження біохімічної активності. Електромагнітні поля промислової частоти впливають на мозок і центральну нервову систему.

З екологічної точки зору, людський організм належить до групи *гомойотермних* організмів, тобто він *володіє терморегулюючими властивостями, підтримує постійну температуру тіла*. Як відомо, під час нагрівання людського організму в електромагнітному полі відбувається відведення надлишкового тепла до щільності потоку енергії  $I = 10 \text{ мВт/см}^2$ , тобто до *теплогового порогу*. Починаючи з цієї величини система терморегуляції не справляється і настає перегрівання організму, що негативно відбивається на здоров'ї людини.

Біля джерела електромагнітних випромінювань виділяють *ближню* зону або (зону *індукції*), що розміщується на відстані (м)  $r \leq \lambda/6$ , та *дальню* зону (зону *випромінювання*), для якої  $r > \lambda/6$ , де  $\lambda = 3 \cdot 10^8/v$  – довжина хвилі (м), а  $v$  – частота коливань (Гц).

У діапазоні від низьких частот до короткохвильових випромінювань частотою, меншою 10 МГц біля генератора, робоче місце перебуває в зоні індукції. Оскільки в зоні індукції електричне й магнітне поле можна вважати незалежними одне від одного, тому нормування тут ведеться як за електричною так і за магнітною складовими. У зоні випромінювання, де вже сформувалася електромагнітна хвиля, що біжить, більш важливим параметром є інтенсивність електромагнітного

поля. Енергетичним показником параметрів у цій зоні є щільність потоку енергії, ( $\Pi$ , Вт/м<sup>2</sup>).

Кількісний вплив електромагнітного поля на людину визначається величиною поглинутої її тілом електромагнітної енергії ( $W$ , Вт):

$$W = \Pi S_{\text{эф}},$$

де  $S_{\text{эф}}$  – поглинальна поверхня тіла людини, м<sup>2</sup>.

Вплив електромагнітного випромінювання на людину залежить від частоти та інтенсивності випромінювання, тривалості й умов опромінення.

Мірилом безпеки перебування людини в електромагнітному полі промислової частоти є *напруженість поля*. Електричне поле струму промислової частоти характеризується напругою 400 кВ і вище.

Граничні рівні опромінення у діапазоні радіочастот визначаються ГОСТ 12.1.006-84 “Електромагнітні поля радіочастот”. Відповідно нього встановлена гранично допустима напруженість електричного поля у діапазоні 0,06 – 300 мГц і гранично допустиме енергетичне навантаження за робочий день.

Гранично допустима напруженість магнітного поля в діапазоні частот 0,06 – 3 мГц становить 50 А/м.

Гранично допустимий рівень впливу постійних магнітних полів нормується відповідно до СН №1742-77. Напруга такого поля не повинна перевищувати 8000 А/м.

Тривалість перебування людини в електромагнітному полі залежить від рівня його напруженості (табл. 8.2).

Таблиця 8.2

**Допустима тривалість дії електричного поля на людину  
залежно від напруженості**

Напруженість електричного поля, кВ/м	Тривалість перебування людини в електричному полі протягом 1 доби, хв
менше 5	не нормовано
від 5 до 10	не більше 180
понад 10 до 15	не більше 90
понад 15 до 20	не більше 10
понад 20 до 25	не більше 5

## 8.2. Захист від електромагнітних випромінювань

До способів захисту від електромагнітних випромінювань належать:

- раціональне розміщення випромінюючих й опромінюючих об'єктів, що виключає або ж ослаблює їх дію на працюючих;
- обмеження місця та часу перебування працюючих в електромагнітному полі; захист відстанню, тобто віддаленням робочого місця від джерела електромагнітного випромінювання;
- зменшення потужності джерела випромінювання;
- використання поглинальних і відбивних екранів;
- використання засобів індивідуального захисту і т.д.

Одним із найефективніших способів захисту є екранування робочих місць або ж безпосередньо джерел випромінювання.

*Відбиваючі екрани* виготовляють із матеріалів з малим електричним опором, найчастіше з металів або їх сплавів (міді, латуні, алюмінію і його сплавів, сталі). Вважаються найбільш ефективними й економними не суцільні екрани, а виготовлені з дротяної сітки або з тонкої (товщина 0,01 – 0,05 мм) алюмінієвої, латунної або цинкової фольги.

Екрануючу здатність мають струмопровідні фарби, в яких струмопровідним елементом є колоїдне срібло, порошковий графіт, сажа тощо, а також металеві покриття, нанесені на поверхню захисного матеріалу.

Екранування електромагнітного випромінювання відбувається наступним чином. У матеріалі екрану під дією електромагнітного поля виникають, згідно з законом Фуко, вихореві струми, створюючи в ньому вторинне поле. Амплітуда цього поля майже аналогічна амплітуді екрануючого поля, в той час як фази цих полів протилежні, що зумовлює внаслідок накладання цих полів до затухання напруженості.

Ефективну дію екрана можна визначити за формулою:

$$E = \frac{I}{I_0}, \quad (8.3)$$

де  $I_0$  – щільність потоку енергії в даній точці без екранування, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $I$  – щільність потоку енергії в тій же точці з використанням екрана, Вт/м<sup>2</sup>;

Ефективність екранування можна виразити в децибелах:

$$E = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ.} \quad (8.4)$$

Замкнутий екран, зварений із листової сталі безперервним швом, має ефективність екранування у діапазоні частот 0,15 – 10000 Гц, приблизно 100 дБ.

Поглинаючі екрани поглинають електромагнітні хвилі. Їх виготовляють у вигляді гнучких і жорстких пінопластів, гумових килимків, листів поролону, волокнистої деревини, обробленої спеціальним розчином, а також із ферромагнітних пластин.

Захисні екрани слід обов'язково заземляти.

Захист від електромагнітного поля промислової частоти, що утворюють ЛЕП, забезпечують збільшуючи висоту підвішування дротів ЛЕП і зменшення відстані між ними (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

**Розміри санітарно-захисних зон вздовж високовольтних ліній**

Напруга високовольтної лінії, кВ	Відстань від проекції на землю крайніх фаз проводів, м	Напруга високовольтної лінії, кВ	Відстань від проекції на землю крайніх фаз проводів, м
1150	300 (55)	220	25
750	250 (40)	110	20
500	150 (30)	35	15
330	75 (20)	до 20	10

Основними способами захисту від електромагнітного випромінювання є необхідна відстань, створення санітарно-захисних зон, в яких обмежується тривалість робіт, а також заземлення машин й обладнання. Зоною обмеження забудови є територія, де на висоті понад 2 м від поверхні землі перевищені гранично допустимі режими, які закладені в сучасних нормативах. Зовнішню межу зони обмежень визначають за максимальною висотою будівель перспективної забудови, на рівні верхнього поверху, де гранично допустиме випромінювання електромагнітного поля не перевищує норми.

Межі санітарно-захисних зон уздовж траси високовольтної лінії у населеному пункті становлять 300 м при напрузі 1150кВ і 10 м – при напрузі 20 кВ.

Матеріали стін і перекриття по-різному поглинають і відбивають електромагнітні хвилі. Покриття поверхні олійною фарбою, яка не має шорсткості, відбиває до 30 % електромагнітної енергії сантиметрового діапазону.

Машини та механізми на пневмоході в санітарно-захисній зоні мають бути заземлені (ланцюгом між рамою і землею). Металеві по-

криття будівель заземлюють не менше, ніж у двох місцях. Будівлі, що розміщені у відкритому просторі цих зон, забезпечують екрануючими перегородками (залізобетонними, тросовими) або зеленими смугами дерев і кущів, висотою щонайменше 2 метри. Протяжні металеві об'єкти (трубопроводи, кабелі) на будмайданчиках, розміщених у санітарно-захисній зоні, підлягають заземленню.

*Санітарно-епідеміологічна служба здійснює контроль рівня електромагнітного випромінювання: а) під час приймання в експлуатацію нових або реконструйованих об'єктів; б) під час поточного санітарного огляду.*

На території санітарно-захисних смуг високовольтних ліній напругою 750 кВ і вище забороняється проведення робіт особам до 18 років.

Напругу постійного магнітного поля вимірюють приладами Ш1-8 або Ф-4355. Магнітне поле промислової частоти при напрузі до 15 кА/м вимірюють приладами Г-79, а у діапазоні частот 0,01 – 30 МГц – приладами ПЗ-15, ПЗ-16 та ПЗ-17, які також можуть бути рекомендовані для вимірювання напруги електричного поля в діапазоні частот 0,02 – 300 мГц. Для вимірювання щільності потоку енергії електромагнітного поля використовують прилади ПЗ-9, ПЗ-18, ПЗ-19, ПЗ-20, які перекривають частотний діапазон 0,3 – 400 МГц.

### **8.3. Лазерне випромінювання та дотримання лазерної безпеки**

Особливим видом електромагнітного випромінювання є лазерне, яке генерується в спеціальних пристроях – *оптичних квантових генераторах* або *лазерах*. Лазери – це потужні випромінювачі електромагнітної енергії оптичного діапазону. Їх часто використовують для обробки матеріалів (різання, свердління отворів тощо), у системі зв'язку для передачі сигналів лазерним променем, щоб одержати голограми (об'ємні зображення предметів), у хірургії тощо.

Принцип роботи лазера оснований на взаємодії електромагнітного поля з електронами, які входять до складу атомів і молекул робочої речовини.

Лазери можуть бути *газовими, напівпровідниковими, рідинними, твердотілими*.

Для газових лазерів використовують інертні гази – неон, аргон або пару, наприклад кадмію. Для напівпровідникових лазерів в якості робочої рідини використовують арсенід галію, у рідинних – речовини органічних барвників або неорганічних солей рідкісних металів. У



твердотілих лазерах використовують рубін. Останнім часом розроблені оптичні квантові генератори, де використовуються різні оптичні середовища (фтористий кальцій, вольфрамат кальцію тощо). Ці лазери можуть працювати як в імпульсному (тривалість випромінювання 0,25 с), так і в безперервному (0,25 с і більше) режимах.

Лазери генерують електромагнітне випромінювання в діапазоні хвиль 0,2 – 1000 мкм, які поділяють стосовно біологічної дії лазерного променя на наступні спектри: 0,2 – 0,4 мкм – ультрафіолетова область; 0,4 – 0,75 – видима; 0,75 – 1,4 мкм – ближня інфрачервона, понад 1,4 мкм – дальня інфрачервона область. Найчастіше в техніці застосовують лазери з довжиною хвиль, мкм: 0,34, 0,49-0,51; 0,53; 0,694; 1,06; 10,06.

Енергетичні параметри лазерів залежать від їх типів. Наприклад, рубінові лазери, які випромінюють в оптичній частині спектру, дають імпульси тривалістю від декількох мілісекунд (мс) до сотих наносекунд (нс), причому енергія одного імпульсу може досягати сотень джоулів при потужності в сотні мегават ( $1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}$ ).

*Нормативною величиною лазерного випромінювання є відношення потужності до площі поверхні ( $\text{Вт}/\text{см}^2$ ) або концентрованого пучка енергії до одиниці площі ( $\text{Дж}/\text{см}^2$ ).*

Шкідливий вплив лазерних установок під час їх роботи на організм людини може проявлятися внаслідок:

- потужного світлового випромінювання від ламп накачування;
- іонізованого випромінювання;
- дії високочастотних і надчастотних електромагнітних полів;
- інфрачервоного випромінювання;
- дії шумів і вібрацій.

Шкідлива дія лазерних установок залежить від енергетичних і часових параметрів випромінювання, передусім потужності, довжини хвилі, променя, тривалості та частоти.

Рівень уражаючої дії залежить також від біологічних і фізико-хімічних особливостей тканини й організму в цілому. Ураження від лазерних установок мають *термічний* і *нетермічний* характер.

Термічна дія лазерів постійної дії дуже подібна до звичайного нагрівання і теплових опіків: невеликі дози випромінювання спричиняють опіки шкіри, а при енергії вище 100 Дж виникають значні опіки з руйнуванням тканини. До речі, площа ураження лазерного опіку невелика. Важливо звернути увагу на те, що лазерний промінь діє непомітно, він немає видимих ознак – вогню, диму, звуку.

Супутніми, нетермічними впливами лазерних установок є поглинання тканинами електромагнітної енергії, а також різні електричні та фотоелектричні ефекти.

Під дією лазерного випромінювання виникають первинні та вторинні наслідки впливу. Якщо первинні відбуваються в тканинах людини безпосередньо під впливом випромінювання (опіки, крововиливи тощо), то вторинні (побічні явища) викликають різноманітні порушення в людському організмі.

Лазерні промені поражають не лише поверхню шкіри, викликаючи опіки, але й внутрішні органи, що проявляється у вигляді крововиливів, набряків, а також згортанні та розпаді крові. Особливо небезпечні лазерні промені для органів зору, що проявляється в опіках сітчатки і навіть втрати зору.

Захист працюючих від лазерного випромінювання й опромінення – це основа лазерної безпеки, яка забезпечується комплексом технічних, санітарно-гігієнічних та організаційних заходів.

Нормування лазерного випромінювання здійснюється відповідно до СН № 5804-91 “Санітарні норми і правила влаштування і експлуатації лазерів”. Головним нормованим показником прийнята *енергетична експозиція* ( $H$ , Дж/см<sup>2</sup>) лазерно опромінених тканин за одиницю часу. Встановлено, якщо нормована величина  $H$  (гранично допустимий рівень) не перевищена, то у працюючих не будуть проявлятися первинні та вторинні біологічні ефекти.

Величина граничної енергетичної експозиції залежить від довжини хвилі лазерного випромінювання і тривалості його дії. Приклад такого нормування для лазерного випромінювання з довжиною хвилі від 0,2 до 0,4 мкм і загальним часом опромінення в один робочий день наведений у табл. 8.4. Енергетична експозиція нормується на роговиді ока та шкірі.

Таблиця 8.4

**Гранично допустимий рівень лазерного випромінювання (енергетична експозиція) з довжиною хвилі 0,2 – 0,4 мкм (ультрафіолетова область)**

Довжина хвилі лазерного випромінювання, мкм	Енергетична експозиція, Дж/см <sup>2</sup>	Довжина хвилі лазерного випромінювання, мкм	Енергетична експозиція, Дж/см <sup>2</sup>
Від 0 до 0,210	$1 \cdot 10^{-8}$	Понад 0,2 до 0,300	$1 \cdot 10^{-5}$
Понад 0,210 до 0,215	$1 \cdot 10^{-7}$	Понад 0,3 до 0,370	$1 \cdot 10^{-4}$
Понад 0,215 до 0,290	$1 \cdot 10^{-6}$	Понад 0,370	$1 \cdot 10^{-3}$

Гранично допустимі рівні випромінювання (енергетичної експозиції) у межах довжини хвиль від 0,2 до 20 мкм. Крім цього, в Санітарних нормах і правилах для довжин хвиль від 0,4 до 1,4 мкм встановлені гранично допустимі рівні енергетичної експозиції сітчатки ока, для видимої частини спектра (0,4-0,75 мкм). Додатково нормується енергія випромінювання (Q, Дж) на сітчатку ока.

До основних засобів колективного захисту від лазерного випромінювання належать:

- захисні екрани;
- огороження лазерно-небезпечної зони, розміри якої визначають або шляхом розрахунку, або експериментальними замірами;
- екранування лазерного випромінювання;
- дистанційні системи управління лазерними технологіями та системи блокування і сигналізації.

Для огорожень і екранів потрібно вибирати вогнестійкі матеріали із найменшим коефіцієнтом відбиття, які б не виділяли токсичних речовин під дією лазерного випромінювання.

До засобів індивідуального захисту належать:

- комбінезони та халати, виготовлені з металізованих тканин;
- захисні окуляри (табл. 8.5).

Таблиця 8.5

### Марки скла, які використовуються в протилазерних окулярах та світлофільтрах

Довжина хвилі лазерного випромінювання, мкм	0,48 – 0,51	0,53	0,69	0,84	1,06	1,54	10,6
Марка скла	ОС-12	ОС-12	СЗС-21	СЗС-21	СЗС-21	СЗС-24	БС-15
	ОС-13	ОС-13	СЗС-22	СЗС-22	СЗС-22	СЗС-25	
					СЗС-24	СЗС-26	

Примітки: ОС – оранжеве скло; СЗС – синьо-зелене скло; БС – безколірне скло

Розміщати лазери дозволяється лише у спеціально відведених приміщеннях, на дверях яких прикріплюють знак лазерної небезпеки. Такі ж знаки повинні мати і самі лазерні установки.

Методи й апарати дозиметричного контролю лазерного випромінювання затверджені в нормативному документі „Системи стандартів безпеки праці” (ССБП), ГОСТ 12.1.031-81 ССБП. Лазери. Методи дозиметричного контролю лазерного випромінювання”. Стандарт встановлює методи дозиметричного контролю безперервного, імпульсного та імпульсно-модульованого лазерного випромінювання в діапазоні хвиль 0,025 – 0,4; 0,4 – 1,4 та 1,4 – 20 мкм для випромінювання з невідомими параметрами в даній точці та для випромінювання з відомими спектральними, частотними і просторовими параметрами в заданій точці контролю.

Для вимірювання рівнів лазерного випромінювання використовують дозиметр типу ИЛД-2М, який визначає параметри випромінювань у спектральних діапазонах 0,49 – 1,15 та 2 – 11 мкм. Ним також вимірюють параметри на довжинах хвиль 0,53; 0,63; 0,69; 1,06 та 10,6 мкм.

#### **8.4. Ультрафіолетове випромінювання та його вплив на організм людини**

До електромагнітного випромінювання належить і також *ультрафіолетове*, яке спостерігається в діапазоні коротких хвиль з довжиною 200 – 400 нм. Природним джерелом ультрафіолетового випромінювання є Сонце, а штучними – газорозрядні джерела світла, електричні дуги, лазери тощо.

Енергетичною характеристикою цього випромінювання є *щільність потоку* (Вт/м<sup>2</sup>).

Вплив ультрафіолетового випромінювання оцінюється еритемною дією, тобто рівнем почервоніння шкіри (після 48 год), яке викликає її пігментацію. Потужність ультрафіолетового випромінювання, що потрапляє на тіло людини, оцінюється еритемним потоком, одиницею вимірювання якого є ер (один ер відповідає потоку випромінювання з довжиною хвилі 297 нм і потужністю 1 Вт).

Еритемна освітленість (видиме випромінювання) виражається в ер/м<sup>2</sup>, а еритемна доза (еритемна експозиція) – в ер/год/м<sup>2</sup>.

Ультрафіолетове випромінювання відіграє в житті людини значну роль. Передусім його нестача викликає в організмі ультрафіолетову недостатність, яка негативно впливає на метаболічні процеси. Ультрафіолетове проміння згубно діє на мікробну патологічну флору, оздоровлюючи тим самим виробниче чи побутове середовище, тому в разі нестачі природного випромінювання використовують штучне.

Водночас надмірна доза випромінювання негативно впливає на людину, викликаючи захворювання очей та шкіри. Оптимальною дозою є  $10 - 60 \text{ ер/м}^2$  з довжиною хвилі більше  $280 \text{ нм}$ . На промислових підприємствах інтенсивність ультрафіолетового випромінювання не повинна підвищувати максимальну добову дозу  $60 \text{ ер/м}^2$  з довжиною хвилі понад  $280 \text{ нм}$ .

### 8.5. Іонізуюче випромінювання і його шкідливість

Відомо, що усі тіла складаються з частинок (атомів, молекул, іонів), розділених між собою проміжками (тобто всі тіла мають дискретну будову).

*Іони* – це атоми або молекули, які втратили хоча б один електрон (позитивні іони) або приєднали зайві електрони (негативні іони). *Іонізуючим називають випромінювання, взаємодія яких з середовищем призводить до утворення електричних зарядів різних знаків.*

Існує два види іонізуючих випромінювань: *корпускулярне*, яке складається із частинок з масою спокою, наближеною до нуля (альфа- та бета-випромінювання, нейтронне випромінювання тощо) та *електромагнітне* (фотонне) гама-випромінювання, рентгенівське з дуже малою довжиною хвилі.

*$\alpha$ -випромінювання* – це потік  $\alpha$ -частинок (ядер гелію) з початковою швидкістю  $20000 \text{ км/с}$ . Частинки, які утворюються при радіоактивному розпаді ядер або ядерних реакціях, мають масу 4 і заряд +2. Сьогодні відомо більше 120 штучних і природних альфа-радіоактивних ядер, які, виділяючи  $\alpha$ -частинки, гублять 2 протони і 2 нейтрони.

Енергія  $\alpha$ -частинки, переходячи через речовину, сприяє іонізації та збудженню атомів. Взагалі їх енергія не перевищує декількох MeV (мегаелектронвольт,  $1,60206 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$ ) і рухаються вони із згаданою швидкістю практично прямолінійно. Енергетична ефективність дії альфа-частинок у повітрі або ж в інших середовищах залежить від заряду, маси, початкової енергії та середовища.

Довжина пробігу  $\alpha$ -частинок у повітрі в основному менше  $10 \text{ см}$ . Наприклад,  $\alpha$ -частинка з енергією  $4 \text{ MeV}$  має пробіг приблизно  $2,5 \text{ см}$ . В інших середовищах, скажімо у воді чи у м'яких тканинах тіла, щільність яких у  $700$  раз перевищує щільність повітря, довжина пробігу становить декілька десятків мікрометрів.

За рахунок своєї великої маси при взаємодії із середовищем  $\alpha$ -частинки швидко гублять свою швидкість, внаслідок чого вони мають велику іонізаційну здатність (рухаючись у повітрі,  $\alpha$ -частинки

на 1 см свого шляху утворюють декілька тисяч пар заряджених частинок-іонів), і навпаки, характеризуються незначною проникаючою радіацією (наприклад  $\alpha$ -частинку може затримати аркуш паперу).

**$\beta$ -випромінювання** – це потік бета-частинок (електронів або позитронів) які виникають під час радіоактивного розпаду. Сьогодні відомо близько 900  $\beta$ -радіоактивних ізотопів. Маса  $\beta$ -частинок у декілька десятків тисяч разів менша маси  $\beta$ -частинок. Їх заряд менший ніж у  $\beta$ -частинок, а швидкість більша.

Залежно від властивостей джерела випромінювання швидкість  $\beta$ -частинок перебуває в межах 0,3 – 0,99 швидкості світла. Енергія частинок не перевищує декількох МеВ. Довжина пробігу в повітрі становить приблизно 1800 см (в м'яких тканинах тіла приблизно 2,5 см). Проникаюча здатність менша, ніж  $\beta$ -випромінювання. Для повного поглинання потоку  $\beta$ -частинок з максимальною енергією 2МеВ, достатньо 3,5-міліметрового листа алюмінію.

Оскільки заряд  $\beta$ -частинок менший, ніж  $\alpha$ -частинок, а швидкість більша, вони мають значно меншу іонізуючу здатність (на 1 см пробігу  $\beta$ -частинки в середньому утворюється декілька десятків пар заряджених іонів).

$\beta$ -частинки можуть бути погашені, наприклад, металевими листами товщиною 2 – 3 мм, віконним та автомобільним склом і частково (близько 50% випромінювання) одягом.

**Нейтронне випромінювання** – це потік нейтронів, незаряджених елементарних частинок з масою  $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{кг} = 1,00866 \text{ а.о.м.}$  Нейтрон позначають  $1/0 \text{ n}$ . Маса нейтрона приблизно в 4 рази менша маси  $\alpha$ -частинки.

Залежно від енергії розрізняють *повільні* нейтрони (з енергією менше 1 КеВ (кіло-електрон-вольт =  $10^3 \text{ eV}$ )), нейтрони *проміжних енергій* (від 1 до 500 КеВ) та *швидкі* (від 500 КеВ до 20 МеВ).

Поміж повільних нейтронів виділяють *теплові* нейтрони, енергія яких менша 0,2 еВ. Вони перебувають у стані термодинамічної рівноваги з тепловим рухом атомів конкретного середовища – наприклад повітря кімнати, в якому вони рухаються зі швидкістю 2200 м/с.

За умов непружної взаємодії нейтронів з ядрами атомів середовища виникає вторинне випромінювання, яке складається із заряджених частинок і гама-квантів (гама-випромінювання). Якщо ж відбувається пружна взаємодія нейтронів з ядрами, то спостерігається тонізація речовини. Потужність нейтронного потоку вимірюється щільністю потоку (нейтр/см<sup>2</sup>).

Проникаюча здатність нейтронів залежить від їхньої енергії, яка значно вища, ніж  $\alpha$ - та  $\beta$ -частинки. Наприклад довжина пробігу нейтронів проміжних енергій становить близько 15 м у повітрі і 3 см у тканинах людини. У швидких іонів цей показник значно вищий, відповідно 120 м і 10 см. Ці показники проникнення свідчать про велику небезпеку іонізації для здоров'я та життя людини. Особливо сильну вражаючу силу нейтронний потік має при зовнішньому опроміненні.

*$\gamma$ -випромінювання* – електромагнітне випромінювання, яке виділяється ядрами атомів в процесі радіоактивних перетворень і супроводжується  $\beta$ -розподілом. Воно дуже подібне до рентгенівського випромінювання, проте характеризується більшою енергією та меншою довжиною хвилі. Ця енергія виділяється окремими порціями (квантами) й розповсюджується з швидкістю світла ( $3 \cdot 10^8$  м/с).

Гама-промені розміщуються у хвильовому спектрі, починаючи від довжини хвилі  $2 \cdot 10^{-2}$  нм в бік коротких хвиль. Отже, електромагнітне випромінювання різного походження в цьому діапазоні хвиль перекривається і його, залежно від джерела називають  *$\gamma$ -випромінювання* або *рентгенівським випромінюванням*.

$\gamma$ -промені не відхиляються в електричних і магнітних полях і володіють меншою іонізуючою здатністю ніж  $\alpha$ ,  $\beta$  чи  $n$  – випромінювання. Висока енергія (0,01-3 МеВ) і мала довжина хвилі зумовлюють надзвичайно велику проникність  $\gamma$ -променів, тобто вони володіють сильною вражаючою дією.

Рентгенівське випромінювання є одним із видів електромагнітного випромінювання і його енергія не перевищує 1 МеВ. Воно може бути одержане в спеціальних рентгенівських трубках, прискорювачах електронів, у середовищі, що оточує джерело  $\beta$ -випромінювань.

Рентгенівське випромінювання, як і гама-випромінювання, має малу іонізуючу здатність і велику глибину проникнення.

Як відомо, основним параметром характеристики ядерного випромінювання є *опромінення об'єкта, тобто поглинута доза радіації*. Для характеристики впливу іонізуючого випромінювання на об'єкт введено поняття *доза випромінювання*. Основною величиною є *поглинута доза*.

Щоб глибше вникнути в суть опромінювальної дії іонізуючого випромінювання, яке є небезпечним для життя людей, розглянемо хід самого радіоактивного променя. Під час розпаду ядер атомів його продукти вилітають з величезною швидкістю і, зустрічаючи на своєму шляху перепону, зумовлюють в її речовині різні зміни. Впливів випромінювань на цю речовину буде тим більше, чим більше відбудеться розпадів за одиницю часу.

Для характеристики кількості розпадів використовують показник активності ( $A$ ) радіоактивної речовини, під яким розуміють кількість самовільних ядерних перетворень  $dN$  в цій речовині за короткий проміжок часу:

$$A = \frac{dN}{dt}. \quad (8.8)$$

Одиницею виміру активності є Кюрі (Ки), тобто  $3,7 \cdot 10^{10}$  ядерних перетворень в секунду. Така активність відповідає активності 1 г радію -226.

Кількісною характеристикою іонізуючого випромінювання та речовини є, як вже згадувалось, поглинута доза випромінювання ( $D$ ), що дорівнює відношенню середньої енергії  $dE$ , яка передається іонізуючим випроміненням речовині в елементарному об'ємі, до маси опроміненої речовини в цьому ж об'ємі  $dm$ :

$$D = \frac{dE}{dm}. \quad (8.9)$$

Отже, основним параметром, який характеризує дію ядерного випромінювання, є *поглинута доза радіації (опромінення)*, що прийнята головною дозиметричною одиницею. У системі СІ в якості поглинутої дози взято грей (Гр). Один грей відповідає поглинанню в середньому 1 Дж енергії іонізуючого випромінювання в масі речовини, яка дорівнює 1 кг, тобто  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

Для вимірювання дози рентгенівського і гама-випромінювання використовуються позасистемна одиниця – рентген.

*Рентген* – це така доза випромінювання, під дією якої в одному кубічному сантиметрі сухого повітря за нормальних умов (температура  $0^\circ\text{C}$ , тиск  $10^5 \text{ Па}$ ) утворюється 2,08 млрд т іонів, кожен з яких має заряд, рівний заряду електрона, що відповідає поглинутій енергії близько 88 ерг на 1 грам повітря. Використовують також одиницю виміру радіан. 1 рад дорівнює 1,14 рентгена.

Для оцінки завданої шкоди здоров'ю при хронічному впливі іонізуючого випромінювання довільного складу введено поняття *еквівалентної дози* ( $H$ ), яка визначається як добуток поглинутої дози на середній коефіцієнт якості випромінювання  $Q$  (безрозмірна величина) в даній точці тканини людського тіла, тобто:

$$H = D \cdot Q. \quad (8.10)$$

Одиницею еквівалентної дози в системі СІ прийнято зіверт (Зв). У табл. 8.6 наведені величини коефіцієнта  $Q$ .



Значення  $Q$  для різних видів випромінювання

Вид випромінювання	$Q$
Рентгенівське випромінювання	1
Електрони, позитрони, $\beta$ -випромінювання	1
Атоми з енергією менше 10 МеВ	10
Нейтрони з енергією менше 20 МеВ	3
Нейтрони з енергією 0,1 - 10 МеВ	10
$\alpha$ -випромінювання з енергією менше 10 МеВ	20
Важкі ядра віддачі	20

Біологічна дія випромінювання є різною. У зв'язку з цим введено поняття *біологічної дози*, а за одиницю виміру взято „бер” (*біологічний еквівалент рада*). Це доза випромінювання будь-якого виду енергії на тканину живого організму, еквівалентна діям 1 рентгена (р) -випромінювання.

Випромінювання сильно діє на органічні речовини – білки, жири, вуглеводи. Справа в тому, що надлишкова енергія випромінювання сприяє процесу різних хімічних реакцій, які без опромінювання не відбуваються або ж відбуваються повільно. Видимий вплив випромінювання проявляється на слизистих оболонках, де спостерігаються їхнє запалення або ж навіть опіки.

Випромінювання викликає *радіоліз* – розклад води, що міститься в тканинах організму, з утворенням водню, кисню, пероксиду водню  $H_2O_2$ , заряджених частинок (іонів)  $OH^-$  і  $HO_2^-$ . Ці продукти розкладу характеризуються окислювально-відновлювальними властивостями і викликають руйнування багатьох органічних речовин, з яких побудована тканина організму людини.

Гама- та рентгенівське випромінювання діє на живі організми в основному за рахунок утворених вільних електронів. Гама-промені та нейтрони, які проходять через речовину, іонізують її, що призводить до *променевої хвороби*.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань призводить до зміни структури або руйнування різних органічних речовин (молекул), з яких складається організм людини, що порушує біохімічні процеси, які відбуваються в клітинах, або ж навіть їх загибель, внаслідок чого уражається весь організм.

Опромінення організму може бути *зовнішнє* та *внутрішнє*. Зовнішнє опромінення відбувається за рахунок впливу на організм іонізуючих випромінень від зовнішніх джерел: космічне проміння, природне, радіоактивні випромінювання, які існують в атмосфері, воді, повітрі, продуктах харчування тощо; джерел рентгенівського та нейтронного випромінювання, які використовують у техніці та медицині; прискорювачів заряджених частинок; ядерних реакторів тощо. Зовнішнє опромінення викликає хронічні захворювання шкіри, які супроводжуються її сухістю, утворенням тріщин і навіть відкритих ран, виразками, на місці яких можуть розвиватись злоякісні пухлини.

Внутрішнє опромінення спричиняють радіоактивні речовини, які потрапили всередину організму дихальними шляхами, шлунково-кишковим трактом. Відбувається це в процесі їди, куріння, пиття забрудненої води, а також через відкриту рану. Внутрішнє опромінення викликає виразки різних органів, які тривалий час не заживають, а також злоякісні пухлини.

Іонізуюче випромінювання спричиняє *променеву хворобу*, яка має три стадії: перша (легка), друга (середньої важкості), третя (важка).

*Перша (легка) стадія* променевої хвороби характеризується симптомами слабості, порушення сну, втратою апетиту, болем голови, запаморочення, погіршення пам'яті.

На *другій стадії* поглиблюються симптоми першої, до яких додаються порушення діяльності серцево-судинної системи, обміну речовин і складу крові, відбуваються розлади шлунку тощо.

Для *третьої (тяжкої) стадії* характерні крововиливи, порушення діяльності центральної нервової системи та статевих залоз, випадання волосся.

Люди, які перенесли променеву хворобу, часто страждають захворюваннями кровотворних органів (білокрів'я), раком тканин. Опромінення спричиняє також порушення спадкової інформації, викликаючи мутації – різні спадкові зміни.

Процес ураження організму людини іонізуючими (радіоактивними) променями поділяють на декілька стадій: *рання реакція* (настає через кілька годин після опромінення й проявляється у почервонінні шкіри та його зникненні); *інкубаційний період* (зовнішні ознаки відсутні); період *гострого запалення* (розпочинається з почервоніння, появляється пухирі, наповнені прозорою рідиною, потім вони тріскають і на їх місці часто появляються виразки, що дуже довго не загоюються).

Нижній рівень розвитку легкої форми променевої хвороби виникає при еквівалентній дозі опромінення приблизно 13 В (100 бер). Тяжка

форма променевої хвороби при якій гине 50% усіх опромінених, настає при еквівалентній дозі 4,3 Зв (430 бер). Летальний кінець для усіх опромінених настає при дозі 5,5 – 7,0 Зв (550 – 700 бер). Для зниження іонізуючої дії на організм людини розроблені хімічні препарати (протектори), однак головним завданням є недопустити перевищення допустимих доз.

Відповідно до „Норм радіаційної безпеки” (НРБ-76) встановлено норми опромінення категорій працюючих.

Категорія А – персонал, який постійно чи тимчасово працює з джерелами випромінювання.

Категорія Б – частина населення, яка за умов розміщення робочих місць чи проживання може бути піддана впливу джерел випромінювання.

Категорія В – населення усієї країни, республіки, області.

Для працівників категорія А основною дозовою межею є *індивідуальна еквівалентна* доза зовнішнього та внутрішнього випромінювання за рік (Зв/рік) залежно від радіочутливості органів (критичні органи). Це гранично допустима доза (ГДД) – найвище значення індивідуальної еквівалентної дози за рік, яке за умов рівномірного розподілу дози впродовж 50 років не буде викликати змін у здоров'ї людей. Для осіб категорії А індивідуальна еквівалентна доза ( $H$ , Зв), накопичена в критичному органі за час  $T$  (років) з початку професійної роботи, не повинна перевищувати значення, визначеного за формулою:

$$H = \text{ГДД} \cdot T. \quad (8.11)$$

Для працівників категорії Б встановлена гранична доза на рік (ГД, Зв/рік), під якою розуміють найбільше середнє значення індивідуальної еквівалентної дози за календарний рік у критичної групи осіб, при якому рівномірне опромінення впродовж 70 років не може викликати порушення здоров'я, яке можна виявити сучасними методами. У табл. 8.7 наведені основні дозові межі зовнішнього та внутрішнього опромінення залежно від радіочутливості органів.

Проникна радіація приносить шкоду не лише людям, вона негативно діє на обладнання та матеріали. Розмір цього впливу залежить від виду та дози випромінювання, природи опромінювальної речовини та умов навколишнього середовища. Особливо проникна радіація шкодить електронному обладнанню, обчислювальній техніці, оптичним приладам тощо.

Головним завданням у справі радіаційної безпеки є недопущення перевищення допустимих доз радіації, а також доведення їх до мож-

## Основні значення дозових меж зовнішнього та внутрішнього опромінення

Група критичних органів	Органи і тканини організму людини	ГДД для категорії А, Зв/рік	ГДД для категорії Б, Зв/рік
1	Все тіло, гонади (статеві органи), червоний кістковий мозок	0,05	0,005
2	Будь-який окремих орган, крім гонад, червоного кісткового мозку, кісткової тканини щитовидної залози, шкіри, кінцівок, передпліч, лодижки, стопи	0,15	0,015
3	Кісткова тканина, щитовидна залоза, шкіряний покрив, кінцівки, передпліччя лодижки, стопи	0,30	0,03

ливого низького рівня. Для забезпечення цього завдання передусім слід забезпечити постійний ретельний дозиметричний контроль. Люди, які мають справу із радіаційним забрудненням, повинні мати можливість:

- бути захищеними відстанню і часом;
- працювати у спеціально обладнаних приміщеннях;
- користуватися різними засобами колективного та індивідуального захисту.

*Захист відстанню* здійснюють за допомогою використання різних пристосувань (довгих захватів приладів) і дистанційних технологій, які оберігають персонал від небажаного опромінення. *Захист часом* забезпечується зведенням до мінімуму тривалості технологічних операцій та перебування працюючих у зоні радіаційного забруднення.

Особливі вимоги ставляться до приміщень, де проводяться роботи з радіоактивними речовинами. Вони передусім мають бути ізольованими від інших приміщень, забезпечені системою припливно-витяжної вентиляції, з кратністю повітрообміну не менше п'яти. Стіни, стеля

та інші будівельні конструкції не повинні мати тріщин, щоб не допускати накопичення там радіоактивного пилу та уникнути поглинання радіоактивного аерозолу. З цією ж метою стіни, стелю, двері покривають олійною фарбою, а підлоги – матеріалами, які не вбирають рідини (лінолеум, пластик тощо). Поточне вологе прибирання приміщень проводиться щоденно, а генеральне прибирання з обов'язковим миттям гарячою мильною водою стін, вікон, дверей, меблів і обладнання не менше одного разу в місяць.

*Колективні засоби захисту* передбачені ГОСТ 12.4.120-83. Засоби колективного захисту від іонізуючих випромінювань. Загальні вимоги, де перелічені основні засоби захисту – стаціонарні та пересувні екрани, контейнери для транспортування і збереження джерел іонізуючих випромінювань, захисні сейфи, бокси тощо.

*Стаціонарними екранами* служать стіни, підлога, стеля, виготовлені з захисних матеріалів. У якості пересувних екранів застосовують щити, які поглинають або ж послаблюють випромінювання.

Для стаціонарних екранів (стін, перекриттів, перегородок тощо) використовують цеглу, бетон, баритобетон і баритоштукатурку, до складу яких входить сульфат барію. Такі екрани надійно захищають працюючих від гама- і рентгенівського випромінювання.

Матеріал для виготовлення пересувних екранів вибирають залежно від виду випромінювання. Наприклад, захист від  $\alpha$ -випромінювання може забезпечити екран звичайного чи органічного скла і навіть шар повітря в декілька сантиметрів. Для захисту від бета-випромінювання екрани виготовляють із алюмінію чи пластмаси (органічне скло). Від гама- і рентгенівського випромінювання захищають екрани, виготовлені із свинцю, сталі, вольфрамових сплавів. Для оглядових отворів використовують прозорі матеріали (свинцеве скло).

Нейтронне випромінювання може бути погашене матеріалами, які містять в собі водень (вода, парафін), а також берилій, графіт, сполуки бору тощо. Від нейтронного випромінювання надійно захищає також бетон.

Для виготовлення сейфів, в яких встановлюють джерела випромінювання, застосовують свинець і сталь. Захисні контейнери та збірники для радіоактивних відходів виготовляють зі свинцю, сталі, органічного скла.

Небезпечна зона (простір, де можливий вплив іонізуючого випромінювання) має бути обмежена *попереджувальними знаками*.

До *індивідуальних засобів захисту* належать протигази, респіратори, спеціальний одяг (бавовняні халати, комбінезони, напівкомбінезони,

плівчасті нарукавники, штани, фартухи). В умовах значного радіаційного забруднення для захисту працюючих використовують пневмокостюми (скафандри) з пластмасових матеріалів з піддувом гнучкими шлангами повітря або забезпечені кисневим апаратом. Для підтримання нормальної температури в скафандрі витрати повітря мають становити 150 – 200 л/хв.

Органи зору захищають окулярами зі скла, яке містить у своєму складі добавки – свинець або фосфат вольфраму. Працюючи з джерелами  $\alpha$ - і  $\beta$ -випромінювання, очі захищають спеціальними щитками з органічного скла.

*Медичну допомогу* потерпілим від променевих випромінювань необхідно надавати негайно, для чого слід постійно здійснювати дозиметричний контроль, а також використовувати розрахунки за відомими рівнями радіації та тривалістю перебування на зараженій території. Уражених радіацією, у разі необхідності виводять за межі небезпечної зони та надають невідкладну медичну допомогу. Потерпілих з високим рівнем ураження відправляють транспортом у лікувальні заклади. До невідкладних лікувальних заходів належать:

- механічне усунення радіоактивних речовин з організму людини шляхом промивання шлунку теплою водою, вживання проносних і сечогінних засобів, промивання водою рота і очей, а якщо є можливість розчином натрію гідрокарбонату;

- при проникненні в дихальні шляхи радіоактивних речовин необхідно застосувати відхаркувальні препарати.

Подальше лікування здійснюється за порадою лікаря в стаціонарі чи амбулаторно.

Для виявлення і вимірювання радіоактивності використовують декілька методів. Всі вони базуються на здатності іонізуючих (радіоактивних) випромінювань ( $\alpha$ - і  $\beta$ - частинок, нейтронів,  $\gamma$ - променів) іонізувати речовину середовища, в якому вони поширюються. До основних методів належать: іонізаційний (іонізація газу), фотографічний, хімічний, сцинтиляційний, колориметричний.

*Метод іонізації газу (іонізаційний)* полягає в тому, що в іонізованому газі за наявності в ньому електричного поля виникає прямий рух заряджених частинок, тобто через газ проходить електричний струм, який називають іонізаційним. Вимірявши цей струм, можна оцінити інтенсивність іонізуючих випромінювань. Для вимірювання радіоактивних випромінювань використовують газорозрядні лічильники, в яких закладений принцип підсилення газового розряду.

*Фотографічний* або метод авторадіографії, базується на впливі радіоактивного зразка на шар фотоемulsії, який містить галогеніди срібла. Щільність почорніння проявленої плівки пропорційна поглинутій енергії. На цьому принципі ґрунтується будова індивідуальних дозиметрів.

*Хімічний метод* оснований на використанні особливостей деяких хімічних речовин під дією іонізуючих випромінювань змінювати свою структуру. Наприклад двовалентне залізо у кислому середовищі під дією вільних радикалів  $\text{HO}_2$  і  $\text{OH}$ , що утворилися у воді при її опроміненні, окислюється до тривалентного, яке разом з барвником дає кольорову реакцію. Індикуючи щільність цього забарвлення визначають дозу поглинутої енергії (опромінення). Для вимірювання дози опромінення використовують дозиметр ДП-70.

*Сцинтиляційний метод* полягає у використанні здатності деяких матеріалів (йод, сірчаний цинк, йодистий натрій) перетворювати поглинуту енергію випромінювання у світлове випромінювання. Для прикладу наведемо, як працює сцинтиляційний лічильник, де в якості поглинального матеріалу використано сірчаний цинк ( $\text{ZnS}$ ). Лічильник це по суті фотоелектронна трубка з віконцем, покритим  $\text{ZnS}$ . Під час попадання в середину трубки випромінювання виникає слабкий спалах світла, викликаючи в ній появу імпульсів електричного струму, які підсилюються і підраховуються.

*Калометричний метод* базується на вимірюванні кількості тепла, виділеного при взаємодії випромінювання з поглинальною речовиною.

Прилади дозиметричного контролю поділяють на дві групи: *дозиметри*, які використовують для кількісного контролю потужності дози, та *радіометри* або *індикатори випромінювання*. Останні використовують для оперативного виявлення радіоактивного забруднення.

Для вимірювання іонізуючого (радіоактивного) випромінювання застосовують дозиметри ДП-5А (Б) і ДП-5В з шістьма діапазонами вимірювання.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Що таке “електромагнітне поле”? Які його джерела?
2. Якими фізичними параметрами характеризуються електромагнітне випромінювання?
3. Яка дія електромагнітного поля на організм?
4. Що таке нормування електромагнітних полів?

5. Перелічіть і охарактеризуйте основні методи захисту від електромагнітних випромінювань.
6. Поясніть природу лазерного випромінювання та перелічіть способи захисту.
7. Назвіть індивідуальні засоби захисту від електромагнітного і лазерного випромінювань.
8. Якими приладами вимірюють електромагнітне і лазерне випромінювання?
9. Що таке іонізуюче випромінювання і які його види?
10. Охарактеризуйте біологічну дію іонізуючого випромінювання на організм людини.
11. Якими документами регламентуються рівні опромінення?
12. Які способи захисту від іонізуючих випромінювань?
13. Назвіть способи виявлення та вимірювання радіоактивності.
14. Якими приладами вимірюють іонізуюче випромінювання?
15. Які матеріали використовують для захисних екранів від випромінювання?



## ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО УМОВ ПРАЦІ З КОМП'ЮТЕРОМ

### 9.1. Комп'ютерна техніка та її вплив на організм людини

Комп'ютерна техніка широко використовується в усіх галузях людської діяльності. Людина, яка працює з комп'ютером, постійно перебуває під впливом небезпечних і шкідливих виробничих факторів: *електромагнітних полів* (діапазон радіочастот: ЗЧ, УВЧ, СВЧ), *інфрачервоного та іонізуючого випромінювань, шуму й вібрації, статистичної електрики* тощо. Крім цього, оператор піддається значному *розумовому і психоемоційному навантаженню, високій напрузі зорової та м'язової* (робота з клавіатурою ЕОМ) діяльності.

Аналіз скарг операторів комп'ютерного набору, редакторів і коректорів, які в процесі роботи використовують комп'ютер, наведені у табл. 9.1.

У 60–70 роках минулого століття спочатку в світовій пресі, а згодом і в наукових публікаціях появилися численні повідомлення про шкід-

Таблиця 9.1

#### Характеристика скарг операторів комп'ютерного набору

Симптоми впливу комп'ютера	Кількість працівників, що повідомили про симптоми від загальної кількості опитаних %		
	стаж роботи		
	до 1 року	1-3 роки	3-5 років
Біль та різь в очах	58,8	67,5	88,7
Біль голови	17,6	23,3	42,5
Біль в області спини та шиї	18,5	21,2	32,2
Загальна втома	29,4	25,7	42,6
Втома м'язів рук	15,1	22,3	38,7
Підвищена роздратованість	11,7	21,6	35,3
Порушення нічного сну	8,3	15,5	20,6
Погіршення пам'яті	7,2	12,3	17,1

ливий вплив комп'ютерів на організм людини, який проявлявся в дискомфорті, швидкій втомі та зниженні працездатності, порушеннях фізіологічних функцій. У США вчені Національного інституту охорони праці і здоров'я прийшли до висновку, що під час використання комп'ютерів найбільшому ризику піддаються органи зору, м'язово-скелетна система, репродуктивні функції у жінок, нервово-психічна діяльність з можливим формуванням стресу. Негативний вплив на інші органи менш виражений. Проте це не означає, що вони не проявляють себе: адже „комп'ютерні” захворювання дуже молоді, тому вимагають глибокого вивчення.

На рис. 9.1 подані фактори, що впливають на функціональний стан користувача комп'ютером, зокрема, виробниче середовище, трудовий процес, внутрішні та зовнішні засоби діяльності, а також соціально-психологічні фактори. Тому для зменшення ризику захворювань необхідно проводити комплекс медико-гігієнічних, адміністративно-технічних й ергономічних заходів. До цих передовсім повинні входити:

- контроль за конструкцією, добрим станом і функціонуванням комп'ютера;
- відповідність місця праці рекомендаціям ергономіки та гігієни;
- створення оптимальних умов для праці у виробничому приміщенні (мікроклімату, освітлення, захисту від опромінювання комп'ютера, іонізації повітря, вентиляції, кондиціонування повітря):
  - раціональний режим праці;
  - підвищувати опірність організму користувачів комп'ютерів до дії несприятливих факторів (антистресова дія, аеробіка та спеціальні фізичні вправи, психологічні та соціальні заходи, профілактичне харчування);
  - диспансерне медико-гігієнічне обслуговування з цілеспрямованим проведенням оздоровчих (наприклад корекція зору) і профілактичних заходів;
  - особиста участь працівника у догляді за своїм здоров'ям.

На превеликий жаль, у багатьох випадках здійснення названих заходів фірмами та індивідуальними користувачами ігноруються, а тому важливо “аби й адміністрація (роботодавець) і користувачі комп'ютерів, – як наголошують дослідники (І.Даценко та ін., 1998 р.), зрозуміли важливість і необхідну потребу кожної зі сторін у докладанні зусиль для створення умов, що гарантують працівникам фізичний і духовний комфорт, високу розумову і творчу працездатність, збереження і зміцнення здоров'я”. Проф. І. Даценко з науковцями Львівського медичного університету ім. Данила Галицького вперше у вітчизняній

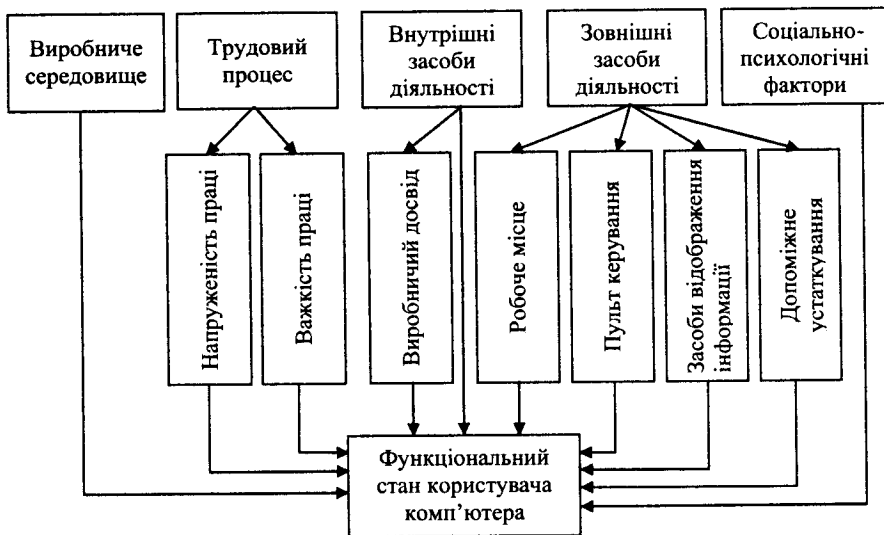


Рис. 9.1. Фактори, що впливають на функціональний стан користувача комп'ютера

літературі обґрунтували комплекс соціально-гігієнічних, ергономічних і медико-профілактичних заходів, які, за висновками експертів ВООЗ, дозволять активізувати оздоровлення і оптимізувати працю мільйонів трудівників, які користуються найбільш розповсюдженим сучасним приладом.

## 9.2. Шляхи оптимізації технічних, середовищних та ергономічних факторів

Зупинимося коротко на характеристичі комп'ютерів та умовах праці з ними .

*Відеодистанційний термінал (ВДТ).* Є пристроєм для візуальної подачі інформації, що зберігається електронним способом. Він складається з дисплейного екрана з пристроєм обробки виведеної на екран інформації та клавіатури.

Класифікація ВДТ стосовно впливу на здоров'я базується головним чином на конструкторських особливостях і окремих параметрах самого дисплею, наприклад можливості отримання багатоколірного, позитивного або негативного зображення. Залежно від призначення та сфери застосування ВДТ поділяють на групи:

Група А – кольорові монітори для демонстрації цілей у навчальному процесі, використання у гральних апаратах, тренажерах, пультах тощо.

Група Б – кольорові монітори для персональної роботи користувачів у навчальному процесі та господарській діяльності, де не потрібно постійної обробки тексту, що містить 80 і більше символів у рядку.

Група В – кольорові монітори для професійної роботи з текстовими документами і насиченими графічними зображеннями у вищих і спеціальних навчальних закладах, ПТУ, спецшколах, на підприємствах, в офісах тощо.

Група Г – монохромні монітори для забезпечення шкільних комплексів навчальної обчислювальної техніки (старші класи), професійної текстової обробки тощо.

У табл. 9.2. наведені вимоги до відеотерміналів.

Виробничі приміщення для роботи з ВДТ мають відповідати СНиП 2.09.02-85 “Производственные здания”, СНиП”.01.02-85 “Противопожарные нормативы”. ДНАОП 0.00-131-99, ДСан ПіН 3.3.2-007-98.

Розглянемо вимоги до освітлення приміщень, де встановлені комп’ютери, насамперед, яке має бути забарвлення стін і підлоги:

*Вікна орієнтовані на південь:* стіни зеленувато-голубого кольору; підлога – зелена.

*Вікна орієнтовані на північ* – стіни світло-помаранчевого або помаранчево-жовтого кольору; підлога – червонувато-помаранчева.

*Вікна орієнтовані на схід* – стіни жовто-зеленого кольору; підлога – зелена або червонувато-помаранчева.

*Вікна орієнтовані на захід* – стіни жовтувато-зеленого або голувато-зеленого кольору; підлога зеленого або червонувато-оранжевого.

У приміщеннях з комп’ютерами, необхідно забезпечити наступні величини коефіцієнта відбиття:

- для стелі – 0,7 – 0,8;
- для стін – 0,5 – 0,6;
- для підлоги – 0,3 – 0,5;
- для інших поверхонь – 0,4 – 0,5.

Освітлення обчислювальних центрів має бути змішаним.

При виконанні робіт категорії високої зорової точності (найменший розмір об’єкта розпізнання 0,3 – 0,5 мм) величина коефіцієнта природного освітлення (КПО) має бути не нижче 1,5 %, а при зоровій роботі середньої точності (найменший розмір об’єкта розпізнання 0,5 – 1,0 мм) КПО має бути не нижче 1,0 %. В якості штучного освітлення в основному використовують люмінесцентні лампи типу ЛБ або ДРЛ.

## Вимоги до відеотерміналів

Найменування параметра	Значення параметра
Яскравість знака (яскравість фону), Кд/м <sup>2</sup>	від 35 до 120
Зовнішня освітленість екрана, лк	від 100 до 250
Контраст (для монохромних зображень)	від 3:1 до 1,5:1
Нерівномірність яскравості в робочій зоні екрана	не більше 1,7:1
Відхилення форми робочої зони екрана від прямокутності: по горизонталі та вертикалі по діагоналі	не більше 2% не більше 4% відношення суми коротких сторін до суми довгих
Різниця довжини рядків або стовпчиків	не більше 2% середнього значення
Розмір мінімального елемента зображення (пікселя) для монохромних зображень, мм	0,3
Допустима тимчасова нестабільність зображення (мигання)	не повинна бути зафіксована у 90% спостерігачів
Відбивна властивість, дзеркальне та змішане відображення (відблиск), (допускається виконання вимог при застосуванні приєкранного фільтра)	не більше 1 %
Відношення ширини знака до його висоти для великих літер	від 0,7 до 0,9
Мінливість розміру знака	не більше 5% висоти
Ширина лінії контуру знака	0,15 – 0,1 висоти знака
Модуляція щодо яскравості растру: для монохромних зображень для багатоколірних зображень	не більше 0,4 не більше 0,7
Відстань між рядками	не менше ширини контуру знака або одного елемента зображення

Вимоги до освітлення у приміщеннях, де встановлені комп'ютери, мають специфічний характер. Якщо комп'ютери не працюють, то у робочих приміщеннях треба створити такий же високий рівень освітлення, як і в інших службових приміщеннях, тобто 800 – 1200 лк. Однак коли комп'ютери працюють, то їхні користувачі, звичайно, багаторазово переносять погляд з екрана в навколишнє середовище і назад, а тому очі вимагають то світлової, то темної адаптації. Часта тривала адаптація прискорює втому м'язів ока. Крім того, слід врахувати, що чим вищий рівень освітлення в приміщенні, тим більше має бути *контрастність фону і об'єктів*, що розглядаються на екрані. Враховуючи ці особливості вважають, що рівень освітлення в приміщенні при роботі комп'ютера не повинен перевищувати 400 – 600 лк .

Доцільно для освітлення використовувати лампи денного (білого) світла в комбінації з лампами теплого білого світла (жовтого, рожевого), що разом імітує колірну гаму, яка відповідає спектральному складу природного світла в сонячний день.

За потреби робочий стіл облаштовують настільною лампою, весь світловий потік якої спрямований лише на робоче місце, а створюване тут освітлення може бути мінімальним для виконуваної праці. Щоб уникнути потрапляння яскравих променів відбитого світла на екран або в очі користувача, рекомендують, аби кольори апаратури, меблів, одягу персоналу не були світлих тонів (білого, світло-жовтого, світло-рожевого). Відстань від екрану до шкіри обличчя і рук користувача має бути не менше 50 см.

Обчислювальна техніка є джерелом суттєвого *тепловиділення*, що може зумовити суттєве підвищення температури і пониження вологості повітря у приміщенні. Відповідно до ДСан ПіН 3-3.2-007-98 у виробничих приміщеннях і на робочих місцях ВДТ та ПК мають забезпечуватися оптимальні значення параметру мікроклімату (табл. 9.3).

Таблиця 9.3

**Нормативні параметри мікроклімату для приміщень з ВДТ та ПК**

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Легка – І а	22 – 24	40 – 60	0,1
	Легка – І б	21 – 23	40 – 60	0,1
Теплий	Легка – І а	23 – 25	40 – 60	0,1
	Легка – І б	22 – 24	40 – 60	0,2

Для забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов у приміщеннях з ВДТ використовують системи *вентиляції* та *кондиціонування* повітря, а також природне провітрювання. Норми подачі свіжого повітря у приміщення, де розташовані комп'ютери, наведені у табл. 9.4.

Таблиця 9.4

**Норми подачі свіжого повітря в приміщення, де розташовані комп'ютери**

Характеристика приміщення	Об'ємна витрата свіжого повітря, що подається в приміщення м <sup>3</sup> /на людину за годину
Об'єм до 20 м <sup>3</sup> на людину	Не менше 30
Об'єм 20 – 40 м <sup>3</sup> на людину	Не менше 20
Об'єм більше 40 м <sup>3</sup> на людину	Природна вентиляція
Приміщення без вікон і дверей	Не менше 60

Об'єм приміщень, в яких розташовані працівники обчислювальних центрів, не має бути меншим 19,5 м<sup>3</sup>/людину з врахуванням максимальної кількості одночасно працюючих у зміну.

Під впливом ВДТ на робочих місцях впродовж зміни відбувається трансформація *іонного* складу повітря. Якщо в 1 см<sup>3</sup> чистого зовнішнього повітря налічується 1000 негативних і позитивних іонів, то вже через 5 хв роботи концентрація летких (позитивно діють на організм людини) знижується у 8 разів, а через 3 год вона близька до нуля. Зате за цей час, як свідчать дослідження, позитивні іони заповнюють робоче приміщення. А як відомо, їхня висока концентрація в повітрі негативно впливає на розумову і фізичну працездатність, діяльність серцево-судинної системи, бронхолегеневого апарату, кровотворення, вегетативної нервової системи. ДНАОП 0.03 –3.06. - 80 “Санітарно-гігієнічні допустимі рівні іонізації повітря виробничих та громадських приміщень” регламентує рівні іонізації повітря приміщень під час роботи за ВДТ та ПК (табл. 9.5).

Необхідної концентрації позитивних і негативних іонів у повітрі робочих зон можна досягти шляхом застосування:

- генераторів негативних іонів;
- установок штучного зволоження повітря;
- кондиціонерів;
- примусової вентиляції;
- захисних екранів і заземлень.

## Рівні іонізації повітря приміщень під час роботи за ВДТ та ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см <sup>3</sup> повітря	
	n+	n-
Мінімальна необхідність	400	600
Оптимальний	1 500 – 3 000	3 000 – 5 000
Максимально допустимі	50 000	50 000

У приміщеннях з ВДТ спостерігається підвищення рівня забруднення повітря. Наприклад, якщо в чистому повітрі концентрація CO<sub>2</sub> становить 0,03%, то в повітрі робочої зони вона досягає від 0,12 – 0,13 до 0,19 %. Існують дані про те, що на робочих місцях операторів ВДТ виявлені діоксин та фуран, що викликають ракові захворювання.

Особливо велику небезпеку здоров'ю людей представляє підвищена концентрація озону, який вважається не лише подразнюючою, але і канцерогенною речовиною. Відповідно до ГОСТ 12.1. 005-88 вміст озону в повітрі робочої зони не повинен перевищувати 0,1 мг/м<sup>3</sup>; вміст окислів азоту – 5мг/м<sup>3</sup>, вміст пилу – 4 мг/м<sup>3</sup>.

Рівень шуму на робочому місці математиків-програмістів й операторів відіоматеріалів не повинен перевищувати 50 дБА, а в залах обробки інформації на обчислювальних машинах – 65 дБА.

Рівні звукового тиску в активних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях, об'єднаних ВДТ і ПК визначені ДСан ПіН 3.3.2-007-48 (табл. 9.6).

Одним із основних засобів боротьби з шумами є облицювання стін, а іноді й стелі шумопоглинальними матеріалами, що мають максимальний коефіцієнт звукопоглинання в межах частот 31,5 – 8000 Гц і дозволені для оздоблення приміщень органами санітарно-епідеміологічного нагляду. Рівень вібрації у приміщеннях обчислювальних центрів можна знизити, встановивши обладнання на спеціальні фундаменти та віброізолятори.

Відомо, що максимальна напруженість електричної складової електромагнітного поля на конусі дисплея. Допустимі значення параметрів неіонізованих електромагнітних випромінювань від монітора комп'ютера наведені у табл. 9.7.



**Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку  
та рівні звукового тиску в активних смугах частот**

Види трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ									
	В октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, дБА/дБ А екв
Програмісти ЕОМ	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Оператори в залах обробки інформації ЕОМ та оператори комп'ютерного набору	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
У приміщеннях для шумового розташування агрегатів ЕОМ	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Відповідно до норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97) гранично допустима потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання на відстані 5 см від екрана відеомонітора при будь-яких положеннях регульованих пристроїв становить  $7,74 \cdot 10^{-12}$  А/кг, що відповідає еквівалентній дозі 0,1 мбер/год (100мкР/год).

Допустима поверхнева щільність потоку енергії в різних областях оптичного випромінювання наведена у табл. 9.8.

Більшість вчених вважають, що як короткотривалий, так і довготривалий вплив всіх видів випромінювання від екрана монітора не є небезпечним для здоров'я персоналу, які обслуговують комп'ютери.

**Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань**

Назва параметра	Допустимі значення
Напруженість електромагнітного поля по електричній складовій на відстані 50 см від поверхні відеомонітора	10 В/м
Напруженість електромагнітного поля по електромагнітній складовій на відстані 50 см від поверхні відеомонітора	0,3 А/м
Напруженість електростатичного поля не має перевищувати для дорослих користувачів для дітей дошкільних установ, учнів і студентів	20 кВ/м 15 кВ/м

Таблиця 9.8

**Допустима поверхнева щільність потоку енергії  
в різних областях оптичного випромінювання (ДСан Пін 3.3.2-007-98)**

Види оптичного випромінювання (діапазон довжин хвиль)	Допустима поверхнева щільність потоку енергії (інтенсивність потоку енергії), Вт/м <sup>2</sup>
Ультрафіолетові випромінювання: УФ-С (220 – 280 нм) УФ-В (280 – 320 нм) УФ-А (320 – 400 нм)	0,001 0,01 10,0
Видимі випромінювання (400-760 нм)	10,0
Інфрачервоні випромінювання (0,76-10 мкм)	35,0-70,0

Однак вичерпних даних стосовно небезпеки впливу випромінювання від моніторів на працюючих з комп'ютерами не існує і дослідження в цьому напрямі продовжується.

З метою профілактики несприятливого впливу електромагнітного випромінювання від ВДТ на користувача рекомендують:

- встановити на робочому місці відеотермінал, що відповідає сучасним вимогам щодо захисту від випромінювань (МРК II або ТСО-95);

- ВДТ старої конструкції (випуск до 1998 р.) обладнати заземленим прикранним фільтром;
- не переобтяжувати приміщення значною кількістю робочих місць з ВДТ;
- не концентрувати на робочому місці великої кількості радіоелектронних пристроїв;
- вимикати ВДТ, якщо на ньому не працюють, хоча люди перебувають неподалік від нього.

ВДТ є джерелом електростатичних зарядів. Тривале перебування в електричному полі, створеному цими зарядами, негативно впливає на здоров'я працюючих: бронхо-легеневі захворювання, порушення серцево-судинної та нервової систем, ураження шкіри тощо.

Відповідно до ДНАОП 0.00-1.31-99 поверхневий електростатичний потенціал відеотермінала не повинен перевищувати 500 В.

Щоб уникнути значної напруженості поля та захистити від статичної електрики, рекомендують:

- встановити нейтралізатори статичної електрики;
- підтримувати в приміщенні з ВДТ відносну вологість повітря не нижче 45 – 50 % (чим сухіше повітря, тим більше електростатичних зарядів); можна для цього використовувати навіть побутове зволоження;
- застелити підлогу в приміщеннях з ВДТ антистатичним лінолеумом і проводити щоденне вологе прибирання;
- протирати екран та робоче місце антистатичною серветкою або зволоженою тканиною;
- користувачам бажано носити одяг, особливо першого шару, з натуральних матеріалів;
- для зняття статичного заряду бажано кілька разів на день мити руки й обличчя, або час від часу торкатися, наприклад, батареї центрального опалення.

Для зниження впливів перелічених видів випромінювання на операторів комп'ютерів рекомендується використовувати монітори з пониженою випромінювальною здатністю, встановлювати захисні екрани, а також дотримуватися регламентованих режимів праці та відпочинку.

Важливо також раціонально організувати *робоче місце* користувача ВДТ. Організація робочого місця передбачає:

- а) правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні;
- б) вибір ергономічно обгрунтованого положення тіла з врахуванням його індивідуальних характеристик;

- в) вибір ергономічно обґрунтованих меблів;
- г) раціональну розстановку обладнання на робочому місці;
- д) урахування характеру та особливостей трудової діяльності.

ДНАОП 0.00-1.31-99 регламентує вимоги до організації робочого місця користувача ВДТ. Рекомендується робочі місця розставляти рядами, намагаючись розвернути відносно вікон так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва. Таке розташування усуне дзеркальне відбиття на екрані джерел природного світла та потрапляння в поле зору користувача.

Робоче місце користувача складається зі стола, крісла і підніжки, які дають змогу зберігати раціональну робочу позу впродовж усього робочого дня (рис. 9.2). Промисловість виробляє робочі столи для користувача комп'ютером (рис. 9.3).

Існують такі вимоги до організації робочого місця користувача:

- висота стола з клавіатурою має становити 62 – 88 см; висота екрана (над підлогою – 90 – 118 см);
- відстань від екрана до краю стола – 40 – 115 см;
- нахил екрана – від 15 до 25° стосовно його положення;
- положення стінки крісла має забезпечувати нахил тіла назад від 97 – 121°.

Клавіатуру варто відділяти від екрана і робити її рухомою. Зусилля нажиму на клавіатуру має знаходитися в межах 0,25 – 1,5 Н, а хід

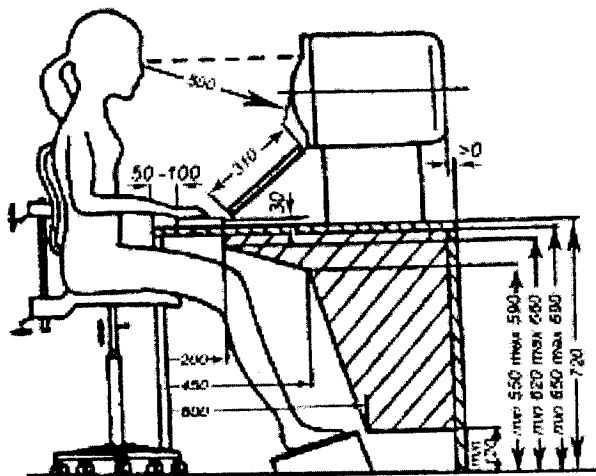


Рис. 9.2. Робочий стіл і розміщення.

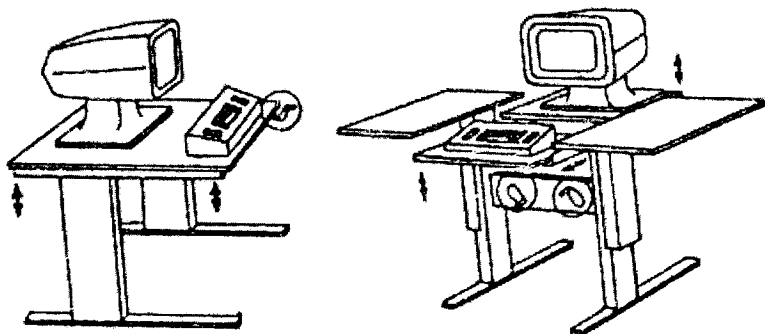


Рис. 9.3. Робочий стіл спеціального виготовлення

клавiшiв – 1 – 5мм. Важливо для належної продуктивностi та якiсної роботи враховувати розмiри знакiв, щiльностi їх розмiщення, контраст i спiввiдношення яскравостi символiв i фону екрана. Якщо вiдстань вiд ока оператора до екрана дисплея 60–80 см, то висота знака має бути не менше 3 мм, оптимальне спiввiдношення ширини i висоти знака становить 3:4, а вiдстань мiж знакама 15–20 % їхньої висоти. Спiввiдношення яскравостi фону екрана i символiв вiд 1:2–1:5 до 1:10–1:15.

Вважають, що при виведеннi на екран тiльки тексту можна рекомендувати одноколiрне зображення. Багатоколiрне має перевагу лише в тому випадку, коли оригiнал (наприклад рисунок) виконанi багатоколiрно. Тексти, як свiдчать дослiдження, краще сприймаються у режимi „чорне на бiлому”.

Перед початком роботи за комп'ютером необхідно пройти обстеження у лiкаря-окулиста i, якщо є потреба, скоректувати рефракцiю (окуляри, контактнi лiнзи). Медичне обстеження зору необхідно перiодично повторювати, щоб не допустити розвиток зниження зору.

Пiд час роботи слiд дотримуватися таких правил.

1. Колiна мають бути на достатнiй вiдстанi одне вiд одного.
2. Необхiдно, щоб ступнi нiг добре опиралися на пiдлогу чи пiднiжку.
3. Сидiння не повиннi стискати стегон.
4. Пiд час сидiння слiд випростатися, витягнути вгору, перевiрити позу: спинка має бути встановлена так, аби можна було сидiти в правильнiй позi без зусиль або з мiнiмальними зусиллями.
5. Голову слiд тримати прямо i нахиленою трохи вниз: верхня лiнiя екрана має бути трохи нижче рiвня очей; екран не повинен блищати.

6. Ліктьовий суглоб має бути на тій же висоті, що і клавіатура: лікті мають щільно прилягати до тулуба (або підтримуватись підлокітниками крісла) при цьому зап'ястя випрямлене.

7. Рекомендується під час роботи згадувати про позу і корегувати її: при відчутті м'язового напруження роблять відповідні вправи 5 – 10 разів.

8. Кожних 50 хв роботи (доцільно використати будильник) влаштовувати 10-хвилинну перерву, під час якої також відповідними вправами знімають хоча б частину м'язової втоми (тіла і очей), покращуючи самопочуття за допомогою спеціального самомасажу та фізичних вправ.

9. Через дві години напруженої безперервної роботи відпочинок слід продовжити до 15 хв; після 4-годинної роботи – до 1 год; роботу на комп'ютері бажано чергувати з іншими видами діяльності.

10. У післяробочий час необхідно, крім загальних фізичних вправ, проводити специфічні вправи для очей, ефективність яких незаперечна.

Велике значення для збереження здоров'я користувачів комп'ютерів має дотримання медичної рекомендації щодо раціонального харчування і додаткової вітамінізації організму. З метою розширення функціональних можливостей м'язів ока необхідно застосовувати спеціальні вправи для очей, самомасаж „життєвих” точок, а також ті загальні фізичні вправи і спортивні ігри, які особливо рекомендуються для підвищення функціональних можливостей очей.

Згідно з „Положенням про медичний огляд працівників певних категорій” затвердженим наказом МОЗ України від 31.03.1994 №45 працюючі з ВДТ і ПЕОМ підлягають обов'язковим та періодичним оглядам. Періодичні огляди мають проводитися раз на два роки у складі терапевта, невропатолога та офтальмолога. Окрім того, жінки обов'язково раз на два роки оглядаються акушером-гінекологом. Відповідно до ДСан Пін 3.3.2.007-98 жінки з часу встановлення вагітності та в період годування дитини грудьми до виконання всіх робіт з використанням ВДТЕОМ і ПЕОМ не допускаються.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Перелічіть основні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, які діють на оператора комп'ютера.

2. Наведіть вимоги до кольористики стін, підлоги та стелі комп'ютерних залів.

3. Які вимоги до освітлення у приміщеннях обчислювальних центрів?

4. Які параметри мікроклімату в приміщеннях, де розташовані комп'ютери?
5. Розкажіть про організацію робочого місця оператора комп'ютера.
6. Які вимоги до клавіатури комп'ютера?
7. Охарактеризуйте режими праці та відпочинку в умовах роботи з комп'ютером.
8. Який порядок медичних оглядів користувачів ВДТ і ПЕОМ?

## ГІГІЕНА РОЗУМОВОЇ ПРАЦІ

### 10.1. Місце наукової праці в науково-технічному прогресі та проблеми здоров'я працівників

Науково-технічний прогрес передбачає у сучасному виробничому процесі значну кількість трудівників інтелектуальної праці. Щораз більше трудових процесів переміщуються у сферу розумової і водночас складної нервово-психічної діяльності.

У процесі розумової праці весь час збільшується особиста відповідальність кожного працівника за його рішення у забезпеченні нормального та безпечного функціонування промислових об'єктів, паливно-енергетичних підприємств, транспорту тощо. Мислення оператора, включеного у систему „людина – машина” засвідчує, що воно є основною ланкою у переробці інформації у системі самоуправління. Оператор автоматичних технічних систем повинен опрацьовувати велику кількість інформації, приймати рішення та передавати команду машинам. Його помилки можуть призвести до аварій і катастроф. Якщо для робітників фізичної праці найважливішою є фізична активність, то для професій розумової праці характерною є перевага впливу психо-емоційних стресогенних впливів, що зумовлені дефіцитом часу, високою відповідальністю та іншими виробничими та позавиробничими чинниками. Одним із надзвичайно важливих чинників є робота з комп'ютером, яка займає дедалі більше часу в людей розумової праці.

Автоматизація сучасного виробництва зумовлює підвищення розумового навантаження в середньому на 66,2 %. Характерною особливістю таких умов праці в наш час є зростання нервово-м'язової втоми, тобто виникає новий виробничо-професійний фактор – *нервово-емоційна напруга праці*.

*Розумова праця* – це діяльність людини, пов'язана з прийомами та переробкою інформації, що потребує переважно напруження сенсорного апарату, уваги й пам'яті, активізації процесів мислення, емоційної сфери без значних фізичних зусиль (табл. 10.1)

Основною формою розумової праці є творча праця управлінців, вчителів і викладачів, лікарів, учнів і студентів, операторська праця, пов'язана з управлінням машинами тощо.

Розумова діяльність включає розумову працю, яка:



## Ступінь напруженості уваги під час виконання різних процесів

Робота	Відсоток уваги	Робота	Відсоток уваги
Підмітання підлоги	9	Гра на роялі	56
Їзда на велосипеді	19	Їзда на автомобілі по місту	54
Робота зі стругальним станком	15	Гра в настільний теніс	61
Їзда автомобілем	35	Машинопис	78
Забивання цвяхів	43	Читання	100
Готування деяких блюд	53		

- має перехідний характер від фізичної до розумової;
- вимагає уваги й активної діяльності;
- пов'язана з напруженням уваги в процесі виконання нових завдань;
- є творчою діяльністю;
- спрямована на досягнення віддаленої трудової мети.

У регуляції психічних процесів безпосередньо беруть участь три функціональні блоки головного мозку: блок регулювання тону та неспання; блок прийому, переробки і зберігання інформації; блок програмування, регуляції та контролю складних форм діяльності.

Фізіологічною особливістю розумової праці є те, що мозок, який становить всього 1,5 % від маси тіла людини, споживає понад 20 % енергетичних ресурсів кисню. Надходження крові до мозку, який працює, збільшується у 8–10 разів порівняно зі станом спокою, зростає потреба в кисні та глюкозі, підвищується концентрація адреналіну, норадреналіну й кислот. Посилюється також використання глюкози, метіоніну, глютаміну та інших незамінних кислот і вітамінів групи В. Біохімічні зміни одночасно відбуваються в центральній нервовій системі, у крові та інших органах і тканинах. Погіршується зорова працездатність.

У процесі розумової діяльності збільшується *нервове навантаження*, яке проявляється у підвищенні активності кіркових структур, що беруть участь у виконанні конкретної праці. Якщо в процесі фізичної праці переважає енергетичний аспект напруження, то під час розумової – інформаційний.

Тривале розумове перевантаження порушує перебіг фізіологічних процесів, викликаючи *втому* – зниження рівня працездатності. Висока працездатність забезпечується лише тоді, коли життєвий ритм правильно узгоджується з природними ритмами психофізіологічних функцій людини, яких у її добовому ритмі налічується понад 50.

Механізм розвитку втоми можна зобразити у вигляді змін функціонального стану у низці центральних і периферичних утворів нервової системи, які взаємозв'язані кільцевими залежностями. Кумулятивний стан втоми, прояви якого не ліквідуються ні щоденним, ні щотижневим відпочинком, визначається як *перевтома*, тобто це вже пограничний передпатологічний стан.

Початок втоми є сигналом для припинення праці. Необхідне фізіологічне відновлення організму, для чого включаються гігієнічні оздоровчі заходи, які ґрунтуються на організаційно-технологічних, санітарно-гігієнічних, фізіологоергономічних та лікувально-профілактичних принципах.

## 10.2. Шляхи оптимізації розумової праці

У процес розумової праці необхідно входити поступово. Інколи аспіранти, які відразу „налягали” на вивчення літературних джерел і обробку результатів власних досліджень, забували про ритмічність роботи та відпочинку, виснажували нервову систему і вибивалися з творчого процесу. Адже при будь-якому ритмі праці слід *строго дотримуватися біологічної ритмічності життєвих процесів*, а отже моделювати свій власний режим праці. Слід пам'ятати, що продуктивна розумова праця не може бути без високої організованості та раціонального планування.

Не менш важливою умовою високопродуктивної праці є чергування праці з відпочинком, а також заміна одних форм праці іншими. При цьому усувається втома однієї групи нервових клітин, що працюють, іншою групою незадіяних клітин. До виснаження клітин мозку і хронічної втоми часто приводить недосипання. Важливо вміти чергувати працю і відпочинок протягом робочого дня, переривати розумову працю фізичними вправами або ж фізичною роботою в саду чи майстерні.

Умовами успішної розумової праці є систематичні вправи та тренування, удосконалення й автоматизація навичок, сприятлива соціальна обстановка (дружній колектив, повага оточуючих до твоєї праці). Не останнє місце займають й винагороди за розумову працю, зокрема платня.

Організація розумової праці, як і фізичної, має базуватися на законах фізіології, психології та гігієни. Емоційний тонус працюючого піднімає естетичність середовища, яке забезпечується дизайном.

З психофізіологічного погляду, робоче місце розподіляється на дві частини: *сенсорне* поле, яке впливає на аналізатори працівника і є джерелом професійних, зокрема естетичних інформацій, і *моторне* поле, до якого належить та частина робочого місця, на яку людина впливає своїми рухами під час праці.

Організуючи з естетичних позицій робоче місце, ми цілеспрямовано впливаємо на формування емоційного позитивного ставлення людини до праці.

До системи раціональної організації праці належать необхідні гігієнічні умови повітряного середовища приміщень, призначених для виконання розумової праці: робочий кабінет, офіс, бібліотека. Температура у приміщенні має сягати  $+18 - 20$  °С, оптимальна вологість –  $50-70$  %, а рух повітря не повинен перевищувати  $0,2$  м/с. Усі вказані гігієнічні нормативи відіграють суттєву роль у процесах терморегуляції. Відхилення від них негативно відбивається на продуктивності розумової праці. В умовах надто високих та надто низьких температур знижується увага. Водночас холодне і перезволене повітря призводить до швидкого переохолодження організму, а надто сухе повітря викликає сухість слизових оболонок і шкіри. Взагалі підвищення температури і вологості повітря змінює тонус периферичної нервової системи, розподіл крові в організмі, діяльність органів дихання, серця тощо.

Поява функціональних зрушень і зниження працездатності часто викликаються зміною газового складу повітря у приміщенні, зокрема підвищенням вмісту вуглекислоти, що вимагає систематичного вентильовання.

Довготривале сидіння, по  $6 - 8$  год в одній і тій же позі з нахиленою головою є також негативним з точки зору здоров'я працівника фактором. Відомо, що у момент посиленої розумової праці колообіг крові мозку збільшується у  $8 - 10$  разів і навіть більше. Все це прискорює втому.

При втомі й ослабленні тонушу шийних м'язів голова опускається, утруднюється праця очей, згинається хребет, зменшується екскурсія ребер, знижується об'єм повітря, який вдихає людина. Протягом тривалого сидіння за робочим столом у нижніх частинах легенів, в органах черевної порожнини і в нижніх кінцівках спостерігається застій крові.

Поза працюючого, виходячи з вимог ергономіки, має бути наступною. Стопи ніг мають опиратися на підлогу або підставку. Більша частина стегна має бути розміщена під прямим кутом. Тулуб має опиратися на поперекову ділянку. Під час писання обидва передпліччя злегка опираються у стіл. Очі розташовані паралельно до краю стола на відстані від предметів праці 25–30 см. Тулуб розташований на відстані 3 см від стола.

Важливо стежити за освітленням робочого місця. Адже правильне освітлення запобігає зоровій і загальній втомі. Недостатнє або ж неправильно організоване освітлення призводить до зниження зору та змін у центральній нервовій системі. Найоптимальнішим є природнє розсіяне світло. Штучнє освітлення у вигляді лампи, яка має стояти зліва, повинно бути не менше 150 лк.

Забарвлення стін у робочому кабінеті має бути ясним, жовто-зелених відтінків.

Негативним фактором, що шкодить продуктивності розумової діяльності, є шуми, рівні яких мають відповідати нормативам.

Зупинимось трохи детальніше на режимі праці та відпочинку.

Зразком раціонального робочого часу і величезної працездатності вважається визначний фізіолог, лауреат Нобелівської премії І. Павлов. Наведемо приблизний режим для людей розумової праці за І. Павловим. Щоправда, сам учений для себе мав дещо інший розпорядок дня, якого строго дотримувався. Його робочий день розпочинався о 7.30. Сніданок о 8 год, після чого годину він працював у своєму кабінеті. О 9.30 йшов до Інституту експериментальної медицини або Фізіологічного інституту, де продовжував працю до 18.00. Після обіду відпочивав до 21.30. Після вечері (о 22.00) йшов до свого кабінету і там працював до пів на другу ночі.

Розпорядок дня за І. Павловим

1. Ранкова гімнастика.
2. Повітряна ванна; водна процедура – обтирання, обливання, душ.
3. Перший сніданок (не поспішаючи).
4. Ранкова прогулянка або ходьба пішки на роботу.
5. Паузи підчас роботи (після 2–3 год роботи необхідно робити 10 – 15- хвилинні перерви).
6. Другий сніданок (на роботі).
7. Денна прогулянка або ходьба пішки з роботи.
8. Невеликий відпочинок перед обідом і після роботи.
9. Друга половина робочого дня – в закладі або розумова робота вдома.

10. Година для відпочинку в домашній обстановці: легка фізична праця або відвідання кіно, театру, лекцій.

11. Легка вечеря (простокваша, фрукти тощо)

12. Тепла ванна або прогулянка на свіжому повітрі перед сном. Сон не менше 7–8 годин.

Одним з найважливіших засобів підвищення працездатності є, як вже згадувалося, чергування праці й відпочинку. Необхідна чітка регламентація перерв на відпочинок, оскільки стихійні перерви менш ефективні. Напружена наукова праця має чергуватися з фізичними вправами.

Як відомо, відпочинок може бути активний і пасивний. Пасивний відпочинок – прогулянка тихими алеями парку, відпочинок на лежку чи на гамаку, а головне – сон. Найшвидше відновлює фізичну і духовну рівновагу активний відпочинок, пов'язаний з рухами, прогулянками, походами, подорожами, спортивними іграми. Активний відпочинок необхідний під час роботи і в кінці дня, і в кінці тижня, і у вихідний день, і в час трудової відпустки. Найкраще це робити в рекреаційних зонах, у лісах, об'єктах садово-паркового мистецтва. В містах виділяють ближню, середню і дальню рекреацію. Рекреація в сучасному розумінні – це відновлення сил в місцях відпочинку.

*Ближня* рекреація – відпочинок у саду чи сквері біля житлового будинку чи місця праці. Цей тип рекреації ще називають „біля порогу”. Адже тут можна відпочити в перерві між розумовою працею в службових чи домашніх умовах.

*Середня* рекреація – відпочинок у мікрорайонному парку (пішохідний перехід до місця відпочинку триває близько 15 хв). Цим типом рекреації можна скористатися перед роботою чи після роботи, або в обідню перерву.

*Дальня* рекреація – відпочинок у загальноміських парках і лісопарках (добиратися трамваєм чи тролейбусом 30-40 хв). Найкраще використовувати ці місця відпочинку в кінці робочого тижня – суботу чи неділю.

Під час праці необхідно робити перерви кожні 1,5 – 2 год, використовуючи їх для відвернення уваги від основної проблеми, можна зробити декілька фізичних вправ або провести обтирання обличчя і тіла холодною водою. Ходіння, що чергуються з сидінням, викликає поліпшення колообігу в судинах м'язів. Добре діють у боротьбі з втомою при виконанні розумової праці глибокі рухи 6–12 разів за хвилину з гімнастичними вправами.

**Середня потреба дорослої людини з нормальною вагою тіла в харчових речовинах – формула збалансованого харчування**

Харчові речовини	Добова потреба	Харчові речовини	Добова потреба
<b>Вода</b> *, <i>мл</i> в т.ч.: питна (вода, чай, кава) що міститься в перших стравах що міститься в продуктах	1750-2200 800-1000 250-500 700	<b>Органічні кислоти, г:</b> (молочна, лимонна і т.д.)  <b>Баластні речовини, г:</b> (клітковина, пектин)  <b>Жири, г:</b> в т.ч. рослинні поліненасичені жирні кислоти холестирин фосфоліпід	2  25  80-100 25-30 10-15 0,3-0,5 5
<b>Білки, г</b> в т.ч. тваринні	80-100 50	<b>Мінеральні речовини, мг:</b> кальцій фосфор натрій калій хлориди магній залізо цинк марганець хром мідь кобальт молібден селен фториди йодиди	800-1000 1200-1500 4000-6000 2500-5000 5000-7000 300-500 15 10-15 5-10 0,2-2,25 2 0,1-0,2 0,5 0,5 0,5-0,10 0,1-0,2
<b>Незамінімі кислоти, г:</b> триптофан лейцин ізолейцин валін треонін лізин фенілаланін метіонін	1 4-6 3-4 3-4 2-3 3-5 2-4 2-4	<b>Замінімі кислоти, г:</b> гістидин аргінін цістеїн тирозин аланін серин глутамінова кислота аспаргінова кислота пролін глікокол	1,5-2 5-6 2-3 3-4 3 3 16 6 5 3
<b>Вуглеводи, г</b> в т.ч. крохмаль цукор	400-500 400-500 50-100	<b>Вітаміни, мг:</b> вітамін С (аскорбінова кислота) вітамін В <sub>1</sub> (тіамін) вітамін В <sub>2</sub> (рибофлавін) вітамін Р (рутин) вітамін В <sub>9</sub> (фолієва кислота) вітамін Е (різні форми) вітамін К (різні форми) ліпоева кислота інозит	50-70 1,5-2,0 2,0-2,5 25 0,2 12-15 0,2-0,3 0,5 0,5-1,0
<b>Вітаміни, мг:</b> вітамін РР (нікотинава кислота) вітамін В <sub>3</sub> (пантотенова кислота) вітамін А (різні форми) вітамін В <sub>6</sub> (піридоксин) вітамін В <sub>12</sub> (кобаламін) вітамін Н (біотин) холін вітамін Д (різні форми)	15-25 5-10 1-3 2-3 3 мкг 0,15-0,3 500-1000 100 МЕ	<b>Загальна калорійність,</b> <i>ккал</i>	3000

*Активний відпочинок після роботи* може бути у вигляді пішохідних прогулянок або занять спортом. Повернення з роботи пішки діє відволікаюче на нервову систему. Знімають втому передвечірні прогулянки. Систематичні прогулянки сприяють поліпшенню мозкового колообігу, зниженню кров'яного тиску і посиленню обміну речовин. Під час ходіння поліпшується діяльність шлунково-кишкового тракту. Післяобідній короткотривалий сон корисний, але якщо він не перешкоджає нічному сну.

*Активний відпочинок у вихідні дні* необхідний для того, щоб переключитися на інші види діяльності і розвантажитися від психоемоційного та фізичного монотонного процесу розумової праці. Це може бути неважка суботня робота в саду, чи на городі, а в неділю – духовний відпочинок. У будь-якому випадку, для того щоб творити – треба думати. А найкраще думається у вільний час, особливо на природі.

*Активний відпочинок під час відпусток* полягає у звільненні думок від повсякденної праці, чого найкраще можна домогтися подорожуючи (наприклад на байдарках чи автомобілі), у туристських походах, на рибалці чи полюванні, а взимку – катаючись на лижах (гірськолижний відпочинок). У вільний час щоденно необхідно проводити гігієнічну гімнастику.

Активний відпочинок за загальним законом життя ритмічно змінюється сном. Сон є життєво необхідним фізіологічним станом організму, що забезпечує найповніший відпочинок. Без сну організм гине значно швидше, ніж від голоду. Сон відновлює усі функції організму, його працездатність і в першу чергу працю головного мозку.

Важливим в умовах організації розумової праці є раціональне збалансоване харчування (табл. 10.2).

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Дайте визначення поняття „розумова праця”.
2. У чому полягають фізіологічні особливості розумової праці?
3. Які негативні фактори впливають на стан здоров'я людей, зайнятих розумовою працею?
4. Яке значення має розпорядок дня для організації продуктивної праці?
5. Навіщо необхідно планувати режим праці та відпочинку?
6. Які види відпочинку рекомендуються для людей розумової праці?
7. Що таке режим збалансованого харчування?

## ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ЗАБРУДНЕННЯ

### 11.1. Забруднення навколишнього середовища та його оцінка

Середовищем життя будь-якого організму є біосфера, а точніше якась конкретна її комірка – *екологічна ніша*. *Біосфера* – це специфічно організоване об'єднання всього живого та мінеральних елементів. Взаємодія між ними проявляється в біогенній міграції атомів, яка здійснюється за рахунок енергії сонячного випромінювання.

У біосфері відбувається колообіг речовин, енергії і особин, який здійснюється за участю всіх організмів, що населяють її. Всі живі істоти є частинами одного цілого, гігантської сукупності живих істот, живого покриву Землі.

Як відомо, сонячна енергія на Землі викликає два колообіги речовин: *великий* або *геологічний*, який найбільш яскраво проявляється в колообігу води і циркуляції атмосфери, і *малий* або *біологічний* (*біогеохімічний*), що розвивається на основі великого і полягає в коловій циркуляції речовин між ґрунтом, рослинами, мікроорганізмами, тваринами. Обидва колообіги взаємозв'язані та становлять єдиний процес. Втягуючи в свої багаточисленні орбіти неживе середовище, біологічний колообіг речовин забезпечує відтворення живої речовини і допомагає активно впливати на вигляд біосфери. В цю живу коловерть включаються *антропогенні агенти* – забруднювачі природного середовища, створюючи техногенний колообіг речовини, наносячи шкоду живим компонентам планети і передусім людині (рис 11.1).

У цьому розділі будемо вести мову про те, як це забруднення впливає на людину та яким чином запобігти або ж зменшити його негативний вплив.

Забруднення навколишнього середовища – це процес внесення в середовище або ж виникнення в ньому нових, зазвичай нехарактерних для нього фізичних, хімічних, біологічних агентів, які проявляють негативний вплив на живі та неживі об'єкти. На рис.11.2 зображена схема інтегрального забруднення навколишнього середовища України.

Забруднення можуть бути як природного, так і антропогенного походження. У табл. 11.1 наведені основні забруднюючі речовини та рівні контролю над ними.



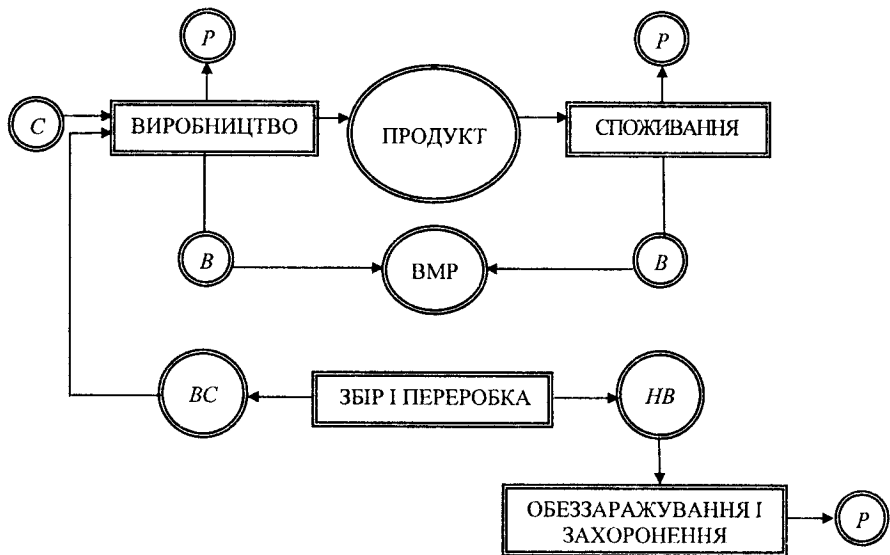


Рис. 11.1. Техногенний колообіг речовин: С – первинна сировина; Р – розпоршування в навколишньому середовищі; В – відходи; ВМР – вторинні матеріальні ресурси; ВС – вторинна сировина; НВ – неутилізовані відходи



Рис. 11.2. Інтегральне забруднення навколишнього середовища

**Класифікація пріоритетних забруднюючих речовин  
і контроль за їх вмістністю у різноманітних середовищах**

Клас пріоритетності	Забруднюючі речовини	Середовище	Тип програми заміни
I	Діоксид сірки та зважені частинки Радіонукліди (Sr-90, Cs-197)	Повітря Їжа	I, P, B, G I, P
II	Озон ДДТ та інші хлорорганічні сполуки Кадмій та його сполуки	Повітря Біота, людина Їжа, людина, вода	I, B (у стратосфері) I, P I
III	Нітрати, нітрити Оксиди азоту	Питна вода, їжа Повітря	I I
IV	Ртуть та її сполуки Свинець Діоксид вуглецю	Їжа, повітря Повітря, їжа Повітря	I, P I B
V	Оксид вуглецю Нафтовуглеводи	Повітря Морська вода	I P, B
VI	Фтористі сполуки	Питна вода	I
VII	Азбест Миш'як	Повітря Питна вода	I I
VIII	Мікротоксини Мікробіологічне забруднення Реактивні вуглеводи	Їжа Їжа Повітря	I, P I, P I

*Примітка: I – імпактний, P – регіональний, B – базовий, G – глобальний*

За фізіологічним впливом на організм людини всі шкідливі речовини поділяють на такі групи:

- подразнюючі, що вражають шляхи дихання, шкіру, слизові оболонки, (аміак, хлор, кислоти);
- задушливі (сірководень, вуглекислий газ, оксид вуглецю, азот, метан, інертні гази тощо);
- канцерогенні;

- мутагенні;
- такі, що впливають на репродуктивну функцію;
- наркотичні, такі, що спричиняють наркотичний вплив (ацетон, бензин, летучі вуглеводи тощо);
- соматичні (миш'як, ртуть, свинець тощо).

За ступенем впливу на організм людини шкідливі речовини поділяють на такі класи небезпеки:

- 1-й – надзвичайно шкідливі;
- 2-й – високо шкідливі;
- 3-й – помірно шкідливі;
- 4-й – мало шкідливі.

Виділяють чотири типи забруднень: фізичні, хімічні, механічні та біологічні.

*Фізичні забруднення* включають сонячну радіацію, електромагнітні випромінювання, шуми, вібрації, гравітаційні сили тощо.

*Хімічні забруднення* бувають твердими, рідкими, газоподібними.

*Механічні забруднення* – це різного походження тверді відходи виробництва та побуту.

*Біологічні забруднення* – різноманітні організми (бактерії, мікроби, віруси, пилок, насінневий пух тощо).

Головними природними джерелами надходження забруднювачів природного середовища є вулканічний матеріал, морські солі, пилові бурі, лісові пожежі, рослини, тварини, мікроорганізми тощо.

До *антропогенних джерел* належать первинне і вторинне виробництво кольорових металів, сталі, чавуну, заліза; добування корисних копалин, автомобільний транспорт; хімічна промисловість; виробництво фосфатних добрив, спалювання вугілля, нафти, газу, деревини, різноманітних відходів та ін. Особливе місце серед проблем антропогенного забруднення займають проблеми *екотоксикології*, які, виходячи з уявлень про роль лімітуючих факторів, що в різних дозах впливають на організм людини, вимагають всестороннього аналізу навколишнього середовища.

Серйозною проблемою є встановлення порогового ефекту токсикологічного впливу в системах „токсикант – навколишнє середовище” та „токсикант – живий організм” і визначення параметра „доза – зворотна реакція”. Дослідження в цій галузі послужили активним імпульсом для розвитку *екотоксикології*. Наукове значення екотоксикології полягає у розробці сучасних уявлень про токсичність і канцерогенність елементів та їх сполук; дослідженні специфічних біогехімічних особливостей поведінки токсикантів в навколишньому сере-

довищі, механізму їхнього поширення та метаболізму; встановленні взаємозв'язку між необхідністю й токсичністю елементів; визначенні локалізації канцерогенних іонів; оцінці порогового ефекту токсикологічного впливу.

Кількісна оцінка порогового ефекту токсикологічного впливу, що наявна у системах „токсикант – навколишнє середовище” і ”токсикант – живий організм,” описується рівнянням:

$$D_r = D_o - (D_e + D_m), \quad (11.1)$$

де  $D_r$  – доза шкідливої речовини, що досягає рецептора;  $D_o$  – доза шкідливої речовини, що потрапила в організм;  $D_e$  і  $D_m$  – дози шкідливої речовини виділені з організму та обеззаражені у процесі просування отрути до рецептора.

Концепція пороговості передбачає високу якість середовища та повну безпеку для людини і будь-яких популяцій за умов забруднення цього середовища нижче певного рівня, вплив якого на організми менше деякого порогового значення (лімітуюча доза в діапазоні екологічної толерантності).

Критерієм кількісної оцінки рівня забруднення навколишнього середовища можуть бути:

- індекс забруднення (ІЗ);
- гранично допустима концентрація (ГДК);
- гранично допустима доза (ГДД);
- фонові концентрації;
- токсична концентрація;
- гранично допустимі викиди (ГДВ);
- максимально-допустиме навантаження (МДН).

*Індекс забруднення* – це показник, який кількісно та якісно характеризує присутність в навколишньому середовищі речовини-забруднювача і ступінь його впливу на живі організми.

*Гранично допустима концентрація* – це максимальна кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму або маси середовища води, повітря або ґрунту, яка при постійному контакті або впливі за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини. ГДК встановлюється у законодавчому порядку або ж регламентуються компетентними установами, комісіями як норматив.

*Гранично допустимі концентрації* речовин, які забруднюють біосферу, в свій час вводилися як нормуючі показники в багатьох країнах світу, в тому числі і в нашій країні, причому враховувався не тільки вплив забруднення на здоров'я людини, але вплив на тварини, рослини,

мікроорганізми, природні угруповання, воду, повітря, ґрунти (табл. 11.2) У більшості країн світу ГДК встановлені більш ніж для 700 шкідливих газів, парів і пилу у повітрі.

Таблиця 11.2

**Гранично допустимі концентрації хімічних речовин у воді, атмосферному повітрі та повітрі робочої зони**

Речовина	Вода, мг/л	Атмосферне повітря, мг/м <sup>3</sup>		Повітря робочої зони, мг/м <sup>3</sup>
		макс. разова	середньодобова	
Анілін	0,1	0,05	0,03	0,1
Бенз/а/пірен	0,000005	—	0,1мкг/100м <sup>3</sup>	0,00015
Бензол	0,5	1,5	0,8	5,0
Кадмій	0,01	—	—	0,1
Арсен	0,05	—	0,003	0,3
Ртуть	0,005	—	0,0003	0,01
Свинець	0,1	—	0,0007	0,01
Стронцій	2,0	—	—	1,0
Тетраетиленсвинець	—	—	—	0,005
Формальдегід	0,01	0,035	0,012	0,5
Фреони	10,0	100,0	10,0	—
Фтор	1,5	0,03	0,01	1,0
Аміак	2,0	0,2	0,2	20,0
Ацетон	—	0,35	0,35	200,0
Цинк	1,0	—	—	6,0
Бензин	0,1	5,0	1,5	300,0
Залізо	0,5	—	—	6,0
Існлол	0,05	0,2	0,2	50,0
Мідь	1,0	—	—	1,0
Сірковуглець	1,0	0,03	0,005	1,0
Стирол	0,1	0,003	0,003	5,0
Толуол	0,5	0,6	0,6	50,0
Фенол	0,001	0,01	0,01	0,3
Хром	0,1	0,0015	0,0015	1,0
Хлор	—	0,1	0,03	1,0
Азоту діоксид	—	0,085	0,085	5,0
Сажа	—	0,15	0,05	—
Сірчистий ангідрид	—	0,5	0,05	10,0
Сірководень	—	0,008	0,008	10,0
Оксид вуглецю	—	3,0	1,0	20,0
Метанол	3,0	1,0	0,5	5,0
Етанол	—	5,0	5,0	1000,0

Визначаючи ГДК, доводиться вибирати між ймовірністю нанести шкоду здоров'ю людини й економічною вигодою. При цьому керуються наступними принципами.

1. Пріоритет медико-біологічних показників встановлення санітарних регламентів перед іншими підходами (технічна доцільність, економічна вигода).

2. Пороговість усіх типів впливу шкідливих факторів (у тому числі хімічних сполук з мутагенним і канцерогенним ефектом).

3. Випередження розробки і запровадження профілактичних заходів порівняно з часом появи шкідливого фактора.

ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів поділяють на максимально разові (ГДК<sub>м,р</sub>) і середньодобові (ГДК<sub>с</sub>). Перша з них визначає допустиму величину короткотривалого впливу забруднюючої речовини на організм людини, друга – допустиму величину тривалого впливу.

Нормативи ГДК<sub>м,р</sub> встановлюють за межею рефлекторної дії забруднюючої речовини на людей (наприклад за порогом нюху), а норматив ГДК<sub>с</sub> – з урахуванням порогу токсичної дії. Якщо її вплив починається з вищої концентрації, ніж рефлекторний, то норматив ГДК<sub>с</sub> і ГДК<sub>м,р</sub> для даної речовини однакові. На території підвищеної охорони встановлюються значно жорсткіші норми – ГДК зменшується на 20 %.

Для речовин, щодо яких ГДК не встановлювалися, використовують тимчасові нормативи – *орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) або тимчасово допустимі концентрації*, які аналогічно ГДК є допустимими максимальними разовими концентраціями й аналогічно ГДК вимірюються в мг/м<sup>3</sup>. Цей вираз концентрації можна прийняти для будь-якого агрегатного стану домішок.

За кордоном, зокрема в США, часто користуються іншою концентрацією забруднювача в повітрі:

$$\text{млн}^{-1} = \frac{\text{об'єм забруднення}}{10^6 \text{ об'ємів забрудненого повітря}} = 10^{-4} \% (\text{об'ємних}), \quad (11.2)$$
$$\text{мг/м}^3 = \frac{\text{млн}^{-1} \cdot M}{22,4},$$

де  $M$  – молекулярна маса забруднювача; 22,4 – об'єм в літрах 1 моля газу при 25°C і 760 мм рт. ст.

Критерієм оцінки впливу викидів підприємств в навколишнє середовище є рівень практичних концентрацій домішок в атмосфері, одержаних внаслідок розсіювання викидів, порівняно з гранично допустимим. Для повітря встановлені відповідні значення ГДК.

Норми ГДК служать вихідним матеріалом для проектування промислових споруд і підприємств, технологічних ліній, експертизи нових машин і механізмів. За цими нормативами розраховують вентиляційні та кондиціонуючі системи, контролюючі прилади й системи сигналізації.

Слід зауважити, що існуюча система ГДК не дає, на жаль, достовірної інформації, оскільки орієнтована на встановлення індивідуального токсиканта, не вказуючи як цей забруднювач діє на організм у комплексі з іншими забруднювачами. Наприклад, є дані про те, що корисні для людського здоров'я фітонциди, які виділяють хвойні дерева, в умовах міського забруднення, об'єднуючись зі складними сполуками, що містяться в повітрі, утворюють сильно діючі токсиканти. Це також стосується хелатів – сполук важких металів з ґрунтовими органічними кислотами, які стають небезпечними для мікоризи грибів.

*Фонова концентрація* – це вміст речовини в об'єкті навколишнього середовища, яка визначається сумою глобальних, регіональних природних і антропогенних внесків внаслідок дальнього або транскордонного перенесення.

*Токсична концентрація* – це концентрація шкідливої речовини, що здатна при різній тривалості впливу викликати загибель живих організмів. Цей показник є своєрідним індикатором токсичності природно-антропогенних екосистем.

Зупинимося коротко на поняттях, які сьогодні використовують в екотоксикології: шкідлива речовина, токсикант, забруднювач, метаболізм, канцерогенез.

*Шкідлива речовина* – це привнесений нехарактерний для природних екосистем інгредієнт, який негативно впливає на екосистеми й організми, що живуть в них.

*Токсикант* – це речовини або елементи, здатні виявляти отруйну дію на живі організми, і які можна об'єднати у дві великі групи: токсичні та потенційно токсичні. Вони бувають *неорганічного* походження (кадмій, ртуть, свинець, миш'як, нікель, бор, марганець, селен, хром, цинк тощо) та *органічного* (нітратсполуки, поверхнево-активні речовини, пестициди, формальдегід, бензопірен та ін).

Залежно від ступеня токсикологічного впливу хімічні речовини поділяють на три класи (табл. 11.3).

Особливо високою токсичністю і міграційною здатністю характеризується важкі метали – свинець, ртуть, кадмій, мідь, нікель, кобальт, цинк (табл. 11.4).

**Класи небезпечності різних хімічних речовин,  
які потрапляють у ґрунт з викидів, відходів**

Клас	Хімічна речовина
I	Миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бензопірен
II	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, сірка, хром
III	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетифенол

Таблиця 11.4

**Основні біогеохімічні властивості важких металів**

Властивості	C	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
Біохімічна активність	–	В	В	В	В	В	В
Токсичність	П	П	П	П	В	В	В
Канцерогенність	В	В	–	–	–	–	–
Збагачення глобальними аерозолями	Н	Н	В	В	В	В	В
Мінеральна форма поширення	В	Н	Н	Н	В	В	В
Органічна форма поширення	Н	Н	П	П	В	В	В
Рухливість	Н	Н	П	П	В	В	В
Тенденція до біоконцентрації	В	В	П	П	В	В	В
Ефективність накопичення	П	П	В	В	В	В	В
Комплексоутворююча властивість	Н	Н	В	В	П	П	Н
Схильність до гідролізу	Н	П	В	В	П	П	П
Розчинність	Н	Н	В	В	В	В	В
Тривалість життя	В	В	В	В	Н	Н	Н

*Примітка:* В – висока; П – помірна; Н – низька.

*Міграція елементів* – це перенесення і перерозподіл хімічних елементів у земній корі та на поверхні Землі.

Як стверджують вчені, складність біогеохімічних процесів, які відбуваються в атмосферному повітрі, атмосферних опадах, природних



водах, не дозволяють висловити однозначну точку зору відносно дії сполук важких металів. Однак аналіз фундаментальних робіт і даних експериментальних досліджень дають змогу зробити висновки про те, що в атмосферному повітрі й атмосферних опадах перебувають важкі метали, які мігрують у формі органічних і неорганічних комплексних сполук – у природних водах вони у формі вільних іонів, моноядерних гідроксидних, неорганічних (сульфатні, хлоридні, карбонатні) і органічних (фульватні, гуматні) сполук, які існують у колоїдних та інших формах; у ґрунтах вони у водорозчинних іонообмінних і адсорбованих формах.

Показниками негативного впливу елементів і сполук на живі організми є їх *токсичність* і *канцерогенність*, які негативно впливають на живі організми і призводять до зменшення тривалості їхнього життя.

Стойкість організму стосовно дії токсикантів може досягатися при: а) зменшенні надходження токсиканта; б) збільшенні коефіцієнта виділення токсиканта; в) переведенні токсиканта в неактивну форму внаслідок його ізоляції або осадження.

До факторів, що впливають на токсикантів, їх засвоєння, негативну дію, належать: *хімічні фактори* (хімічні властивості, частота впливу тощо), *фізичні* (освітленість, температура, турбулентність в розчинах); *біологічні* (розміри, стадія розвитку, стан здоров'я, акліматизація).

Окремо ще раз слід зупинитися на канцерогенезі, про який йшлося в розділі 4. Слід нагадати, що канцерогенез – це здатність речовини, елемента проникати в клітини і реагувати з молекулою ДНК, викликаючи хромосомні порушення. Канцерогени розподіляють на три групи: а) *металомісткі частинки*; б) *водорозчинні сполуки металів*; в) *жиророзчинні сполуки*.

Активність канцерогенезу залежить від ряду факторів: рН середовища (чим кисліше рН, тим вища розчинність канцерогенів у клітинах); наявності в клітині амінокислот (які мають зв'язуючу здатність, що стримує проникнення у клітину важких металів, наприклад нікелю); температури середовища, яка прискорює процеси канцерогенезу.

Накопичення у клітинах канцерогенних іонів металів призводить до хромосомних змін, які є результатом об'єднання молекул ДНК з білком трансформації клітини. Наприклад нікель, хром утворюють трійні надзвичайно стійкі комплекси, в які входять ДНК, метал і білок.

Важливим показником забруднення атмосферного повітря є *гранично допустимі викиди* (ГДВ) – кількість шкідливих речовин, що викидаються за одиницю часу (г/с) і в сумі з викидами з інших джерел забруднення не створюють приземної концентрації домішок, які б

перевищували ГДК. Це науково-технічний норматив для конкретного джерела забруднення й обов'язковий для конкретного підприємства.

Якщо у повітрі населеного пункту концентрація перевищує ГДК, а величина ГДВ із об'єктивних причин не може бути досягнута, то фактичний викид називається тимчасово погодженим викидом.

*Максимально-допустиме навантаження*—це максимальна інтенсивність дії всієї сукупності факторів навколишнього середовища, яка не виявляє прямого чи побічного шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарних умов життя.

Рівні інтегрального забруднення території в Україні зображені на рис. 11.2. Орієнтуючись на перелік основних техногенних забруднювачів екосистем України, слід добре знати їхні індивідуальні особливості, рівень фізіологічного впливу на організми, з'ясувати їхню екологічну роль у функціонуванні екосистем.

Постійними супутниками сучасної людини стали *сильнодіючі отруйні речовини* (СДОР) та дими, які є результатом аварійних викидів, що трапляються на промислових підприємствах, вибухів, пожеж, пошкодження сховищ шкідливих речовин, катастроф на залізничному і морському транспорті. Найчастіше люди отруюються хлором, аміаком, випарами різних кислот, сірководнем, сумішшю вуглеводнів тощо.

*Хлор.* Отруєння хлором призводить до появи і розвитку астматичного бронхіту, токсичного набряку легень, а великі його концентрації викликають хімічні опіки легень, спазми голосових зв'язок, а в окремих випадках смерть.

*Аміак.* Отруєння аміаком зумовлює трахеобронхіти, ларингіти тощо, а великі його концентрації спричиняють такі ж захворювання, як і отруєння хлором.

*Пари кислот.* Особливо небезпечними є пари азотної, хлорної, сірчаної, оцтової та інших кислот. Легкі отруєння ними викликають запалення дихальних шляхів, опіки та подальші пошкодження шкіри, а в разі високих концентрацій – загибель людини.

*Сірчистий ангідрид* ( $\text{SO}_2$ ) переважає серед інших сполук сірки техногенного походження ( $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ ). Звичайно він виділяється в процесі згорання певних видів палива або під час переробки сірчистих руд. У вільній атмосфері сірчистий ангідрид окислюється до сірчаного ангідриду або вступає у взаємодію з іншими сполуками, зокрема вуглеводнями. Окислення сірчистого ангідриду у сірчаний відбувається в процесі фотохімічних і каталітичних реакцій, причому в обох випадках кінцевим продуктом є аерозоль або розчин сірчаної кислоти у дощовій воді. На відміну від вуглекислого газу, сірчистий ангідрид локальний,

хоча й досить поширений забруднювач, що наявний в якості постійних домішок в атмосферному повітрі великих міст і промислових центрів. Його разова ГДК у повітрі становить  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , а середньодобова –  $0,05 \text{ мг/м}^3$ .

Екологічна небезпека сірчистого ангідриду полягає в тому, що при його фотохімічному окисленні у присутності двоокису азоту та вуглеводнів, за наявності навіть незначних (фонових) концентрацій цих речовин у повітрі, спочатку відбувається утворення сірчаного ангідриду  $\text{SO}_3$ , який при взаємодії з водяними парами в атмосфері утворює аерозолі сірчаної кислоти з різними сульфатними сполуками.

Тривалість цього циклу від моменту природних і техногенних викидів  $\text{SO}_2$  до надходження з атмосфери парів сірчаної кислоти або сульфатів 5 – 14 діб. Повітряними потоками аерозолі сірчаної кислоти переносяться на значні відстані, деколи на сотні кілометрів. Концентрація в атмосфері  $\text{H}_2\text{SO}_4$  досягає максимуму на відстані 200 – 250 км від джерела, а сульфатів – близько 600 км. При цьому величина рН опадів знижується до мінімальних значень (близько 4,0), що веде до підкислення ґрунтів і вод.

*Окиси азоту* належать, як і сірчаномісткі поліутанти, до профілюючих техногенних забруднювачів на території промислово розвинутих країн. Він невід’ємний компонент емісій житлових електростанцій, заводів із виробництва азотних добрив й анілінових барвників, а також викидів автотранспорту. Сьогодні антропогенні викиди окислів азоту у всьому світі щорічно становлять 180 млн г. Вони поширюються майже так само як  $\text{SO}_2$ : максимальний вміст азотної кислоти спостерігається на відстані близько 200 км від джерела емісій.

*Двоокис азоту*, який потрапляє в атмосферу з димогазовими промисловими викидами, взаємодіючи з водою, вуглекислим газом і киснем, утворює азотну кислоту, альдегіди, специфічні нітратні сполуки, що осідають на землю у вигляді сірого туману – смогу. Всесвітньо відомий лондонський смог, а ще й т. зв. лос-анджелеський смог який спричиняють вихлопні гази та яскраве проміння сонця. Промислові смоги можна спостерігати й над індустріальними центрами України – Кривим Рогом, Дніпродзержинськом, Маріуполем, Донецьком та ін.

До сильнодіючих отруйних речовин належить вихлопи автомобільних двигунів, в складі яких чадний газ, тетраетилсвинець, бензопірен (всього близько 200 найменувань). Їхній систематичний вплив на людину викликає гострі респіраторні захворювання, бронхіт, пневмонію тощо.

## 11.2. Джерела та склад забруднення атмосферного повітря

Основними джерелами забруднення атмосфери є природні, виробничі та побутові процеси, які об'єднують в наступні групи:

- забруднювачі природного походження (мінеральні, рослинні та мікробіологічні);
- забруднювачі, що утворюються у процесі спалювання палива для потреб промисловості, опалювання житла, роботи транспорту;
- забруднювачі, які утворюються внаслідок діяльності промисловості;
- забруднювачі сільськогосподарського виробництва;
- забруднювачі військового комплексу, зокрема військові полігони;
- забруднювачі, що утворюються під час спалювання та переробки побутових і промислових відходів.

Для повітря робочої зони виробничих приміщень згідно з ГОСТ 12.1.005-88 встановлені ГДК шкідливих речовин. ГДК виражається в міліграмах (мг) шкідливої речовини, що наявна в 1 м<sup>3</sup> повітря, тобто мг/м<sup>3</sup>. Відповідно до цього ГОСТу було встановлене ГДК більше, ніж для 1300 шкідливих речовин. За ступенем їхнього впливу на організм людини вони поділені на чотири класи: надзвичайно небезпечні, високо небезпечні, помірно небезпечні, мало небезпечні. Для близько 500 шкідливих речовин встановлені орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ). Небезпечність шкідливої речовини встановлюється залежно від величини ГДК, середньої смертельної дози та зони гострої або хронічної дії. Якщо у повітрі є шкідлива речовина, то її концентрація не повинна перевищувати величини ГДК.

Діючі норми (СН 245-71) встановлюють, що за наявності в повітрі шкідливих речовин має виконуватися умова:

$$Q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq V, \quad (11.3)$$

де  $Q$  – сумарна безрозмірна концентрація  $i$ -групи речовин;  $C_1, C_2 \dots C_n$  – фактичні концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони;  $ГДК_1, ГДК_2 \dots ГДК_n$  – граничнодопустимі концентрації цих речовин у повітрі робочої зони (табл. 11.5).

Виділяють *максимальні разові та середньодобові ГДК*. Максимальні разові не повинні шкодити протягом 20 хв, а середньодобові – при необмежено довгому вдиханні.

## Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин

Назва речовини	Хімічна формула	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Агрегатний стан
Бензопірен (3,4-бензопірен)	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	0,00015	1	Пари
Берилій і його сполуки (у перерахунку на берилій)	Be	0,001	1	Аерозоль
Свинець	Pb	0,01	1	Аерозоль
Хлор	Cl <sub>2</sub>	1,0	2	Газ
Сірчана кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,0	2	Пари
Хлорид водню	HCl	5,0	2	Газ
Двоокис азоту	NO <sub>2</sub>	2,0	3	Газ
Спирт метиловий	CH <sub>3</sub> OH	5,0	3	Пари
Оксид вуглецю	CO	20	4	Газ
Паливний бензин	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	100	4	Пари
Ацетон	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	200	4	Пари

Вимоги стосовно чистоти повітря на території підприємства повинні забезпечити очищення припливного повітря, що подається у виробничі приміщення, причому граничнодопустимі викиди (ГДВ) не мають перевищувати будь-які 20-хвилинні інтервали часу. Це означає, що при зіставленні натурних вимірювань ГДК результати аналізів проб повітря мають відповідати 20-хвилинному інтервалу.

## 11.3. Дія забрудненого повітря на організм людини

Сьогодні накопичено чимало наукових даних про те, що забруднення атмосфери (особливо у великих містах) досягло шкідливих розмірів. Відомо багато випадків захворювань і навіть смертей людей, які живуть у індустріальних містах, внаслідок викиду токсичних речовин промисловими підприємствами і транспортом при певних метеорологічних умовах. У зв'язку з цим у літературі часто згадуються катастрофічні випадки отруєння людей в долині Маас (Бельгія) в 1930 р; у місті Докоре (США) в 1948 р, в Лондоні 1952, 1956, 1957 і 1962 рр. та ряді інших міст Західної Європи, США, Японії.

Двоокис кремнію і вільний кремній, який міститься в леткій золі, є причиною важкого захворювання легенів (силікозу) у гірників, працівників коксохімічних, вугільних, цементних та ряду інших підприємств. Тканина легень у таких хворих замінюється з'єднувальною тканиною, а її частки перестають функціонувати.

Велике забруднення повітря димом і кіптявою впродовж кількох днів може викликати отруєння людей, а іноді й смерть.

Особливо згубно діє на людину забруднення атмосфери у випадках, коли метеорологічні умови сприяють застою повітря над містом. Туман і найменші частинки твердих речовин утворюють „смог”. Найбільша катастрофа, викликана токсичним туманом, сталася в Лондоні у 1952 р. У зв'язку з низькою температурою і повною відсутністю вітру, Лондон п'ять днів був покритий непроникним туманом. За цей час загинуло близько 4000 людей, а близько 10000 чол. важко захворіли. Очевидці розповідали, що коли над Лондоном опускався токсичний смог, день обертався на ніч, світло ліхтарів важко пробивалося через густу пелену, рух на вулицях завмирав, а люди кашляли та задихалися, одягали маски. У 1964 р. густий туман охопив британські острови. Лише на трьох великих шосе виникло близько 350 автомобільних катастроф. Сотні розбитих автомашин.

Шкідливі речовини, які наявні в атмосфері, діють на людський організм також і при контакті з поверхнею шкіри або слизистої оболонки. Поряд з органами дихання забруднювачі вражають органи зору та нюху, діють на слизисту оболонку горла, можуть викликати спазми голосових зв'язок.

Забруднене повітря подразнює головним чином дихальні шляхи, викликаючи *бронхіт, емфізему, астму*. До цих подразників належать  $\text{SO}_2$  і  $\text{SO}_3$ , азотисті пари,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , фосфор і його сполуки. Пил, який містить окисли кремнію, як вже згадувалося, викликає важкі легеневі захворювання – силікози. Дослідження, які проводились у Великобританії, виявили дуже тісний зв'язок між атмосферним забрудненням і смертністю від бронхітів.

Вуличні травми очей, викликані леткою золою та іншими забруднювачами атмосфери, у промислових центрах сягають 30 – 60 % всіх випадків офтальмологічних захворювань.

Негативний вплив атмосферних забруднювачів на організм людини (табл. 11.6) проявляється головним чином у погіршенні загального стану здоров'я: з'являються біль голови, нудота, відчуття слабкості, зменшується або зовсім губиться працездатність. Окремі забруднення викликають специфічні симптоми отруєння. Наприклад хронічне от-

## Причини виникнення деяких видів захворювань

Види захворювань	Несприятливі фактори, пов'язані з	
	забрудненням навколишнього природного середовища	умовами та способом життя індивідуума
Онкологічні	Іонізуюче випромінювання, присутність канцерогенних речовин у воді, повітрі, продуктах харчування	Куріння
Серцево-судинні, нервової, кровотворної та ендокринної систем	Сумісна дія факторів забруднення навколишнього середовища, радіація, шум	Стреси, емоціональні та фізичні перенавантаження, гіподинамія, зловживання алкоголем, відсутність повноцінного відпочинку
Хронічні органів дихання	Забрудненість атмосферного повітря	Куріння
Хронічні шлунково-кишкового тракту	Погана якість питної води та їжі	Зловживання алкоголем, куріння, невпорядкований прийом їжі, стреси, емоціональні перенавантаження
Кишкові інфекції, гепатит	Присутність збудників захворювань у питній воді або їжі	Низький рівень особистої гігієни, погіршення функцій імунної системи
Грип, гострі респіраторні захворювання	Епідемії, скупченість населення	Погіршення функцій імунної системи
Вроджені аномалії	Сумісна дія факторів забруднення навколишнього природного середовища та радіації	Алкоголізм, наркоманія, куріння, фізичні та психічні травми, спадкові хвороби

руєння фосфором спочатку виявляється болями шлунково-кишкового тракту і пожовтінням шкіряного покриву. Ці симптоми супроводжуються зниженням апетиту, а також погіршенням обміну речовин.

Отруєння фосфором спричиняє деформацію кісток, знижується здатність організму боротись з різними інфекціями.

Якщо людина кожен день поглинає 0,1 мг фтору на 1 кг своєї ваги, то в неї пошкоджуються зуби. Остеосклероз розвивається внаслідок багаторічного поглинання від 0,25 до 0,35 мг фтору на 1 кг ваги. У концентрації 0 – 20 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> сірчистий ангідрид викликає подразнення слизових оболонок носа, горла, очей. Дія сірковуглецю супроводжується паралічем, тяжкими нервовими розладами, порушується розумова діяльність.

#### **11.4. Заходи з охорони атмосферного повітря від забруднення**

Велике значення для оздоровлення атмосферного середовища мають заходи щодо очистки повітря та його охорони. Цим займаються у всіх високо розвинутих промислових країнах, де приймаються спеціальні закони та законодавчі акти державою як на загальнодержавному, так і на місцевому рівнях.

Слід зауважити, що охороні атмосферного повітря в Україні приділяється велика увага. Швидкий розвиток промисловості у післявоєнний період зумовив потребу прийняття ряду спеціальних законів. Рада Міністрів СРСР 29 травня 1949 р. прийняла спеціальну постанову „Про заходи боротьби із забрудненням атмосферного повітря і поліпшення санітарно-гігієнічних умов населених місць”. Цією постановою було заборонено будівництво нових, а також реконструкція та відновлення старих підприємств, на яких не передбачалося встановлення газо-, золо- і пиловловлювачів, а також пристроїв для рекуперації відходів. Контроль за виконання цієї постанови уряд поклав на Головну державну санітарну інспекцію СРСР та її органи на місцях. На допомогу цій інспекції був створений спеціальний Комітет із санітарної охорони повітря, який відіграв роль методичного та консультаційного центру. Заходи з попередження і ліквідації забруднень атмосферного повітря розроблялися урядами союзних республік і місцевими органами влади. Сьогодні ці заходи постійно вдосконалюються.

Просторовий розподіл домішок в атмосфері зумовлюється атмосферною дифузією їх в повітрі, а тому при проектуванні і експлуатації підприємств враховують метеорологічний аспект забезпечення охорони атмосферного повітря. Дослідження у цьому напрямку розвиваються на основі вивчення атмосферної турбулентності та дифузії домішок.

*Під гранично допустимими концентраціями забруднювачів потрібно розуміти такі концентрації різних токсичних хімічних речовин, що*



*наявні в повітрі промислових підприємств у вигляді газів, парів і пилу, які впродовж робочого дня не викликають паталогічних змін чи захворювань.*

Береться до уваги також поріг запаху різних забруднень. Для встановлення показників забрудненості повітря використовують порівняльні дані із захворювання у забруднених і контрольних районах, а також виконують експериментальні дослідження на тваринах.

Визначають ГДК санітарно-епідеміологічні служби. Велика оперативна робота за контролем чистоти атмосферного повітря здійснюється санітарною інспекцією, а також гідрометеорологічними службами.

Атмосфера самоочищається від забруднень внаслідок осаджування твердих частинок, вимивання їх з повітря опадами, а також розчиняючи каплями дощу й туману, водою морів, океанів, рік та інших водойм, розсіваючи в просторі.

Охорона повітря від забруднень здійснюється різними практичними заходами. У містах, наприклад, не дозволяється розташовувати промислові підприємства, які сильно забруднюють атмосферне повітря. Металургійні, хімічні та інші підприємства, які викидають у повітря пилоподібні та газоподібні забруднювачі, мають бути розташовані від міст на далекій відстані. Їх розташовують з підвітряного для панівних вітрів боку і відділяють від меж житлових районів санітарно-захисними зонами.

Залежно від шкідливості викидів в атмосферу речовин і ступеня їх очистки в ході технологічного процесу промислові підприємства поділяють на п'ять класів. Для підприємств першого класу встановлюється санітарно-захисна зона шириною в 1000 м, другого – 500, третього – 300, четвертого – 100 і п'ятого – 50 м (зона може бути збільшена). Тут допускається розташування депо, бань, гаражів, складів, адміністративно-службових будівель, торгових приміщень і т.д., але не житлових. Територія цих зон повинна бути обов'язково добре озелененою.

Для зменшення задимлення, запилення й отруєння газами повітря, підприємства, які забруднюють атмосферу, мають розміщатись на підвищених місцях, що добре обдуваються вітрами. Це збільшує висоту викиду диму і газів і сприяє їхньому розсіянню в просторі. У зв'язку з цим практикують спорудження високих труб (200 – 300 м), щоб викидати неочищене повітря у більш високі шари атмосфери, вище шару інверсії.

Для ліквідації задимлення зменшують число дрібних котелень, будують великі котельні або теплоелектроцентралі. Встановлено, що 1 т

вугілля, спалена в промислових печах, великої котельні та значної висоти труб дає у 25 раз менше диму і кіптяви, ніж при спалюванні в одноповерхових житлових будинках. Замінюють також димові печі газовими або електричними. Там, де неможливо уникнути спалювання мінерального палива, необхідно будувати більш вдосконалені котельні. Вугілля та нафту піддають спеціальній обробці, звільняють їх від золи і сірки, використовуючи для цього спеціальні збагачувальні фабрики. Правильне спалювання газу не дає диму, сажі, окису вуглецю та інших шкідливих речовин.

Одним із основних заходів з охорони атмосферного повітря є будівництво очисних споруд. Очистка газових викидів нерідко пов'язана з рішенням складних науково-технічних проблем. Для очистки від отруйних газів і парів використовують електрофільтри, які виготовляються із кислотривких матеріалів. Гази вловлюють, розчиняючи їх в рідині, або поглинають різноманітними поглиначами.

### 11.5. Оздоровлення повітряного середовища

Промислові підприємства забруднюють не лише зовнішнє, але й внутрішнє повітряне середовище виробничих цехів, зокрема повітря робочої зони. Оздоровлення повітряного середовища можна досягти шляхом зниження вмісту в ньому шкідливих речовин до безпечного рівня, тобто такого, який би не перевершував ГДК для даної речовини.

Нормативи ГДК забруднюючих повітря речовин мають забезпечувати здоров'я людей та охорону навколишнього середовища. Слід зауважити, що *для тих самих забруднюючих речовин ГДК в атмосферному повітрі населеного пункту нижча, ніж у повітрі робочої зони промислового підприємства.*

Нормативні викиди шкідливих речовин встановлюють для кожного джерела забруднення в г/с, а для всього підприємства загалом – т/год. Визначаючи значення гранично допустимих викидів або тимчасово погоджених викидів, беруть до уваги фонову концентрацію, яка встановлюється державними органами. Наприклад для міст із населенням 250 тис. чол. прийняті наступні норми фонових концентрацій основних токсикантів:  $\text{SO}_2$  – 0,1 мг/м<sup>3</sup>,  $\text{NO}_2$  – 0,03 мг/м<sup>3</sup>,  $\text{CO}$  – 1,5 мг/м<sup>3</sup>, пил – 0,2 мг/м<sup>3</sup>.

Методика, яку використовують для розрахунків ГДВ базується на використанні моделі, що враховує:

- а) індивідуальні властивості забруднювачів(ГДК);
- б) фонову концентрацію (С);

в) геометричні розміри джерела забруднення ( $H$  – висота, м,  $D$  – діаметр гирла, м);

г) умови виходу газового потоку з джерела ( $T$  – різниця температур викинутої суміші й навколишнього середовища;  $V$  – середня швидкість виходу суміші з джерела, м/с;)

д) умови вертикального ( $W$ ) і горизонтального ( $f$ ) розсіювання шкідливої речовини в атмосферному повітрі;

е) показник відносної агресивності ( $A_i$ );

є) коефіцієнт, який враховує швидкість осідання шкідливих речовин у повітрі ( $F$ );

ж) коефіцієнт, що враховує коефіцієнт місцевості ( $M$ ).

*Для повітря, що подається системою вентиляції у виробничі приміщення концентрація шкідливих речовин не повинна перевищувати 30 % значень ГДК для робочої зони виробничих приміщень. В атмосферному повітрі населених пунктів – норматив ГДК<sub>мр</sub> в зонах відпочинку і курортів – 0,8 ГДК<sub>мр</sub>.*

Загальні правила визначення гранично допустимих викидів (ГДВ) наведені у ГОСТ 17.2.3.02-78. Норматив ГДВ встановлюють у тоннах за рік окремо по кожній забруднюючій речовині, а також по кожному джерелу забруднення (викиду). Нормативи ГДВ, як вже згадувалося, не повинні бути перевищені в будь-який 20-хвилинний інтервал часу.

З метою зменшення забруднення навколишнього середовища промисловими газами, етилом та рідкими викидами рекомендуються наступні заходи:

а) локалізація токсичних речовин у зоні до їх утворення, очистка забрудненого повітря у спеціальних апаратах і його повернення у виробниче чи побутове приміщення (за умови, що після апарата повітря відповідає нормативним вимогам до припливного повітря);

б) оснащення джерел викидів шкідливих речовин пило – та газоочисними установками;

в) очистка технологічних газових викидів у спеціальних апаратах викидання і розсіювання в атмосфері повітря. В окремих випадках перед викиданням забруднюючі речовини розбавляють атмосферним повітрям;

г) заміна або реконструкція морально та фізично застарілих пило- та газоочисних установок;

д) виведення з експлуатації старих, екологічно недоцільних виробництв;

е) очистка відпрацьованих газів енергоустановок.

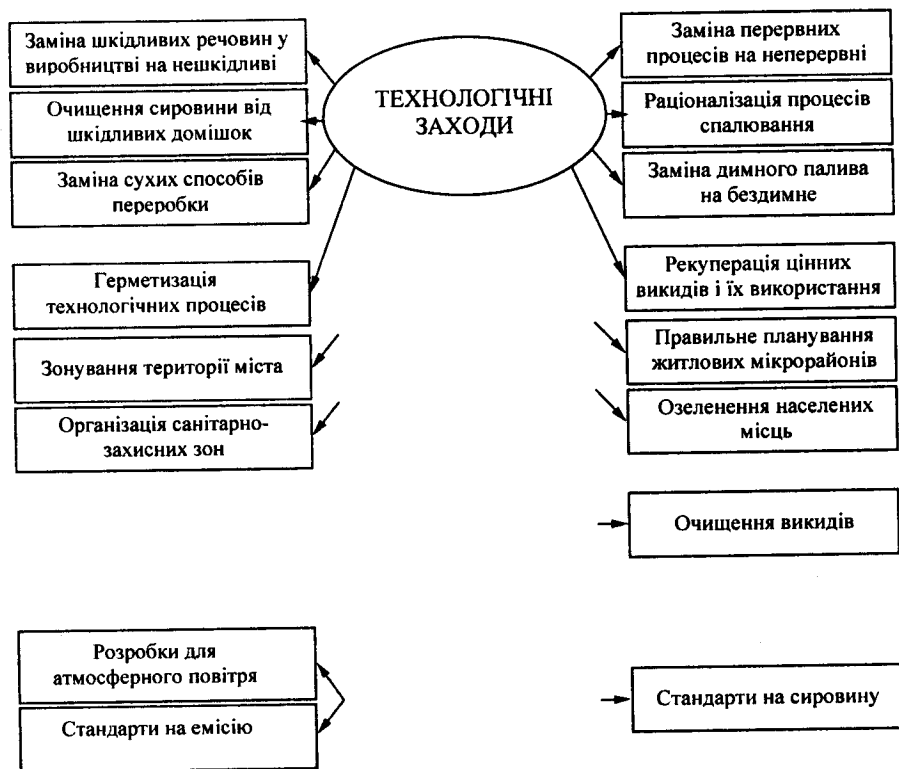


Рис. 11.3. Схема заходів з охорони атмосферного повітря

Частка продуктів спалювання у забрудненні атмосферного повітря неоднакова, але найбільших неприємностей завдає автомобільний транспорт (табл.11.7).

Основним напрямом захисту повітряного басейну від забруднення шкідливими речовинами слід вважати створення нових безвідходних технологій із замкнутими циклами виробництва та комплексним використанням сировини. Річ у тому, що використання технологічних процесів з відкритим циклом виробництва, коли відхідні гази перед викидом в атмосферу піддаються очистці з допомогою скрубєрів, фільтрів тощо є малоефективним і дорогим. Лише в окремих випадках, як свідчить практика, вартість вилучених із відходів газів може покрити видатки на будівництво і експлуатацію очисних споруд. На рис. 11.3 зображена схема заходів з охорони атмосферного повітря.

## Частка продуктів спалювання у забрудненні атмосферного повітря, %

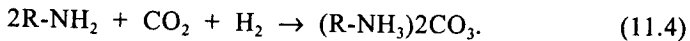
Джерело забруднення	Країни		
	США	Англія	Франція (м. Париж)
Автомобільний транспорт	60,6	33,5	32
Промисловість і енергетичні підприємства	30,3	36,0	28
Опалювальні та інші системи	9,1	30,5	4

Для оздоровлення атмосферного повітря використовують *фізико-хімічні, біологічні та механічні методи*.

До фізико-хімічних методів очистки атмосфери від газоподібних забруднювачів належать: *абсорбційні, хемосорбційні, адсорбційні, термічні, каталітичні та біологічні* (рис. 11.4).

*Абсорбційний метод* передбачає поділ газоповітряної суміші на складові частини внаслідок поглинання одного або кількох газових компонентів (абсорбатів) цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину. Розчинений у рідині абсорбат внаслідок дифузії проникає у внутрішні шари абсорбенту. Процес абсорбції визначається величиною поверхні поділу фаз, турбулентністю потоків та коефіцієнтом дифузії.

Наприклад, хоч абсорбція  $\text{CO}_2$  водою є простим і дешевим методом, проте ефективність очистки досить низька, оскільки максимальна поглинальна здатність води – 8 кг  $\text{CO}_2$  на 100 кг води. Більш ефективним є поглинання  $\text{CO}_2$  розчинами етанол-амінів, яке відбувається в процесі реакції:



В якості поглинача зазвичай використовують моноетаноламін. Добрим поглиначем  $\text{CO}_2$  холодний метанол  $\text{CH}_3\text{OH}$  (при  $-35^\circ\text{C}$ ). На підводних човнах і космічних кораблях як сучасних ізольованих екосистемах, для вилучення  $\text{CO}_2$  із природного газу й усунення продуктів життєдіяльності (волога і  $\text{CO}_2$ ) використовують цеоліти  $\text{CaA}$  (молекулярні сита типу  $\text{CaO}$ ).

При виборі абсорбенту береться до уваги розчинність у ньому видобувного компонента та її залежність від температури і тиску.

Процес абсорбції часто називають ще скруберним процесом, де рушійною силою є градієнт концентрації на межі фаз газ – рідина, а також явища турбулентності та дифузії.

На рис. 11.4 показана загальна будова протипотокової башти. Забруднене повітря потрапляє в нижню частину башти, а очищене

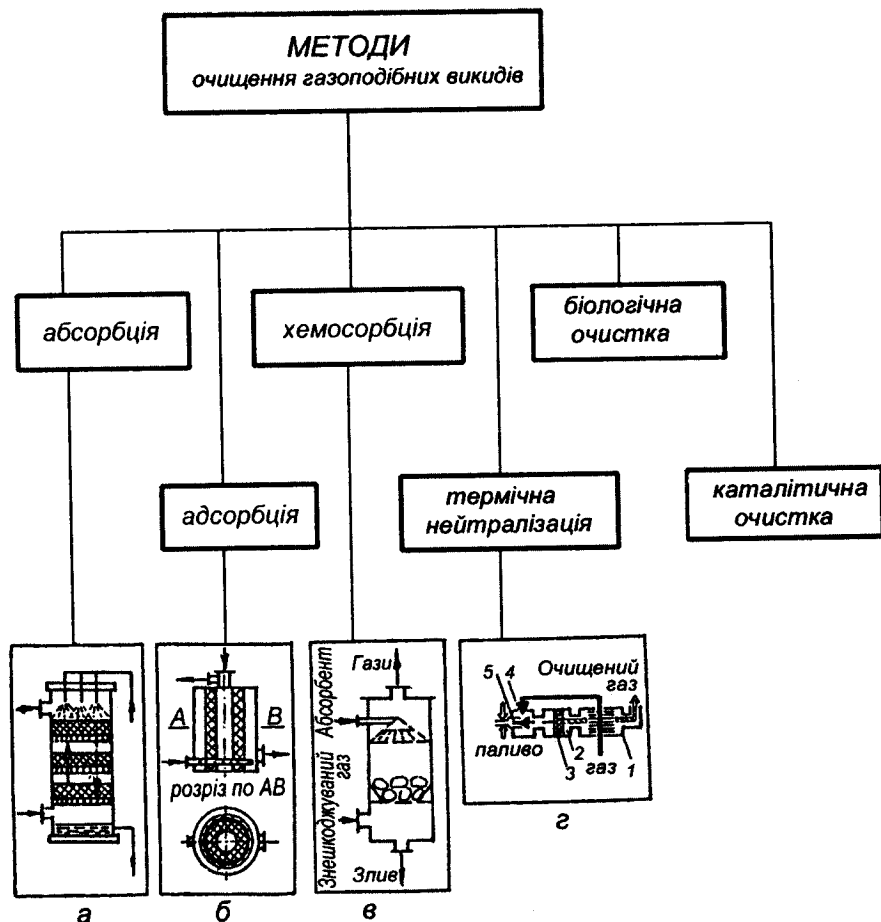


Рис.11.4. Методи очищення газоподібних викидів:

- а* – загальна будова протипотокової башти; *б* – конструкція адсорбера;
- в* – принципова схема скрубера з рухомою насадкою; *г* – схема каталітичного реактора, призначеного для окисації толуолу, який знаходиться в газоповітряних викидах цехів фарбування: 1 – рекуператор; 2 – контактний пристрій; 3 – каталізатор; 4 – підігрівник; 5 – горілка

покидає її через верх, куди за допомогою розприскувачів уводять чистий поглинач, а знизу відбирають відпрацьований розчин. Очищене повітря викидають в атмосферу. Абсорбент піддають регенерації або виводять як відпрацьований продукт.

Метод *хемосорбції* базується на поглинанні газів і пари твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетких чи малорозчинних сполук. Цей метод широко використовують для очистки викидів окислів азоту, наприклад із гальванічних ванн за допомогою вапняного розчину.

Більшість реакцій, що відбуваються у процесі хемосорбції, є екзотермічними та зворотними у зв'язку з чим при підвищенні температури розчину утворюється хімічна сполука, яка розкладається з виділенням елементів. На цьому принципі й базується механізм хемосорбенту.

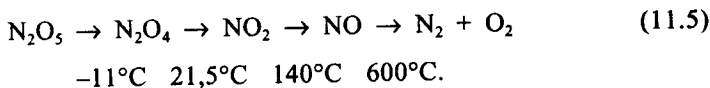
У скруберах з рухомою насадкою у верхній частині міститься зрошувач, під яким встановлені обмежувальні решітки, а між ними рухома насадка. До нижньої решітки прикріплено конусний кільцевий елемент, який поділяє простір на кільцеву та центральну зони. Очищений газ подається в скрубєр під опорну решітку і ділить на центральний і кільцевий потоки. Останній стискається, збільшує свою швидкість і переходить у центральний потік. Насадка здійснює пульсаційний рух, турбулізує фази, забезпечуючи високу ефективність обробки газу рідиною.

В основі методу *адсорбції* лежить властивість деяких твердих тіл з ультрамікроскопічною структурою селективно витягувати та концентрувати на своїй поверхні окремі компоненти газової суміші. Поверхневе поглинання забруднювача у пористих тілах з капілярною структурою доповнюється капілярною конденсацією. Відомі технології адсорбції окисидів азоту твердими сорбентами (активоване вугілля, торф, цеоліти, силікати тощо). Для потреб адсорбції здебільшого застосовують речовини, що мають велику площу поверхні на одиницю маси. Питома площа поверхні згаданого активованого вугілля становить 105 – 106 м<sup>2</sup>/кг.

Одним із основних параметрів адсорбентів є здатність адсорбувати видобувний компонент. Конструктивно адсорбери виконують у вигляді вертикальних, горизонтальних та кільцевих місткостей, заповнених пористим адсорбентом. Газ фільтрується через рухомий або нерухомий шар адсорбенту.

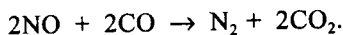
Відновні *каталітичні методи* базуються на відновленні, наприклад, окисидів азоту, до нейтральних продуктів у присутності каталізаторів

або під дією високих температур у присутності відновника. Процес відновлення виглядає таким чином:



Як бачимо, оксиди азоту до нейтральних сполук ( $2\text{NO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$ ) розкладаються у потоці низькотемпературної плазми. Цей процес при більш низьких температурах у присутності каталізатора відбувається у двигунах внутрішнього згорання. Присутність відновників у зоні реакції (вугілля, графіту, коксу) також сприяє зниженню температури реакції відновлення. При температурі 1000°C ступінь розкладу NO в реакції  $\text{C} + \text{NO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2$  становить 100%.

*Каталітичний метод* очистки використовують для нейтралізації вихлопних газів. При температурі вихлопних газів автомобіля у двигуні внутрішнього згорання можлива реакція:



Метод термічної нейтралізації оснований на здатності горючих токсичних компонентів оксидуватися до менш токсичних за умов наявного тепла та високої температури газової суміші.

Цей метод застосовують тоді, коли обсяги викидів значні, а концентрація забруднюючих речовин перевищує 300 млн. Промисловість також випускає очисні установки невеликих габаритів. Якщо гази, які виділяються, забезпечують підведення значної частини енергії, то використовують пряме спалювання.

У біологічних методах газоочистки використовують здатність мікроорганізмів руйнувати та перетворювати різні сполуки (наприклад при нанесенні лакових покриттів, у ливарних цехах тощо). Технологія очистки полягає у пропусканні забруднених газів через біофільтри і біоскрубери, де у ролі абсорбенту виступає водяна суспензія активного намулу й шкідливі речовини розщеплюються мікроорганізмами.

Важливим для оздоровлення атмосферного басейну є зниження токсичності викидів енергетичних і транспортних установок. Однією із найдорожчих і в той же час надзвичайно необхідних є очистка газів від  $\text{SO}_2$ . ТЕЦ потужністю 1 млн кВт, яка працює на кам'яному вугіллі, викидає в атмосферу 11 тис. т  $\text{SO}_2$ , а на газі – 20 % цієї кількості. Очищення димових газів електростанції обходиться Росії приблизно в 300 – 400 тис. руб. за 1 кВт в рік. На зниження частки сірки у нафтопродуктах на 0,5 % затрачаються 30 тис. руб на 1 т.



Методи вловлювання  $\text{SO}_2$  поділяють на *аміачні, хемосорбції, нейтралізації і каталітичні*. Ефективність очистки залежить від численних факторів: парціального тиску  $\text{SO}_2$  і  $\text{O}_2$  у газовій суміші, що очищується; температури газів, які відходять; наявності та властивостей твердих і газоподібних компонентів; обсягів газів, що піддаються очищенню; наявності та доступності хемосорбентів, потреби в продуктах утилізації  $\text{SO}_2$ , необхідного ступеню очистки газу.

Значного зниження токсичності вихлопів автомобілів можна досягти, використовуючи нейтралізатори відпрацьованих газів – додаткові пристрої, які вводять у випускну систему двигуна. Поширені рідинні, каталітичні, термічні та комбіновані нейтралізатори.

*Очистка газів від завислих частинок*, в т.ч. від пилу здійснюється такими методами:

- гравітаційного осідання;
- інерційним (центрофугування);
- електростатичного осідання;
- прямого захисту;
- акустичної коагуляції;
- дифузії.

Великої шкоди навколишньому природному середовищу завдає промисловий пил. *Промисловий пил* – це завислі у газовому середовищі частинки, що утворюються внаслідок механічного подрібнення твердих матеріалів у порошкоподібний стан. Взагалі пил – це полідисперсна система з розміром частинок в межах  $10^{-7} - 10^{-4}$  м. Концентрація пилу (запиленість) виражається кількістю частинок або ж їх загальною масою в одиниці об'єму газу (повітря).

Пил, що наявний у повітрі в зрівноваженому стані, дещо подібний до промислових аерозолів, до яких також належать пил-дим і пил-туман. Розмір частинок у димі становить від 0,5 до 1 мкм. У туманах зрівноважені частинки є краплинками рідини, в яких можуть перебувати розчинні речовини або суспензійні тверді частинки. Утворенням туманів, наприклад, супроводжуються процеси пневматичного фарбування виробів.

Пил характеризується передусім такими важливим показником як медіальний розмір частинок ( $dm$ ), тобто такий розмір, при якому маса частинок, крупніших за  $dm$ , дорівнює масі частинок, дрібніших від  $dm$ . Встановлення розмірів пилюнок дає змогу диференціювати пил за фракціями.

Для вибору методів і засобів захисту атмосфери від забруднення важливо знати й такі характеристики пилу: походження, особливості поверхні, електростатичний заряд, вологість і хімічні властивості.

Для правильного вибору типу пиловловлювального апарату важливо також знати дисперсний склад пилу і туману. Дисперсний склад пилу переважно подають у вигляді залежності фракцій частинок від їх розміру. Під фракцією розуміють масові частки частинок, які містяться в певному інтервалі розмірів частинок.

За дисперсністю пил поділяють на п'ять груп:

I – надзвичайно крупнодисперсний пил,  $d_{50} = 140$  мкм;

II – крупнодисперсний пил,  $d_{50} = 40 - 140$  мкм;

III – середньодисперсний пил,  $d_{50} = 10 - 40$  мкм;

IV – дрібнодисперсний пил,  $d_{50} = 1 - 10$  мкм;

V – надзвичайно дрібнодисперсна,  $d_{50} < 1$  мкм.

$d_{50}$  – це медіанний розмір частинок, коли частки частинок розміром більше та менше  $d_{50}$  однакові.

Густина пилу може бути справжньою (дрібною), уявною та насипною. Уявна густина частинки – це відношення її маси до об'єму. Для суцільних (непористих) частинок значення уявної густини чисельно збігається з дійсною густиною. Насипна густина пилу, який пролежав певний час, приблизно у 1,2 – 1,5 рази перевищує густину щойно насипаного.

Частинки пилу залежно від їхніх адгозійних властивостей проявляють здатність до злипання, що доводиться враховувати при забрудненні окремих елементів пиловловлювача. Наприклад пил IV і V груп (дрібнодисперсний і надзвичайно дрібнодисперсний) завжди злипається, особливо при зволоженні. Змочуваність частинок впливає на роботу мокрих пиловловлювачів, а електрична зарядженість частинок – на їх поведінку в пиловловлювачах і газоходах.

Основними показниками ефективності пиловловлювача є продуктивність і енергомісткість, яку визначають величиною затрат енергії на очистку  $1\ 000\ \text{м}^3$  повітря.

Таблиця 11.8

Класи пиловловлювання

Клас пиловловлювання	Розміри вловлюваних частинок, мм	Група пилу за дисперсністю	Ефективність пиловловлювання
I	понад 6,3	V	0,80 – 0,99
II	понад 2	IV	0,45 – 0,92
III	понад 4	III	0,80 – 0,99
IV	понад 8	II	0,95 – 0,99
V	понад 20	I	0,99

## Характеристика основних видів пиловловлювачів

Вид пиловловлювачів	Тип пиловловлювача	Клас пиловловлювача за ефективністю	Область доцільності застосування пиловловлювача					Опір повітря, Па
			класифікації груп за дисперсністю					
			I	II	III	IV	V	
Гравітаційні	Пилоосадні камери	V						100-200
Інерційні	Циклони великої пропускної здатності: -поодинокі (ЦН-15; ЦН-24)	V						400-600
	-групові (ЦН-15)	V						500-700
	Циклони великої ефективності (поодинокі)	IV						1200-2000
	Мокооплакові циклонни (ЦВП; ПСП)	IV						600-1000
	Циклони промивальники (СИОТ)	III						600-1500
	Струменеві мокрі пиловловлювачі типу ПВМ	III						800-1200
		II						1500-4000
	Крапельні пиловловлювачі типу Вентурі	II						2000-3000
Тканинні	Рукавні пиловловлювачі(СМЦ 101; ГЦ-БФМ; ФПК)	II						1200-2000
	Сітчасті пиловловлювачі	V						100-400
Волокнисті	Вловлювачі аерозолей, кислот, лугів ФВГ-Т	II						500
Електричні	Вловлювачі аерозолей, масел, олійних діелектричних рідин УПП	II						50-100

Для очистки повітря від твердих і рідких домішок застосовують пиловловлювачі п'яти класів (табл. 11.8).

У табл. 11.9 наведено характеристику пиловловлювачів, рекомендованих для очищення вентиляційних викидів пилу.

Розглянемо апарати сухого очищення.

*Гравітаційні пиловловлювачі* вважаються найпростішими та найдешевшими очисними пристроями. Запилене повітря подається через вхідний патрубок, де зустрівши перепону, зменшує швидкість. Значна частина пилу під силою тяжіння осідає у бункері, а очищене повітря виходить назовні через патрубок.

Гравітаційні камери використовують в основному для осаджування крупнодисперсного та середньодисперсного пилу. Частинки менших фракцій практично не осідають у камерах. Ефективність осідання частинок у діапазоні 10 – 100 мкм не перевищує 40 %.

Швидкість осідання крупнодисперсних частинок (мс) можна визначити за формулою:

$$V = 0,14 \sqrt{\frac{\rho_{\text{чп}}}{\left(0,02 + \frac{k}{h}\right) \rho_{\text{п}}}}, \quad (11.6)$$

де  $\rho_{\text{чп}}$  – густина частинок пилу, мг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{п}}$  – густина повітря, мг/м<sup>3</sup>;  $k$  – коефіцієнт, що залежить від форми частинок: при квадратному перерізі  $k = 1,1$ , при прямокутному – 0,9;  $h$  – товщина частинок, мм.

*Інерційні пиловловлювачі* відомі під назвою циклони (центрифуги). У промисловості використовують циліндричні (ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24, ЦН-2) та конічні циклони (СК-ЦН-34, СК-ЦН-34-М, СДК-ЦН-33). Для очищення значних мас повітря застосовують батарейні циклони (БЦ-2, ЦРБ-150-У та ін.), які складаються з декількох циклонних елементів малого діаметра, об'єднаних в один корпус.

Принцип роботи циклону полягає в наступному. Потік повітря вводить в циклон через вхідний патрубок, по дотичній до внутрішньої поверхні корпусу, здійснюючи там обертально-поступальний рух уздовж корпусу до бункера. Під дією відцентрової сили частинки пилу на стінці циклона утворюють пиловий шар, який разом з частиною повітря потрапляє у бункер. Відокремлення частинок пилу від повітря відбувається при повороті повітряного потоку в бункері на 180°.

Звільнившись від пилу, повітряний потік утворює вихор і виходить із бункера, даючи початок вихору, який залишає циклон через вихідну трубу. Для забезпечення нормальної роботи циклону необхідна герме-

тичність бункера, інакше пил з потоком повітря буде виходити через вихідну трубу.

Бункери циклонів мають циліндричну форму. Діаметр бункера становить  $1,5 D$  – для циліндричних і  $1,1 - 1,2 D$  – для конічних циклонів ( $D$  – внутрішній діаметр циклона). Висота циліндричної частини бункера  $0,8 D$ .

Коефіцієнт корисної дії циклонів залежить від концентрації та розмірів частинок пилу. Середня ефективність очищення повітря становить 98 % при розмірі частинок 30 – 40 мкм, 80 % – при 10 мкм і 60 % – при 4 – 5 мкм.

У промисловості часто використовують ротаційні, протипотоково-ротаційні та радіальні пиловловлювачі.

*Метод електростатичного осідання* полягає у використанні ударної іонізації повітря в зоні коронуючого розряду, передачі заряду іонів частинками пилу, осіданні їх на осаджувальних та коронуючих електродах. Електричні пиловловлювачі складаються з вхідного патрубку, осаджувального та коронуючого електродів, вихідного патрубку і бункера. Основними силами, що зумовлюють рух частинок пилу до осаджувального електрода є аеродинамічні потоки, а також сили тяжіння та сили тиску електричного вітру. Електроди пиловловлювача періодично очищаються струшувальним механізмом.

*Метод прямого захоплення* використаний у *тканинних пиловловлювачах*, які характеризуються високою ефективністю очищення повітря від пилу (98% і вище). Ці пиловловлювачі застосовують для середнього й тонкого одноступеневого очищення повітря від дрібного сухого пилу (при початковій запиленості понад  $200 \text{ мг/м}^3$ ). За дуже високого рівня запиленості (понад  $5000 \text{ мг/м}^3$ ) пиловловлювачі цього типу використовують для вторинного ступеня очищення.

Тканинний пиловловлювач складається з розбірного металевго корпуса, розділеного вертикальними перегородками на декілька секцій, в кожній з яких встановлені циліндричні рукави-фільтри з сукна, вельвету чи фланелі. Пил захоплюється та осаджується внутрішньою поверхнею рукавів, звідки попадає в бункер.

*Метод акустичної коагуляції* базується на збільшенні розмірів і маси частинок пилу під дією ультразвукових коливань. Він дає змогу забезпечити очищення забрудненого повітря від дуже дрібних частинок пилу розміром менше 1 мкм, які практично не очищуються вже згаданими пилоочисними пристроями.

Принцип роботи ультразвукового пиловловлювача полягає в наступному. Забруднене пилом повітря подається через вихідний канал агломераційної башти, де під впливом звукових хвиль, що випромінюються ультразвуковим генератором, пилинки починають коливатися. Амплітуда та швидкість поширення пилинок залежить від їх маси і розмірів. Набравши досить високих відносних швидкостей, надзвичайно дрібні частинки стикаються з іншими пилинками, злипаються (явище коагуляції), утворюючи більш крупні, які осідають у пиловловлювачі.

Ступінь очищення повітря ультразвуковими очищувачами при дії ультразвуку 3 – 5 с досягає 90 %.

Для очищення повітря від дрібнодисперсного пилу ( $dr \geq 0,3 - 1,0$  мкм) та пилу гарячих і вибухових газів використовують *апарати мокрої очистки*, які працюють за принципом осідання частинок пилу на поверхню крапель або на плівку рідини під впливом сил інерції та броунівського руху. Крім того, на процес осідання частинок впливають турбулентна дифузія, взаємодія електрично заряджених частинок, процеси конденсації та випаровування тощо. Найважливішим фактором пиловловлювання є змочуваність частинок рідиною: чим більша змочуваність – тим ефективніший процес очищення.

Щоправда, мокрі пиловловлювачі мають деякі недоліки, що обмежують їх використання. Насамперед це утворення шламу, яке потребує систем для його переробки. Крім того, необхідні оборотні системи подачі води в пиловловлювачі.

За конструктивною структурою мокрі пиловловлювачі поділяють на декілька груп :

- а) скрубери Вентурі;
- б) форсункові скрубери;
- в) відцентрові скрубери;
- г) апарати ударно-інерційного типу;
- д) барбодинно-пінні апарати.

Найпоширеніші на виробництві скрубери Вентурі. Серцевиною цього апарату є сопло Вентурі, у конфузорну частину якого вводиться потік запиленого повітря (газу), а через відцентрові форсунки – рідина для зрошування. У конфузорній частині сопла газ розганяється від вхідної швидкості (15 – 20 м/с) до швидкості у вузькому перерізі сопла 30 – 200 м/с і більше. Процес осідання частинок пилу на краплини рідини зумовлений масою рідини, розвиненою поверхнею крапель та високою відносною швидкістю частинок рідини й пилу в конфузорній

частині сопла, де газовий потік гальмується до швидкості 15 – 20 м/с і подається в краплевловлювач.

Скрубери Вентурі найбільш ефективно очищають аерозоль з середнім розміром частинок 1 – 2 мкм при початковій концентрації домішок до 100 г/м<sup>3</sup>, причому питома витрата води для зрошування становить 0,1 – 6,0 л/м<sup>2</sup>. Цей тип скрубєрів використовують для об'єму викинутого газу 80000 м<sup>3</sup>/год. Застосовують його також для очистки газу від туману, де ефективність становить 99 %. Різновидом апаратів є форсункові скрубєри.

Для мокрої очистки нетоксичних і невибухонебезпечних газів від пилу застосовують відцентрові скрубєри батареїного типу, в яких частинки пилу відкладаються на плівку рідини відцентровими силами, що виникають під час обертання газового потоку за рахунок тангенційного розміщення вхідного патрубку в корпусі апарата. Ефективність роботи скрубєра залежить в основному від діаметра корпусу апарата, швидкості газу у вхідному патрубку та дисперсності пилу. Зі збільшенням діаметра скрубєра ефективність очистки зменшується, а зі зростанням його висоти – підвищується.

*Ударно-інерційні апарати* працюють за принципом осаджування частинок пилу на поверхню рідини при повертанні пилогазового потоку на 180°, який рухається зі швидкістю 50 м/с. Зважені в газі частинки після виходу із сопла за рахунок сил інерції не встигають за лініями потоку і залишаються на поверхні рідини. Найвища ефективність апаратів при вловлюванні пилюнок розміром понад 20 мкм. Порівняно з іншими апаратами вони потребують невеликої кількості води.

У *барботажно-пінних апаратах* забруднений газ надходить під решітку, проходить її отвори і, барботуючи через шар рідини та піни, очищується від частинок пилу внаслідок їх осадження на внутрішній поверхні бульбашок. Ефективність очистки апаратів близько 96 %.

Для очищення повітря від туману, кислот, лугів, мастил та інших рідин використовують волокнисті фільтри, принцип дії яких базується на осіданні краплин на поверхні пор з наступним стіканням під впливом сил тяжіння.

На жаль, не всі види виробництва працюють за умов безвідходної технології і не для всіх викидів розроблені способи очистки; в деяких випадках це потребує великих затрат. Ще немає рентабельного способу очистки від сірчистого ангідриду й окислів азоту, які викидаються разом з димовими газами теплових електростанцій. Розсіюючи їх в

атмосферному повітрі, намагаються підняти на велику висоту, при цьому шкідливі речовини, які викидаються, досягнувши приземного простору, *розсіюються і їхня концентрація знижується до гранично допустимих*. Деякі шкідливі речовини на великій висоті переходять в інший стан (конденсуються, вступають в реакцію з іншими речовинами тощо), а також, наприклад, ртуть, випадаючи на землю, осаджуються на поверхні землі та будівлях і при підвищенні температури знову випаровуються у повітря. Найбільш поширене відведення забруднюючих речовин на велику висоту за допомогою труб (деколи заввишки 350 м і більше).

У СН 369-74 наведені дані для розрахунку відстані від джерела виділення шкідливих речовин до місця з максимальною концентрацією в приземному шарі холодних викидів із аераційного ліхтаря та з групи джерел, розсіювання викидів з розрахунком шкідливої дії кількох інгредієнтів, фонові концентрації шкідливих речовин в атмосфері та врахування її під час розрахунку розсіювання викидів, а також дані для визначення меж санітарно-захисної зони промислового підприємства.

Основними показниками, які визначають концентрацію забрудненості речовин у приземному просторі, є їх кількість, що наявна у викидах, та висота викиду.

Для відведення викидів на велику висоту використовують не тільки високі труби, але й так звані факельні викиди. Це конічні насадки на вихлопному отворі, через який забруднені гази викидаються вентилятором з великою швидкістю (20 – 30 м/с). Використання факельних викидів забезпечує менші одноразові затрати, але збільшує витрати електроенергії.

Відведення шкідливих речовин на велику висоту за допомогою високих труб і факельних викидів не зменшує забруднення навколишнього середовища (повітряного, ґрунтового та гідросфери), а приводить лиш до їхнього розсіювання. При цьому концентрація шкідливих речовин у повітряному середовищі недалеко від місця їх викиду може виявитися меншою, ніж на віддаленій території.

Для зменшення концентрації шкідливих речовин сельбищної території, яка оточує промислові підприємства, встановлюють *санітарно-захисні зони*. Вони призначені також для захисту населення від сильнопахнучих речовин, підвищеного рівня шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних хвиль, радіочастот, статичного електричного струму та іонізуючих випромінювань тощо.



## 11.6. Забруднення гідросфери стічними водами

Водну оболонку Землі називають *гідросферою*. Вона є складовою біосфери і бере активну участь у великому геологічному і малому біогеологічному колообігах речовини й енергії. *Гідросфера* – це сукупність океанів, морів, озер, ставів, боліт, текучих та підземних вод і становить лише 0,25 % маси планети. Прісна вода, яку вважають символом здоров'я (всі метаболічні процеси у живих організмах відбуваються з участю води), становить всього 2 % від усієї планетарної води. Проте людству сьогодні доступний лише 1 % цієї води, а саме вода рік, прісноводних озер, підземних джерел. Вода перебуває в трьох агрегатних станах – твердому, рідкому та газоподібному.

Щоб зрозуміти вселюдську турботу про чистоту вод, слід задуматися над тим, що людина може прожити без води не більше 8 діб (настає обезводнення організму). Річне споживання води однією людиною лише для пиття та харчування становить близько 1 т.

Проте не людина є головним споживачем води, а її виробнича діяльність. Найбільше прісну воду використовують у сільськогосподарстві, яке на вирощування, наприклад, однієї тонни пшениці витрачає 1500 т води, рису – 7000 т, бавовни – 10000 т. Чимало води споживає промисловість: на виробництво 1 т чавуну використовується 50 – 150 т, 1 т пластмаси – 500 – 1000 т, 1 т цементу – 450 т, 1 т паперу – 100000 т, на електростанціях потужністю 300 тис кВт розхід води становить 300 млн т/рік.

Україна багата поверхневими водами. На півдні вона омивається Чорним, Азовським морями. Річкова мережа в основному належить до басейнів Чорного та Азовського морів і частково (близько 4 %) до басейну Балтійського моря. Складається вона з річкових систем Дніпра, Дунаю, Південного Бугу, Сіверського Дінця, Західного Бугу. До гірського типу належать річки, що беруть початок у Карпатах (притоки Тиси, верхів'я Дністра, Пруту, Серету) та Кримських гір. В Україні налічується близько 2938 річок, їх сумарна довжина становить 90376 км. Крім цього на території України налічується понад 30000 озер із загальною площею водної поверхні 2 тис. км<sup>2</sup>, є багато (22 тис.) штучних озер, водосховищ і ставів загальною площею 7000 км<sup>2</sup>. Лише Кременчуцьке водосховище займає площу 2250 км<sup>2</sup>.

Водні екосистеми України постійно перебувають під загрозою забруднення промисловими і побутовими викидами та загрози т. зв. галопуючої евтрофікації (загнивання вод). Забруднюються також ґрунтові води, які задовольняють потреби у питній воді близько 80 % населення сіл і селищ міського типу.

**Концентрація деяких потенційно небезпечних металів  
у прісній та морській воді, мг/м<sup>3</sup>**

Метал	Прісна вода	Морська вода	Метал	Прісна вода	Морська вода
<b>Li</b>	2	180	<b>Sr</b>	70	8000
<b>Be</b>	0,3	0,006	<b>Mo</b>	0,5	10
<b>Al</b>	300	2	<b>Ag</b>	0,3	0,04
<b>V</b>	0,5	2,5	<b>Cd</b>	0,1	0,01
<b>Cr</b>	1	0,3	<b>Sn</b>	0,009	0,004
<b>Mn</b>	8	0,2	<b>Sb</b>	0,2	0,2
<b>Co</b>	0,2	0,02	<b>Cs</b>	0,02	0,3
<b>Ni</b>	0,5	0,6	<b>Hg</b>	0,1	0,03
<b>Cu</b>	3	0,3	<b>Pb</b>	3	0,03
<b>Zn</b>	15	5	<b>U</b>	0,4	3

Проблема забруднення водойм є передусім екологічною. Річ у тому, що озера і ставки – це складні екологічні системи, які формувалися тривалий час як рівноважні. Цю динамічну екологічну рівновагу порушують шкідливі добавки, які потрапляють до води з промисловими та побутовими викидами (табл. 11.10).

Якість поверхневих вод регламентується санітарними правилами і нормами, згідно з якими встановлено дві категорії водойм: I – води питного та культурно-побутового призначення; II – водорибо-господарського призначення. Нормування першої категорії здійснюється в радіусі (або на відстані) 1 км від пункту водокористування, а для другої категорії – у місці витоку стічних вод, але не далі як 500 м від нього. Гранично допустимі концентрації речовин, які забруднюють поверхневі води, наведені в табл. 11.11.

*Джерела забруднення вод* багаточисельні та різноманітні. Часто водоймам найбільше загрожують нафтові масла. Це надзвичайно стійкі забруднювачі, які можуть поширюватися на відстань понад 300 км від джерела. Легкі фракції нафти, плаваючи на поверхні, утворюють плівку, яка ізолює й ускладнює газообмін. Причому одна крапля нафтової олії утворює, розтікаючись на поверхні, пляму діаметром 30 – 150 см, а 1 т – близько 12 км<sup>2</sup> нафтової плівки. Товщина плівки змінюється від

**Гранично допустимі концентрації речовин,  
які забруднюють поверхневі води**

Речовина	ГДК у воді за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості	Клас небезпеки
Акриламід	0,01	2
Алюміній	0,5	2
Анілін	0,1	2
Ацетонціангідин	0,001	2
Барій	0,1	2
Бензол	0,5	2
Бенз(а)пірен	0,000005	1
Берилій	0,0002	1
Бор	0,5	2
Бром	0,2	2
Вісмут	0,1	2
Вольфрам	0,05	2
Гексаметилендіамін	0,01	2
ДДТ	0,1	2
Диметиламін	0,1	2
Диметилдіоксан	0,005	2
2,5-дихлордіоксан	0,1	2
Дихлоретан	0,02	2
Дихлоретилен	0,0006	1
Дизетилртуть	0,0001	1
Кадмій	0,001	2
Кобальт	1,0	2
Літій	0,003	2
Нітрати	10,0	2
Пентахлорбіфеніл	0,01	1
Піридин	0,2	2
Ртуть	0,0005	1
Свинець	0,03	2
Стронцій	7,0	2
Сурма	0,05	2
Талій	0,0001	1
Тетрахлорбензол	0,02	2
Тетрахлоретилен	0,02	2
Тетраетилсвинець	відсутній	1
Трикрезинфосфат	0,005	2
Трихлорбіфеніл	0,001	1
Фтор	1,5	2
Хлороформ	0,06	2
Чотирьоххлористий вуглець	0,006	2
Етилмеркурхлорид	0,0001	1

частки мікрона до 2 см. Вона характеризується великою рухливістю, стійкістю до окислення. Середні її фракції утворюють зважену водну емульсію, важкі (мазут) осідають на дно водойми, викликаючи токсичне ураження природної фауни.

Надзвичайно шкідливими забруднювачами є стічні води целюлозно-паперових підприємств, які поділяють на волокно- та каоліновмісні, лужновмісні, кислі (з неприємним запахом), хлоровмісні, шламо- і золувмісні, чисті та дощові.

Особливо велику шкоду поверхневим водам приносять стічні води хімічних, а також комунальних підприємств. Стоки ТЕЦ, які звичайно підігріті до 8 – 10 °С порівняно з водою природних водойм, зумовлюють посилений розвиток фітопланктону та цвітіння води.

На превеликий жаль, темпи міського і промислового будівництва випереджають будівництво очисних споруд. Становище ускладнилось тим, що у другій половині ХХ ст. у стічних водах різко збільшився вміст біологічно-активних і стійких домішок у вигляді детергентів – нових видів мийних засобів, які здатні створювати на поверхні водойм стійку піну. Багато детергентів дуже отруйні для риб, водоростей та інших організмів.

У процесі виробництва барвників, вибухових речовин, лікарських препаратів, штучних волокон, каучуку тощо, у стічні води потрапляє велика кількість різноманітних за складом і властивостями органічних речовин, в тому числі й таких, які ніколи не існували у природі.

Термічна обробка кам'яного вугілля, торфу та деревини з метою одержання коксу, газу і побічних продуктів супроводжується викидом у стічні води багатьох органічних речовин і отруйних мінеральних сполук. Такі води називають фенольними, оскільки вони містять надзвичайно шкідливі сполуки фенолу.

Найбільшою загрозою для життя водойм і людей є *радіоактивні забруднення*. Їх джерела – випробування термоядерної зброї під водою, заводи з очистки уранової руди та переробки ядерного пального для реакторів атомних електростанцій, місця, де наявні радіоактивні відходи.

Забруднення стічних вод поділяють в основному на дві групи: мінеральні й органічні, в тому числі *біологічні та бактеріальні*.

До *мінеральних забруднювачів* належать стічні води металургійних і машинобудівних підприємств, відходи нафтової, нафтопереробної і гірничодобувної промисловості. Ці забруднення містять пісок, глинисті та рудні включення, шлак, розчини мінеральних солей, кислот, лугів, олій тощо.

*Органічні забруднення* спричиняють фекально-господарські стоки, води різниць, відходи шкіряних, паперово-целюлозних, пивоварних та інших виробництв.

Органічні забруднення бувають *рослинного* і *тваринного* походження. До рослинних належать рештки паперу, рослинні олії, рештки плодів, овочів тощо. До забруднювачів тваринного походження, які характеризуються значним вмістом азоту, належать фізіологічні виділення людей, тварин, рештки жирових і мускульних тканин, клейові речовини тощо.

*Бактеріальними* і *біологічними забруднювачами* є різні мікроорганізми: дріжджові та плісняві гриби, дрібні водорості, бактерії, в тому числі й збудники тифу, паратифу, дизентерії, а також яйця гельмінтів, які надходять з виділенням людей і тварин.

Бактеріальна забрудненість стічних вод характеризуються величиною колі-титру, тобто найменшим об'ємом води у міліметрах, в якому міститься одна кишкова паличка (бактерія "колі"). Наприклад, якщо колі-титр дорівнює 10, то це означає, що в 10 мл знайдена одна кишкова паличка.

Забруднення стічних вод здебільшого містить 42 % мінеральних речовин і до 58 % – органічних.

Одною з найважливіших характеристик, коли йде мова про забруднення стічних вод, є *концентрація забруднення*, тобто кількість забруднень в одиниці об'єму води (мл/л або мг/м<sup>3</sup>).

Для оцінки дійсного стану стічних вод нормується вміст плаваючих домішок, запах, присмак, колір і температура води, значення рН, склад і концентрація мінеральних домішок, біологічна потреба води в кисню, ГДК отруйних і хвороботворних бактерій.

Шкідливі та отруйні речовини нормують за принципом *лімітуючого показника шкідливості* (ЛПШ), під яким розуміють найбільш ймовірний вплив кожної речовини. При нормуванні якості води у водоймах першої категорії – використовують три види ЛПШ: санітарно-токсикологічний, загально-санітарний та органолептичний. Для водойм II категорії використовують додатково токсикологічний і рибогосподарський ЛПШ.

Санітарний стан водойми відповідає вимогам норми, якщо задовольняється умова:

$$\sum_{i=1}^{B(3)} C_m^i / ГДК_i \leq 1, \quad (11.10)$$

де  $C_m^i$  концентрація речовини  $i$ -го ЛПШ в розрахунковій точці; ГДК – гранично допустима концентрація  $i$ -ї речовини.

Санітарні правила і норми забороняють скидати у водойми неочищені стічні води.

Кількість і якість промислових стічних вод залежить від:

- виду сировини та продукції, що її випускає підприємство;
- виробничої потужності підприємства;
- норм водоспоживання;
- досконалості технологічного процесу;
- повноти утилізації відходів виробництва;
- виду застосування обладнання тощо.

Стічні води промислових підприємств бувають трьох видів: виробничі (ті, що використовуються у виробництві), побутові (стоки душових, пралень, бань, їдалень, туалетів, які розміщені на території підприємства) й атмосферні (дошові та від талого снігу).

Очищення виробничих стічних вод може здійснюватись одним з наступних способів:

- очищення на заводських очисних спорудах;

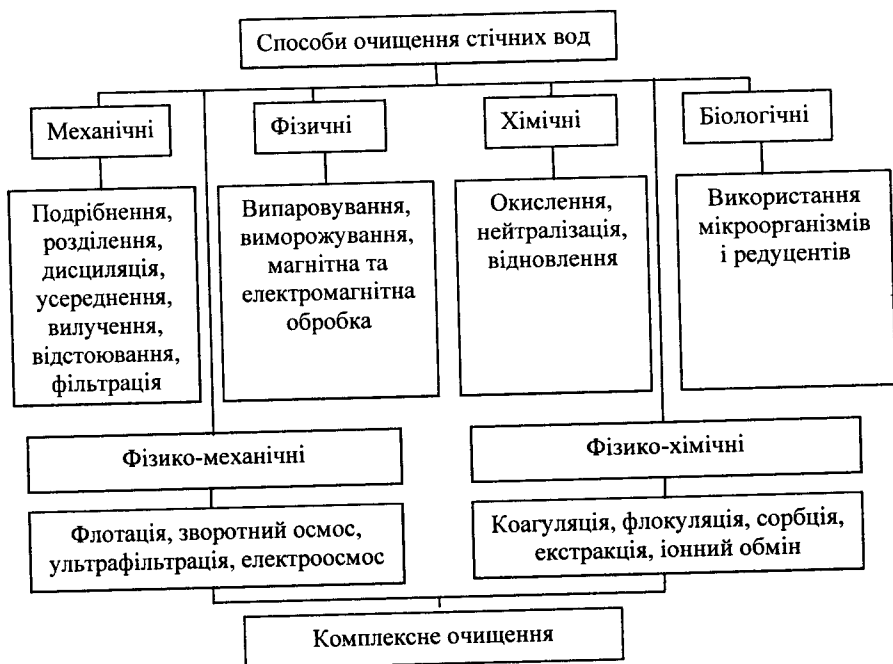


Рис. 11.5. Способи очищення стічних вод

- очищення на заводських, а потім на міських очисних спорудах з подальшим спуском у водоймища;
- безперервне очищення виробничих стічних вод і розчинів на локальних очисних спорудах протягом певного часу, після чого вони передаються в обіг, і лише після з'ясування можливості регенерації поступають на заводські споруди і утилізуються.

Основні способи очищення виробничих стічних вод поділяють на механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та комплексні (рис. 11.5).

Механічні способи переважно використовують для очищення стічних вод від твердих частинок і масних забруднень. До них належать:

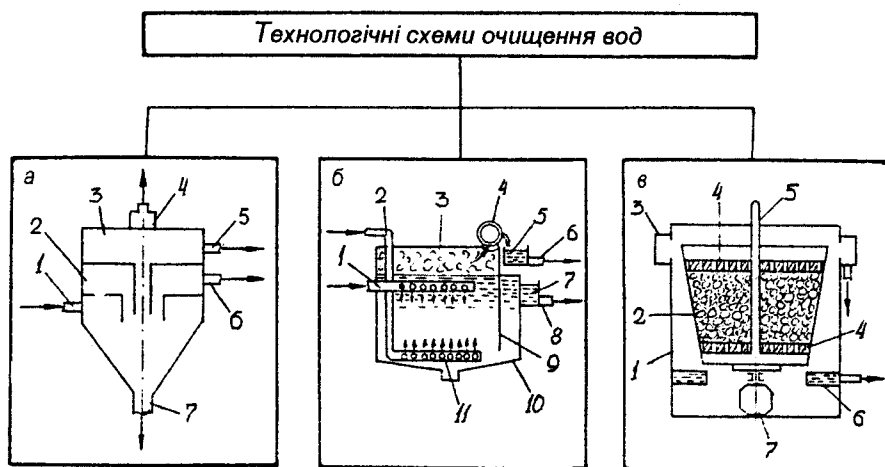


Рис. 11.6. Технологічні схеми очищення вод:

- a* – напірні гідроциклони: 1 – вхідний патрубок; 2 – камера для накопичення очищеної стічної води; 3 – приймальна камера; 4 – регульований гідравлічний опір; 5 – трубопровід; 6 – трубопровід; 7 – шламозбірник; *б* – флотажна пневматична установка, призначена для очищення стічних вод від маслопродуктів, поверхнево-активних і органічних речовин, зважених частинок малих розмірів: 1 – трубопровід; 2 – трубопровід; 3 – флотатор; 4 – відцентровий вентилятор; 5 – пінозбірник; 6 – трубопровід; 7 – прийомник; 8 – трубопровід; 9 – перегородка; 10 – флотатор; 11 – насадки; *в* – фільтр для адсорбції будь-яких нафтопродуктів: 1 – корпус; 2 – фільтроматеріал; 3 – патрубок; 4 – верхня решітка; 4 – опорна решітка; 5 – трубопровід; 6 – прийомник; 7 – електродвигун

- відстій стічних вод у спеціальних відстійниках, в яких відбувається осідання завислих частинок на дно відстійника;
- збір нафтопродуктів та інших нерозчинених у воді рідин з поверхні стоків пристроями типу механічних рук;
- фільтрація вод через шар піску приблизно 1,5- метрової товщини.

*Фізичні* способи є основою термічного очищення, яке застосовують для знешкодження мінеральних стічних вод.

*Хімічні* способи використовують в основному реакції нейтралізації та окислювально-відновну. Їх застосовують самостійно перед подачею стічних вод у систему зворотного водопостачання, перед спуском у водоймища, або у міську каналізаційну мережу. В окремих випадках хімічне очищення проводять перед біологічним.

*Фізико-механічні та фізико-хімічні* способи використовують для очищення стічних вод лісопереробних підприємств при виробництві целюлози, ДСП і ДВП.

*Біологічне очищення* відбувається за участі аеробних й анаеробних мікроорганізмів, які здатні гідролізувати складні сполуки – забруднювачі.

Технологічні схеми очищення вод показані на рис. 11.6.

Дотримання відповідних нормативів досягається використанням різних методів і способів для очистки стічних вод від домішок.

### **11.7. Очистка стічних вод від твердих частинок та інших забруднювачів**

Забруднені стічні води очищують від твердих частинок, використовуючи: відстоювання, фільтрування, осаджування тощо.

*Відстоювання* призначене для виділення зі стічних вод крупних і нерозчинних домішок розміром до 25 мм, а також дрібніших волокнистих частинок, які при подальшій обробці стоків є перешкодою для нормальної роботи очисного устаткування. Стічні води проціджують, пропускаючи воду через решітки та волокновловлювачі.

Решітки, виготовлені з металевих стержнів із зазором між ними 5 – 25 мм, установлюють у колекторах стічних вод вертикально або під кутом 60 – 70° до горизонту. Переріз решіток вибирають із умови мінімальних втрат тиску потоку на решітці. Швидкість стічної води на решітці не повинна перевищувати 0,8 – 1,0 м/с при максимальному потоці стічних вод.

Під час експлуатації решітки повинні постійно очищуватись здебільшого механічним способом за допомогою вертикальних чи поворотних



граблів. Зняті з решітки домішки подрібнюють на спеціальних дробарках і скидають у потік стічної води за решіткою або спрямовують на переробку.

Відстоювання побудовано на процесі осідання твердих частинок в рідині. При цьому може бути вільне осідання частинок, що не злипаються, і осідання частинок, схильних до злипання і коагуляції. Закономірності вільного осідання частинок зберігаються при масовій концентрації не більше  $2,6 \text{ кг/м}^3$ .

Прикладом очистки стічних вод відстоюванням може бути використання так званих пісколовок і відстійників (рис. 11.7). Стічна вода, яка надходить у пісколовку 2 через вхідний патрубок 1, рухається прямолінійно, а тверді частинки осідають, накопичуючись у шламосбірнику 3 і на дні пісколовки. Очищена вода через вихідний патрубок 4 спрямовується для подальшої обробки. Осад із пісколовки видаляють, як правило, щодобово.

Глибину  $hl$ , вибирають із умови  $hl/w_0 \leq \tau_{пр}$ , де  $T$  – час руху води у пісколовці (30 – 100 с). Довжина пісколовки  $L = khlw/w_0$ , де  $w = 0,15 - 0,3 \text{ м-с}^{-1}$  – швидкість руху води в пісколовці;  $k = 1,3...1,7$  – коефіцієнт турбулентності. Ширина пісколовки

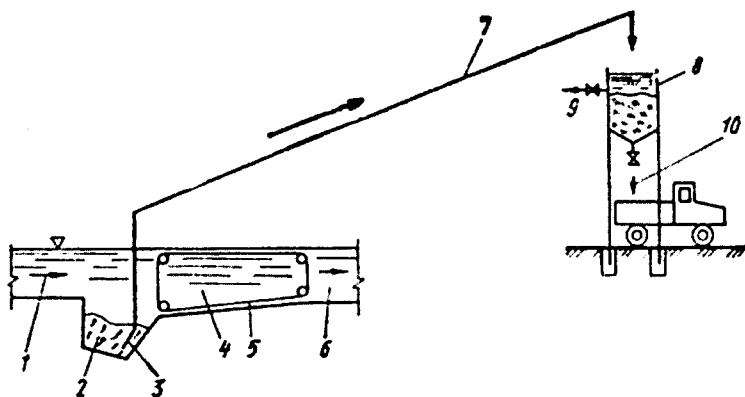


Рис. 11.7. Схема горизонтального пісколовлювача з обезводнюючим бункером:

- 1 – канал, який підводить стічні води; 2 – пісковий прямокутник; 3 – пристрій для видалення піску з пісколовки (гідралічним, або гідромеханічним способом); 4 – резервуар пісколовки; 5 – пристрій для загрибання піску в пісковий прямокутник; 6 – вихідний канал стічних вод; 7 – трубопровід піщаної пульпи в бункері; 8 – бункер; 9 – потік води назад в пісколовку; 10 – обезводнений пісок

$$B = Q/hlwn, \quad (11.11)$$

де  $Q$  – витрата стічної води;  $n$  – кількість секцій пісколовки.

Для виділення твердих частинок за фракціями застосовують аеровані пісколовки, у складі яких є вхідна труба, повітропровід, повітроподільник, вихідна труба, шламосбірник з отвором для видалення шламу. Крупні фракції осідають таким чином, як і в горизонтальних пісколовках. Дрібніші частинки, обволікаючись бульбашками повітря, впливають нагору і видаляються з поверхні скребковими механізмами.

За напрямом руху стічної води відстійники поділяють на горизонтальні, вертикальні, радіальні та комбіновані. Вибір кожного залежить від виду домішок.

Очистка стічних вод *відцентруванням* здійснюється у відкритих або напірних гідроциклонах і центрифугах.

*Фільтрування* стічних вод очищає їх від тонкодисперсних твердих домішок з невеликою концентрацією. Воно застосовується також після фізико-хімічних і біологічних методів очистки, оскільки деякі з них супроводжуються виділенням в очищувану рідину механічних забруднень.

Для очистки стічних вод машинобудівних і ремонтних підприємств використовують два класи фільтрів: *зернисті*, у яких очищувану рідину пропускають через насадки незв'язаних пористих матеріалів, і *мікрофільтри*, фільтроелементи яких виготовлені зі зв'язаних пористих матеріалів.

У ролі фільтроматеріалів використовують кварцевий пісок, подрібнений шлак, гравій тощо. Вони можуть бути одно- та багат шаровими.

Для очистки стічних вод кузень чи прокатних цехів від феромагнітних домішок застосовують *електромагнітні фільтри*. Стічна вода надходить у корпус фільтра з немагнітного матеріалу, проходить через обмежувальну решітку, фільтрувальний шар із феромагнітних частинок і виходить з фільтра. Намагнічування фільтрувального шару здійснюється магнітним полем, яке створює котушка індуктивності з феромагнітним осердям. Регенерацію фільтра здійснюють при вимкненому електромагнітному полі неочищеною стічною водою в напрямі фільтрування або у зворотному напрямі чистою водою.

Очистка стічних вод від маслопродуктів *методом відстоювання* побудована на закономірностях спливання маслопродуктів у воді за тими самими законами, що й осідання твердих частинок. Процес відстоювання здійснюється у відстійниках і масловловлювачах.

Конструкція масловловлювача подібна до конструкції горизонтального відстійника. Внаслідок відстоювання маслопродукти спливають на поверхню, звідки забираються маслозбиральним пристроєм.

Для очистки стічних вод, які містять велику кількість маслопродуктів, наприклад, стоків охолоджувальних сумішей металорізальних верстатів, широко застосовують *обробку реагентами*, які сприяють коагуляції домішок в емульсіях ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$  і ін.). *Маслопродукти* відділяють також у полі впливу відцентрових сил в напірних гідроциклонах.

Метод очистки *флотацією* полягає в інтенсифікації спливання маслопродуктів при обволікуванні їх частинок бульбашками повітря, яке подається в стічну воду (рис. 11.8). Розрізняють такі флотації: напірну, пневматичну, пінну, хімічну, біологічну та ін.

Поширеними є флотаційні пневматичні установки, призначені для очистки стічних вод від маслопродуктів, поверхнево-активних і органічних речовин, зважених (завислих) частинок малих розмірів. У цих установках стічна вода трубопроводом через отвори в ньому рівномірно надходить у флотатор. Одночасно трубопроводом подається стиснене повітря, яке через насадки з пористого матеріалу у вигляді дрібних бульбашок рівномірно розподіляється по перерізу флотатора. При спливанні бульбашки повітря обволікають частини маслопродуктів і дрібних твердих частинок, збільшуючи швидкість їх спливання.

Піна накопичується між дзеркалом води і кришкою флотатора, відсмоктується відцентровим вентилятором у пінозбірник і через трубопровід спрямовується для обробки піни і вилучення з неї маслопро-

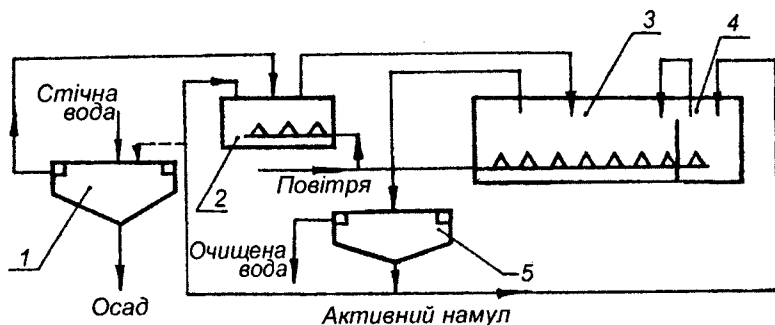


Рис. 11.8. Схема установки для біологічного очищення стічних вод із використанням аеротенків: 1 – первинний відстійник; 2 – переаератор; 3 – аеротенк; 4 – регенератор; 5 – відстійник

дуктів. У процесі вертикального переміщення стічної води у флотаторі спостерігається насичення води киснем повітря. Очищена вода, огинаючи спеціальну перегородку, зливається в прийомник, звідки трубопроводом подається на переробку.

У промисловості застосовують також метод *електрофлотації*.

*Фільтрування* маслопродуктів як завершальний етап очистки необхідний, оскільки концентрація маслопродуктів на виході з відстійників чи гідроциклонів сягає  $0,01 - 0,02 \text{ кг/м}^3$ , тобто значно перевищує ГДК.

Адсорбція будь-яких нафтопродуктів на поверхні фільтроматеріалу відбувається внаслідок міжмолекулярної взаємодії та іонних зв'язків. Найкращим фільтроматеріалом вважається кварцевий пісок, крім того, використовують також доломіт, керамзит, глауконіт.

Очистку стічних вод від розчинних домішок здійснюють за допомогою екстракції, сорбції, нейтралізації, іонообміну та біологічними методами.

*Екстракція* – це процес перерозподілу домішок стічних вод у суміші двох взаємно нерозчинних рідин й використовують для очистки стічних вод від фенолу. Для інтенсифікації процесу екстракції суміш стічних вод перемішується з екстрагентом в екстракційних колонах.

*Сорбція* широко застосовується для очистки стічних вод від розчинних домішок. Як сорбент використовують будь-які дрібнодисперсні речовини (золу, торф, тирсу, шлаки, глину тощо), а особливо активоване вугілля.

На рис. 11.9 показано схему сорбційної установки, у якій трубопроводом 1 в адсорбер 2 надходить очищувана стічна вода. Трубопроводом 4 подається адсорбент, який переміщується в стічній воді імпульсом 3. Адсорбент з домішками осідає на дно адсорбера 5, звідки трубопроводом 7 видаляється, а очищена стічна вода трубопроводом 6 скеровується для подальшої обробки. Внаслідок зворотності процесів сорбції їх доцільно використовувати для очистки стічних вод від домішок, які можуть бути повторно використані в технологічних процесах.

*Нейтралізація* стічних вод машинобудівних і ремонтних підприємств призначена для виділення зі стічних вод кислот ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), лугів ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ), а також солей металів на основі цих кислот і

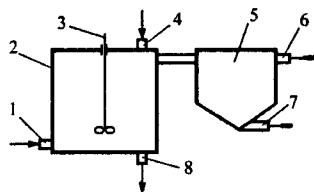


Рис. 11.9. Схема сорбційної установки:  
1 – трубопровід; 2 – адсорбер; 3 – імпульс; 4 – трубопровід; 5 – адсорбер; 6 – трубопровід; 7 – трубопровід; 8 – трубопровід

лугів. Нейтралізація ґрунтується на об'єднанні іонів водню Н і гідроксильної групи ОН у молекулу води, внаслідок чого стічна вода має рН = 6,7 (нейтральне середовище).

*Іонообмінні методи* очистки стічних вод можна застосовувати практично у будь-яких галузях промисловості. Вони забезпечують високу ефективність очистки, а також дають змогу отримати виділені зі стічної води метали у вигляді концентрованих солей. Для іонообмінної очистки стічних вод використовують іонообмінні смоли.

Суть *біологічної* очистки на полях полягає в тому, що при фільтруванні стічної води через шар ґрунту в ній адсорбуються зважені та колоїдні речовини, які з часом утворюють у порах ґрунту мікробіологічну плівку. Вона адсорбує та оксидує затримані органічні речовини, перетворюючи їх у мінеральні сполуки. Розрізняють біологічні ставки з природною та штучною аерацією. Їх використовують для доочистки стічних вод.

Для забезпечення максимального усунення забруднювачів води використовують методи *утилізації та ліквідації осаду стічних вод*. Перш ніж направити осади стічних вод на ліквідацію чи утилізацію, їх попередньо обробляють для одержання шламу, властивості якого забезпечують можливість його утилізації або ліквідації з мінімальними витратами енергії та забрудненнями довкілля.

Технологічний цикл обробки осаду стічних вод відбувається в такій послідовності:

1. ущільнення осаду гравітаційним або флотаційним методом у відстійниках-ущільнювачах, в установках напірної флотації та відцентровим і вібраційним методами;

2. стабілізація осаду сушінням на мулових майданчиках методами аеробної стабілізації в аеротенках;

3. кондиціювання осаду за допомогою хлорного заліза та вапна для зруйнування колоїдної структури осаду органічного походження і збільшення їх водовіддачі при зневоднюванні.

Зневоднювання осаду стічних вод здійснюється в основному методами сушіння, для чого потрібні значні земельні ділянки. Більш ефективні методи зневоднювання – застосування вакуумфільтрувальних установок і фільтр-пресів.

Ліквідація осаду стічних вод застосовується у тих випадках, коли утилізація неможлива або нереальна. Вибір методу ліквідації осаду визначається його складом, а також розміщенням і плануванням промислового підприємства. Спалювання – найпоширеніший метод ліквідації осаду стічних вод на станціях очистки.

Як тимчасові заходи з ліквідації осаду використовують скидання рідкого осаду в накопичувачі та закачування його в земляні порожнини. Регенерація металів – один із способів утилізації осаду стічних вод машинобудівних і ремонтних підприємств, особливо в гальванічних, штампувальних і термооброблювальних цехах.

При проектуванні та експлуатації систем очистки стічних вод слід ураховувати не лише використання осаду стічних вод, а й інших продуктів, що виділяються в процесі очистки.

## 11.8. Охорона літо- та педосфери

*Літосфера* – це зовнішня сфера “твердої” Землі, яка включає земну кору і верхній шар мантії (субстрат).

Загальна площа суші Землі становить 149,1 млн км<sup>2</sup>, з яких придатні для життя людей 133 млн км<sup>2</sup>. Незважаючи на те, що окремі ділянки суші вже перенаселені, і далі відводяться території під звалища твердих відходів. У Москві, наприклад, у 1990 р. було зареєстровано 150 звалищ з них тільки 3 діючі. Стихійне зайняття земель відходами загрожує людству екологічною катастрофою.

Невиправданий ріст споживання, про який, як на негативне явище, йшла мова на Міжнародній конференції в Ріо-де-Жанейро (1992 р.), веде не лише до надвиробництва товарів, але й до надвиробництва відходів. На одного мешканця міста в середньому на рік припадає 1 т відходів, причому ця цифра з кожним роком зростає.

Україна через величезні масштаби природокористування, перебуває в числі країн з найбільш високими абсолютними обсягами накопичення відходів (з 1,3 – 1,4 млрд сировини більша частина перетворюється у відходи).

Щорічно в нашій країні накопичується близько 0,9 – 1 млрд т твердих відходів. За цей же період нагромаджується 40 млн м<sup>3</sup> сміття.

Промислові відходи є результатом діяльності виробничих підприємств, специфічних виробництв. Відходи зазвичай складаються з деревини, паперу, текстилю, шкіри, гіпсу, солей, шлаків, золи, формовочної землі, металу, будівельного сміття. До складу побутових відходів (сміття) входять зола, шлак, папір, пластмаси, харчові відходи, скло тощо. Часто в населених пунктах утворюються неконтрольовані звалища, відходи в яких розкладаються, часто загораються, внаслідок чого відбувається забруднення повітряного середовища, інколи токсичними речовинами. Крім цього, шкідливі речовини із неконтрольованих звалищ, наприклад, із харчових відходів, можуть вимиватися

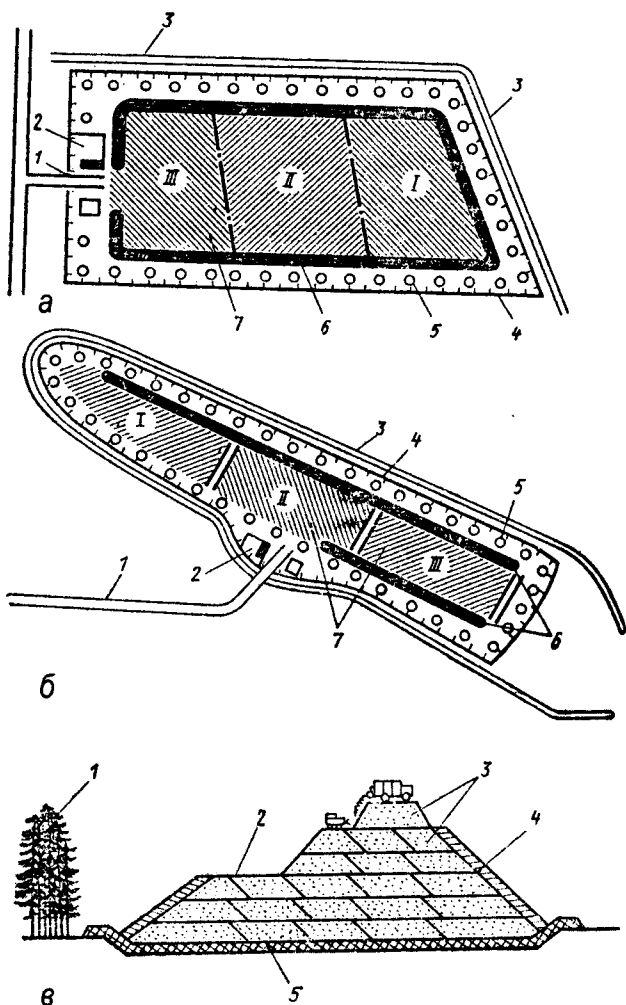


Рис. 11.10. Схеми горизонтального планування та організації роботи полігонів

*а* – при співвідношенні довжини і ширини менше 1:2; *б* – при співвідношенні довжини і ширини більше 1:3; 1 – під'їзна дорога; 2 – господарська зона; 3 – нагірна канава; 4 – огорожа; 5 – зелена зона; 6 – ґрунт для ізолюючих шарів; 7 – площадка для складування відходів I, II і III черги експлуатації; *в* – схематичний розріз полігону для твердих відходів: 1 – лісозахисні смуги (зелена зона); 2 – проміжковий ізолюючий шар; 3 – відходи; 4 – покривний зовнішній шар рослинного ґрунту; 5 – природна або штучна водостійка основа (глина).

дощем, талими і поверхневими, а часто ґрунтовими водами і забруднювати водоймища та підземні води.

Для зниження забруднення навколишнього середовища використовують полігони для твердих відходів. Одним із перших таких полігонів в Україні був полігон у Керчі. На рис. 11.10 зображені схеми розрізів горизонтального планування та організації роботи полігонів.

Для полігона підбирають місце (за можливості) у глинистому ґрунті, де можна складати відходи 20 – 25 років і більше. Основу вибраної площі роблять у вигляді величезного корита (для середньої смуги з опадами 600 мм на рік) глибиною приблизно 1,5 м. Фільтрат накопичується на дні корита, залишається в межах полігону і не забруднює водоймища і підземні води. В разі необхідності (велика кількість опадів) фільтрат видаляють із дна корита насосними установками і розбризкують по поверхні відходів. Одна частина фільтрату випаровується з поверхні, інша проникає в глибину, де викликає повільний біотермічний процес із підвищенням температури приблизно до 30 °С. До дна доходить близько 5 % перекачуваної рідини. Якщо глинистого ґрунту немає і основу для полігону доводиться робити у водопроникливих ґрунтах, дно корита підстиляють привозною глиною товщиною 0,5 м.

Впродовж доби відходи вивозять на майданчик, ущільнюючи його бульдозером пошарово до 2-метрової висоти. В наступну добу відходи вивозять на інший майданчик, а попередній обов'язково накривають ізолюючим шаром ґрунту, товщиною 0,25 м, трамбуєчи його. Це покриття запобігає забрудненню навколишнього середовища та поширенню мух і гризунів. У міру завантаження полігону відходами із вирівняних шарів забирають металобрухт.

Для обмеження розростання площі полігону його завантажують багат шарово, піднімаючи (при потребі) до висоти 60 см. Для безпечної стійкої роботи бульдозера влаштовують зовнішній відкос з нахилом 15°. Після заповнення полігону його поверхню покривають рослинним ґрунтом, створюючи умови для подальшої природної (стихійне зарощування) і штучної (заліснення, залужнення) фітомеліорації.

Полігони можуть мати різні співвідношення довжини і ширини. Розхід земельних площ під полігони залежить від кількості міських мешканців та висоти складування (табл. 11.12).

Для закладення полігонів рекомендують використовувати яри та інші нежитки.

Отже, правильно організоване технологічне явище – це таке складування твердих побутових відходів, яке передбачає постійну, хоч і



**Залежність розходу земельних площ під полігони твердих відходів  
від чисельності мешканців міста та висоти складування**

Чисельність міського населення, тис. чол.	Розхід земельних площ, га/рік	Оптимальна висота складування, м
менше 50	0,3 – 0,35	10 – 15
50 – 99	0,22 – 0,25	15 – 20
100 – 249	0,18 – 0,2	20 – 25
250 – 499	0,14 – 0,16	25 – 35
500 – 1000	0,09 – 0,12	30 – 40
понад 1000	0,05 – 0,08	35 – 60

довготривалу, переробку відходів з участю кисню повітря і мікроорганізмів. На рисунку 11.11 зображений розріз безпечного сховища, побудованого фірмою “Olin Chemical” для складування відходів у Чарлстоні (США). Дно камери покрите шаром ґрунту і натрієвої бентонітової глини. У цьому ж шарі передбачена система контролю будь-якого витоку різних речовин зі скинутих відходів. Вище цього

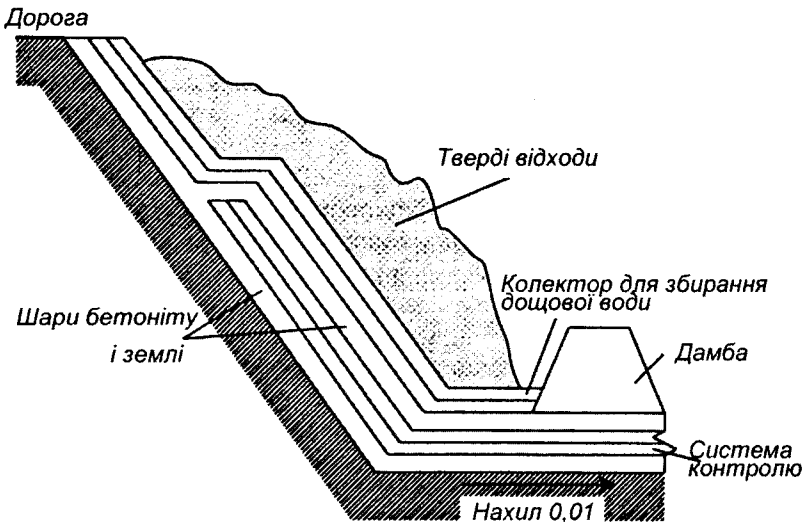


Рис. 11.11. Схема безпечного захоронення відходів

шару постелений ще один шар бетоніту та землі. Зверху другого шару розташована система стоку атмосферних опадів з насосом. Дощова вода, що потрапила у відходи, збирається в очисні споруди.

Для сховищ, призначених для розміщення рідких органічних відходів, необхідна ізоляція зі синтетичних матеріалів, оскільки через глину в будь-якому випадку відбувається виток органічних рідин.

В окремих випадках, як показали спеціальні дослідження, промислові відходи (згідно з номенклатурою понад 10 тис. видів) можна захороняти разом з побутовими. Визначається це гігієнічною класифікацією не утилізованих промислових відходів (табл. 11.13).

Таблиця 11.13

### Гігієнічна класифікація неутілізованих промислових відходів

Категорія	Характеристика неутілізованих промислових відходів за видом забруднювачів, які в них містяться	Рекомендовані методи складування або знешкодження
I	Практично інертні	Використання для планувальних робіт або сумісне складування з твердими побутовими відходами
II	Органічні речовини, що піддаються біологічному окисленню та розкладу	Складування або переробка разом з твердими побутовими відходами
III	Малотоксичні розчинні у воді, в тому числі при взаємодії з органічними кислотами	Складування з твердими побутовими відходами
IV	Нафтомаслоподібні, що не піддаються регенерації	Спалювання, в тому числі з твердими побутовими відходами
V	Токсичні зі слабким забрудненням повітря (перевищення ГДК у 2-3 рази)	Складування на спеціалізованих полігонах промислових відходів
VI	Токсичні	Групове або індивідуальне обеззараження в спеціальних спорудах

Слід зауважити, що довкола звалищ та осадових відкладів у поверхневих водах струмків, що їх дренують, вміст міді в 2 – 12 разів вищий за фазовий, цинку в 2 – 14 рази, свинцю – в 4 – 36 разів, ртуті – майже в 950 разів. Ці та інші самотоксичні речовини вимагають особливих способів утилізації і нейтралізації та спеціальних споруд. Такі споруди можуть перебувати у розпорядженні підприємств, які мають токсичні відходи, або ж на спеціальних полігонах і станціях переробки та нейтралізації.

Спеціальні полігони бувають двох типів: знешкодження одного виду відходів лише захороненням або хімічним способом чи комплексні. В останньому випадку територію полігону розділяють на зони прийому та захоронення твердих негорючих відходів, прийому та захоронення рідких хімічних відходів й осадів стічних вод, які не підлягають утилізації, захоронення особливо шкідливих відходів, знищення вогнегорючих відходів.

Захоронення токсичних промислових відходів відбувається у котлованах, розташованих на глинонепроникних ґрунтах, глибиною до 10 – 12 м у спеціальній тарі.

Ліквідації відходів вогнем дає змогу скоротити площі ділянок полігонів. Перед спалюванням рекомендують провести механічне обезводнення з використанням вакуум-фільтрів, центрифуг або фільтр-пресів.

Особливу увагу слід приділяти радіоактивним відходам, які збирають у місцях їх утворення окремо від інших відходів у спеціальних збірниках, внутрішні поверхні яких виготовляють з гладенького мало-сорбуючого матеріалу. Потужність дози випромінювання на відстані 1 м збірника з радіоактивними відходами не повинна перевищувати 10 мбер/год. Транспортування до місць захоронення проводиться на спеціально обладнаних автомашинах, причому потужність дози не має перевищувати 2,8 мбер/год. Автомашини та змінні збірники повинні після кожного рейсу проходити дезактивацію.

Проблема безпеки видалення і захоронення радіоактивних відходів сьогодні повністю не вирішена. Найбільш розроблені два методи: підземне захоронення рідких радіоактивних відходів між водоупорними шарами (СРСР) і захоронення у вигляді гемантної пульпи в тріщини гірських порід (США).

Непрості проблеми боротьби з твердими відходами в нашій країні та за кордоном вирішують різними шляхами, зокрема переробкою їх на компост, спалювання з одержанням додаткового тепла для обігрівання житлових і виробничих приміщень. Переробка твердих відходів

на компост є найбільш досконалим способом їх незшкодження та раціонального використання. Крім польового компостування, використовують переробку на спеціальних заводах безперервного компостування з аеробним окисленням органічних відходів у барабані-ферметрі, який обертається довкола осі з певним кутом нахилу (рис. 11.12).

Технологічно цей процес виглядає наступним чином. Вивантажене у прийомний бункер сміття за допомогою дозуючого бункера з пластинчастим живителем подається рівним шаром на транспортер, звідки магнітним сепаратором та вручну з нього вибирають металевий брухт. Частково звільнена від металу маса надходить в обертові барабани, де і відбувається переробка сміття на органічне добриво-компост. Барабан (діаметром 4 м і завдовжки 60 м) заповнюється на 2/3 об'єму (швидкість обертання барабана 1 – 1/3 оберт/хв). Для забезпечення окислення в барабан спеціальним вентилятором подається повітря.

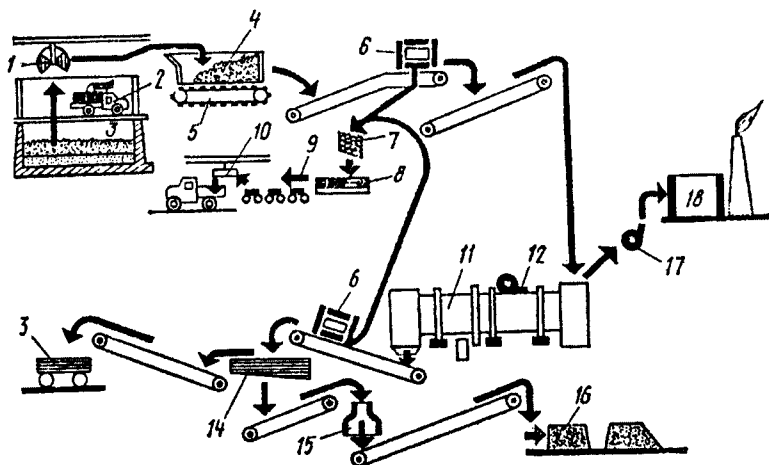


Рис. 11.12. Схема безперервного процесу компостування з аеробним окисленням органічних відходів у барабані-ферметрі:

- 1 – грейфер з двощелепним ковшем; 2 – контейнерний сміттєвіз;
- 3 – приймальний бункер; 4 – дозуючий бункер; 5 – пластинчастий підживлювач; 6 – магнітний сепаратор; 7 – бункер металобрухту;
- 8 – ракетуючий прес; 9 – рольганг; 10 – магнітна шайба для погрузки пакетів металобрухту; 11 – ферментатор – барабан, який обертається;
- 12 – керуючий вентилятор – наїзник; 13 – прицеп для збору відходів з грохоту; 14 – прохід; 15 – подрібнювач компосту; 16 – штабеля компосту і біопалива; 17 – витяжний вентилятор; 18 – котельня

Відходи перебувають в барабані впродовж трьох діб, за цей час барабан робить до 2000 обертів. Процес відбувається з виділенням тепла, внаслідок чого компостна маса обезшкочується, а паперові і харчові відходи подрібнюються на частинки розміром 1 – 2 мм. Після додаткової сепарації металеві відходи попадають на грохот для відділення некомпостованих відходів: гуми, шкіри, текстиля, дерева, кольорового металу та полімерних матеріалів, які становлять 1/3 маси відходів. Далі відходи йдуть на переробку.

У процесі окислення відходів у барабані відбувається виділення газоподібних продуктів розпаду (в основному  $\text{CO}_2$ ) і деяких речовин з неприємним запахом, які відводяться у топку котельні.

Компостований матеріал із грохота надходить у подрібнювач, розмір частинок доводиться до 25 мм (скла як найкрихітшого компонента – до 3 мм). У такому вигляді компост може використовуватися у сільському господарстві. В ньому (з розрахунку на суху речовину) міститься 1 % азоту та по 0,3 % фосфору і калію, а також необхідні для підживлювання рослин мікроелементи. Некомпостована частина відходів після видалення з неї цінних компонентів, відводиться на звалище.

Відсіану некомпостовану частину відходів можна також направляти в установку з термічної переробки. При цьому некомпостовані побутові відходи поступають в бункер-накопичувач, з якого матеріал скеровують у завантажувальну воронку сушильного барабана. Після сушіння відходи направляють до печі піролізу, в якій без доступу повітря відбувається їхній термічний розклад. Внаслідок цього процесу одержують парогазову суміш і твердий вуглеводневий остаток – пірокарбон. Із піролізної печі пірокарбон йде на охолодження і подальшу обробку, а парогазова суміш для охолодження і розподілу – в тепломеханічну частину установки. Кінцевим продуктом піролізу є пірокарбон, смола та газ. Пірокарбон використовують у металургійній та інших галузях промисловості, а газ і смола як синтетичне паливо.

На рис.11.13 показана принципова схема промислової переробки твердих побутових відходів.

Спалювання твердих відходів на вогнищах або примітивних печах є нераціональним, оскільки при цьому забруднюється довкілля, а тепло, що утворюється, не використовується. Цю теплову енергію можна одержати лише в спеціальних печах сміттєспалювальних заводів, що мають парові та водонагрівальні котли. Температура в цих печах має бути не меншою 1000 °С, для того, щоб згорали усі з неприємним запахом домішки газів і не зашлаковувалися колісники.



Рис. 11.13. Принципова схема промислової переробки твердих побутових відходів [США]

Переробка промислових і побутових відходів на компост та їх спалювання з використанням одержаного при цьому тепла є завершенням безвідходного виробництва.

*Охорона педосфери* – ґрунтового шару біосфери, який В. Вернадський назвав біокосним тілом, утвореним внаслідок дії комплексу природних факторів ґрунтоутворюючої (материнської) породи, рельєфу, клімату, води, рослин, тварин, мікроорганізмів, а також віку. З розвитком сільського господарства до цих факторів долучився ще один – антропогенний. Людина в одному випадку допомагала утворенню родючого шару, пам'ятаючи, що Земля – годувальниця, в іншому несвідомо і свідомо збіднювала його, а з часу появи мінеральних добрив і засобів боротьби із шкідниками рослин і тварин, ще й отруювала необґрунтованими концентраціями.

Найбільшої шкоди ґрунту завдає забруднення різними хімічними та біологічними агентами антропогенного походження, а також *механічні* ушкодження (недосконала механічна обробка).

*Хімічне* забруднення зумовлюється з одного боку промисловою, а з другого – сільськогосподарською діяльністю (т.зв. хімізація сільськогосподарського виробництва).

Викиди промислових підприємств і об'єктів сільськогосподарського виробництва, розсіюючись на значні відстані та потрапляючи в ґрунт, створюють нові поєднання хімічних елементів, наприклад *хелати*. З ґрунту, внаслідок різних міграційних процесів, шкідливі речовини можуть потрапляти в організм людини.

ґрунт володіє здатністю накопичувати радіоактивні речовини ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Ce}$ ) з дуже тривалими періодами напіврозпаду (відповідно 28 і 30 років). Радіоактивні речовини включаються в харчові ланцюги людини, завдаючи шкоду здоров'ю. Пошкодження організму, як вже згадувалося, можуть бути як індивідуальними (наприклад різні злоякісні новоутворення), так і генетичними, що становить небезпеку для майбутніх поколінь. Хімічними забруднювачами ґрунту є й канцерогени, які поряд з радіоактивними речовинами є найнебезпечнішими антропогенними агентами ґрунтового середовища, оскільки мають високу міграційну здатність в системі ґрунт – рослина – тварина – людина.

Основними джерелами забруднення ґрунтів канцерогенними речовинами є вихлопні гази літаків, автотранспорту, викиди промислових підприємств, теплоелектростанцій, котелень тощо. У ґрунт канцерогени надходять з атмосфери разом з крупно-і середньодисперсними пиловими частинками, а також при спонтанному витіканні нафти і

продуктів її переробки тощо. Інтенсивність забруднення канцерогенами ґрунтів значною мірою залежить від відстані від джерела забруднення, напряду вітру та інших факторів.

До найпоширеніших важких металів належить свинець, який дуже часто наявний у ґрунтах поблизу промислових підприємств, особливо кольорової металургії, де його концентрація становить понад 1000 мг/кг, тоді, як ГДК, дорівнює 100 мг/кг. Свинець виявляють у крові, печінці, селезінці, підшлунковій залозі, нирках, легенях, кістках людини і він є причиною низки патологічних змін в організмі людини, зокрема порушує порфіриновий обмін, синтез гемоглобіну, функцію печінки і нирок, зумовлює розумовий недорозвиток дітей, приводить до патології запліднення та вагітності.

Таблиця 11.14

**Гранично допустимі концентрації хімічних речовин у ґрунті, мг/кг**

Речовина	ГДК, мг/кг
Гексахлоран	1,0
ДДТ	0,5
Карбарил	0,05
Хлорофос	0,5
Карбофос	2,0
Ліндан	1,0
Поліхлоркамфен	0,5
Поліхлорпінен	0,5
Прометрин	0,5
Хлораліт	0,05

Хімізація сільського господарства порушила нормальний колообіг мікроелементів і стала причиною виникнення отруень і захворювань (табл. 11.14). Майже 50 % врожаю всіх сільськогосподарських культур вирощуються на ґрунтах, оброблених хімічними добривами та отрутохімікатами. Слід зазначити, що в Україні нагромаджено 12 тис. т непридатних і заборонених для користування пестицидів. Особливо викликає тривогу зростання мінеральних добрив, річна потреба яких в країні в 2000 році становила майже 100 млн т.

*Пестициди*, які забруднюють ґрунт, воду, повітря, за даними ВООЗ є причиною того, що в період від 1946 по 1969 рік близько 500 тисяч людей отруїлися ними. Особливо небезпечними є хлорорганічні та



фосфорорганічні пестициди. Останні за токсичністю подібні до ціаністого калію за рахунок паралізуючої дії на фермент ацетилхолінестеразу. Хлорорганічні пестициди здатні уражати центральну нервову систему, печінку та нирки. Особлива небезпека обумовлена тим, що вони виявляють також мутагенний ефект, тобто можуть викликати рак, зниження тривалості життя, ослаблення імунного захисту організму.

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур, особливо плодів та овочів, зумовлене зростанням рівня внесення в ґрунт азотних добрив, що призводить до нагромадження в продуктах харчування нітратів. Частіше всього вони трапляються у таких продуктах, як редька, буряк, салат, шпинат, капуста тощо. Можуть бути також у м'ясних і рибних продуктах.

Нітрати під дією мікрофлори кишківника перетворюються у нітрити, які стають більш токсичними. Вони сприяють розвитку диспепсій у дітей, є небезпечними для людей, що хворіють дисбактеріозом кишківника, хворобами дихальної та серцево-судинної системи. Нітрати зменшують вміст вітамінів в організмі, знижують його стійкість до онкогенних факторів. При гострій інтоксикації нітратами найбільші дистрофічні зміни виявляють у печінці.

Через ґрунт можуть поширюватись також різноманітні інфекційні захворювання. Серед них найбільш стійкі до високих та низьких температур збудники ентеровірусів, правцю, сибірської виразки, ботулізму, зараження якими спостерігається при обробці землі, збиранні врожаю і будівельних роботах.

Охорона ґрунтів ставить своєю метою охорону людини від захворювань і отруєнь екзогенними хімічними речовинами шляхом дотримання гігієнічних нормативів, які не допускають або обмежують внесення в ґрунт забруднень, а також виявлення джерел забруднень і вивчення їх впливу на здоров'я населення.

Хімізація сільського господарства вимагає розробки наукових засад використання пестицидів з врахуванням як критеріїв захисту рослин, так і критеріїв здоров'я. Чимало токсичних препаратів, що раніше використовувались в сільському господарстві, такі як ДДТ, біофос, меркптофос, сполуки, що вміщують арсен, немагон, каліксин, царам та інші взагалі заборонені для використання.

Важливе значення має оптимізація умов застосування пестицидів з метою різкого зниження норм витрат препаратів і попередження їх розсіювання за межі об'єктів, які обробляються. Крім того слід ширше використовувати нові методи оброблення пестицидами – збризування

замість обпилювання, що різко скорочує рознесення і забруднення, а також використання гранул замість борошна тощо.

Для повернення в сільськогосподарській обіг девастрованих земель (кар'єри, відвали, звалища тощо) необхідно широко використовувати технічну рекультивацию та фітомеліорацию.

### *Контрольні запитання та завдання*

1. Поясніть як потрапляють і рухаються у великому (геологічному) та малому (біогеохімічному) колі антропогенні забруднюючі речовини.
2. Охарактеризуйте поняття „забруднення навколишнього середовища” і як воно впливає на стан робочої зони?
3. Назвіть основні типи природних й антропогенних забруднень.
4. Дайте пояснення поняттю „екотоксикологія”
5. Як визначають пороговий ефект токсикологічного впливу в системах „токсикант – навколишнє середовище” і „токсикант – живий організм”?
6. Що показує індекс забруднення (ІЗ)?
7. Що таке ГДК, ГДД, ГДВ, МДН, фонові та токсичні концентрації?
8. Дайте визначення канцерогенеза.
9. Які основні речовини є забруднювачами середовища у сучасному промисловому місті?
10. Яких токсичних викидів в атмосферу є найбільше і як вони впливають на здоров'я людей?
11. Назвіть основні заходи охорони атмосферного повітря.
12. Наведіть приклади фізико-хімічних, біологічних і механічних методів очистки атмосфери від газоподібних речовин.
13. Що таке промисловий пил і які методи його уловлювання?
14. Які зміни гідросфери пов'язані з господарською діяльністю людини?
15. Які методи очистки води ви знаєте?
16. Що таке реагентний метод очистки води? Наведіть приклади.
17. Які типи біохімічної очистки води ви знаєте? В чому полягає їхня різниця?
18. Як можна класифікувати тверді відходи?
19. Які способи утилізації твердих відходів ви можете назвати?
20. Які заходи з охорони ґрунтів ви знаєте?

# ІІІ. ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ БЕЗПЕКИ

## Розділ 12.

### БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРАЦІ В СИСТЕМІ “ЛЮДИНА – МАШИНА – СЕРЕДОВИЩЕ”

*Техніка безпеки* – це один із розділів охорони праці, який є системою організаційних і технічних заходів та засобів, спрямованих на попередження й усунення небезпечних виробничих факторів. Проведення заходів із безпеки, а також створення та використання необхідних технічних засобів здійснюється на основі затвердженої в установленому порядку нормативно-технічної документації – стандартів, правил, норм, інструкцій. Нормативна база включає такі складові:

- організаційно-методичні;
- вимоги безпеки до виробничого устаткування;
- вимоги безпеки до технологічних процесів;
- вимоги до забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту.

У своїй трудовій діяльності, особливо в умовах взаємодії “людина – машина”, працюючий піддається впливу різних небезпек. Ця діяльність здійснюється у просторі, який ми називаємо *виробничим середовищем*.

*Виробниче середовище* – це середовище, де людина здійснює свою трудову діяльність. Отже, до системи “людина – машина” долучається “середовище”, утворюючи триєдину систему “людина – машина – середовище”. У цьому “трикутнику” залежно від рівня дотримання стандартних вимог безпеки праці людина почуває себе або безпечно, або ж навпаки – небезпечно.

Що ж таке безпека?

*Безпека* – це відсутність ризику, пов’язаного з можливим ушкодженням. *Безпека праці* – це такі умови праці, за яких виключається дія на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів. *Виробнича безпека* – це можливість дії на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

У своїй трудовій діяльності людина задіяна у виробничий процес – складну соціально-технічну систему, в межах якої під час виконання різноманітних виробничих операцій вона може стикатися з виробничою небезпекою.

В умовах виробництва на людину в основному діють техногенні, тобто пов'язані з технікою небезпеки, які зазвичай називають небезпечними і шкідливими виробничими факторами.

*Небезпечним виробничим фактором* називають фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до травми або до іншого раптового різкого погіршення здоров'я.

*Виробнича травма* є результатом нещасного випадку на виробництві, під яким розуміють вплив небезпечного виробничого фактора на працюючого при виконанні ним трудових обов'язків або завдань керівника робіт.

*Шкідливим виробничим фактором* називають такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до захворювань або зниження працездатності. Захворювання, які виникають під впливом шкідливих виробничих факторів, називають професійними.

До небезпечних виробничих факторів належать:

- обладнання, що працює під тиском, вищим від атмосферного;
- вантажо-підйомні машини і внутрізаводський транспорт;
- електричний струм певної сили та статична електрика;
- розпечені тіла і т.п.

Шкідливими виробничими факторами є:

- несприятливі метеорологічні умови;
- запиленість і загазованість повітря;
- шуми, інфра- та ультразвуки, вібрація;
- електромагнітні поля, лазерне та іонізуюче випромінювання.

Виробничі процеси та експлуатація обладнання мають здійснюватися відповідно до *правил виробничої безпеки*, в яких закладені передумови усунення небезпеки.

*Організаційні заходи з виробничої безпеки* включають:

- інструктаж і навчання працюючих безпечним і нешкідливим методам та прийомам роботи;
- навчання умінню користуватися захисними засобами;
- розробку та впровадження регламентів праці та відпочинку при виконанні тяжких робіт у шкідливих умовах.

Виконання організаційних заходів гарантує умови безпеки праці, тобто такий стан умов праці, за яких вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих факторів неможливих або ж дія шкідливих виробничих чинників не перевищує гранично допустимих рівнів.

*Стандарти безпеки праці* – це загальні вимоги та норми безпеки за видами небезпечних і шкідливих факторів.

У Стандарти закладені норми *безпеки виробничого процесу, тобто здатність виробничого процесу зберігати відповідність вимогам безпеки праці в умовах, установлених нормативно-технічною документацією.*

Дотримання стандартів безпеки праці та в цілому безпеки виробничого процесу можна досягти за допомогою комплексу конструкторських, проектних й організаційних рішень, які базуються на належному виборі технологічних процесів, виробничих приміщень, робочих операцій, обладнання, засобів захисту працюючих тощо. Вирішальне значення має правильний розподіл функцій між людиною та складовими частинами виробничого процесу.

Незважаючи на різноманіття виробничих процесів є ряд загальних вимог, виконання яких допоможе працюючим уникнути небезпечних і шкідливих чинників виробництва.

1. Заміна виробничих процесів та операцій, пов'язаних з виконанням небезпечних і шкідливих виробничих факторів, на такі, які б їх усували або доводили до допустимого мінімуму.

2. Широке використання за умов дії небезпечних і шкідливих факторів засобів комплексної механізації, автоматизації та дистанційного керування.

3. Створення оптимальних санітарно-гігієнічних умов.

4. Застосування засобів колективного захисту працюючих.

5. Використання систем контролю та керування виробничими процесами, які забезпечують захист працюючих і аварійне вимикання виробничого обладнання.

6. Забезпечення надійної герметизації обладнання, що використовується у виробничому процесі.

7. Забезпечення надійного зберігання і транспортування заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва.

8. Усунення та знешкодження відходів виробництва, які є джерелами небезпечних або шкідливих виробничих факторів.

9. Впровадження засобів очистки навколишнього середовища від шкідливих викидів.

Виробничі процеси не повинні бути пожежо- та вибухонебезпечними, а також не повинні забруднювати довкілля викидами небезпечних і шкідливих речовин.

Важливе місце у створенні безпечних умов праці відводиться технологічним режимам, які мають створювати необхідні умови для:

- злагодженості технологічного устаткування, що виключає появу небезпечних та шкідливих факторів;

- безвідмовної дії технологічного устаткування і засобів захисту протягом строку передбаченого технічною документацією;

- запобігання можливого загорання або пожежі тощо.

Успішне вирішення питань охорони праці значною мірою залежить від безпеки виробничого обладнання, яка забезпечується:

- вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкцій тощо;

- застосуванням в конструкції засобів автоматизації та дистанційного керування;

- використанням в конструкції засобів захисту;

- включенням вимог безпеки праці в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування, зберігання тощо.

*Безпеку виробничого обладнання розглядають як властивість виробничого обладнання зберігати відповідність вимогам безпеки праці при виконанні заданих функцій в умовах, установлених нормативно-технічною документацією.*

Виходячи з цих вимог, конструкції і обладнання мають відповідати на робочому місці *санітарно-гігієнічним нормам* і правилам. Під час проектування конструкцій машин і виробничого обладнання необхідно також забезпечити при їх обслуговуванні сприятливі для працівника пози – зусилля, траєкторії, швидкості і кількість рухів суглобів у фізіологічно допустимих позах. Це означає, що конструкція обладнання має відповідати анатомо-фізіологічним і психологічним особливостям будови і функціонування органів людини.

У зв'язку з цим машини та обладнання слід виготовляти з урахуванням ергономічних вимог, а отже, характерних відповістей між особливостями людини і якістю промислових виробів у процесі їх виготовлення – антропометричних, психофізіологічних та естетичних.

*Антропометрична відповідність* – це правильний вибір параметрів конструкції, які б відповідали антропометричним особливостям тіла людини.

*Психофізіологічна відповідність* визначається особливостями відчуттів людини: зору, слуху, дотику, нюху.

*Естетична відповідність* – це емоційне задоволення людини від зорового сприйняття з точки зору естетики (гармонійність, пропорції, колір, масштабність) за умов повної відповідності вибору функціональному призначенню.

Рівень безпеки виробничого обладнання підтримується технічними та організаційними заходами, проведенням атестації робочих місць, контролем за станом та експлуатацією обладнання, проведенням згідно з графіком планово-запобіжних ремонтів.

Вимоги безпеки виробничого обладнання викладені у міждержавних стандартах: ГОСТ 12.2.003-91 „ССБТ.Оборудование производственное. Общие требования безопасности”; ГОСТ 12.2.049-80 „ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования”; ГОСТ 12.2.082-82 „ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные”.

У ГОСТ 12.0.003-74 наводяться, зокрема, такі небезпечні та шкідливі фактори:

- рухомі машини та механізми;
- незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
- вироби, заготовки, матеріали, що переміщуються;
- підвищений або понижений барометричний тиск у робочій зоні та його різка зміна;
- підвищення запыленості та загазованості повітря робочої зони;
- підвищення або зниження температури поверхні обладнання, матеріалів, повітря робочої зони;
- підвищення рівня шуму на робочому місці, інфразвукових та ультразвукових коливань, вібрації;
- підвищення або пониження вологості, рухомості та іонізації повітря;
- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може пройти через тіло людини;
- підвищення рівня статичної електрики та електромагнітних коливань;
- підвищення напруженості електричного чи магнітного полів;
- відсутність або недостача природного світла;
- пониження контрастності;
- прямий та відбитий блиск;
- підвищення пульсації світлового потоку;
- підвищення рівня ультрафіолетової та інфрачервоної радіації;
- нервово-психічні перевантаження.

Перелічені фактори проявляються раптово або поступово, причому раптовість стає причиною травм, а поступовий їх перебіг призводить до професійних захворювань або хронічного отруєння. Однак, і раптова, і поступова дія виробничої небезпеки завжди призводить до патологічних процесів в організмі. Отже, поняття „шкідливість” входить у поняття „небезпека”.

Основна ланка методологічної моделі безпеки праці – це вплив на трудову діяльність людини небезпечних і шкідливих факторів. Буду-

ється модель, виходячи з наступних міркувань. Якщо потенційна небезпека наявна у процесі роботи машини, то вона може негативно впливати на людину, що нею керує, на навколишнє середовище, на предмет праці та на машину (верстат). Слід мати на увазі, зауважує Т. Носовський, – що створена в процесі роботи машини небезпека може негативно вплинути або лише на людину, що її обслуговує, або на навколишнє середовище в цілому, в тому числі на сусідні робочі місця (наприклад, шум, пил). Деякі небезпечні фактори можуть впливати на всі елементи зазначеної системи, включно з предметами праці (наприклад вологість повітря).

З цього випливає висновок: *вибір технічних та організаційних засобів безпеки здійснюється на підставі вивчення специфічних особливостей кожного фактора та сфери його впливу, а також з врахуванням очікуваної ефективності рішень, що приймаються.*

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Дайте визначення поняття „виробнича безпека”.
2. Охарактеризуйте поняття „виробниче середовище”.
3. Дайте визначення понять „безпека праці”, „виробнича небезпека умов праці”, „безпека виробничого процесу”, „безпека виробничого обладнання”.
4. Наведіть основні небезпечні виробничі фактори.
5. Назвіть основні шкідливі виробничі фактори.
6. Охарактеризуйте організаційні заходи з виробничої безпеки.
7. Як впливає науково-технічний прогрес на охорону праці?
8. Розкажіть про стандарти безпеки праці та їх роль.
9. Назвіть загальні вимоги, які оберігають працюючих від небезпечних і шкідливих виробничих факторів.
10. Назвіть технологічні режими, які створюють умови для безпечної праці.



## ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МАШИН

Повної безпеки праці можна досягти лише за умов обов'язкового виконання вимог і правил експлуатації, технічного обслуговування, підтримування робочого стану вантажопідійомних машин.

З огляду на їх функціональне призначення вантажопідійомні машини поділяють на огорожувальні, блокувальні, обмежувальні, вказівні та попереджувальні (рис. 13.1).

*Огорожувальні засоби* захищають від дії механічних передач та оголених струмом ведучих частин.

*Блокувальні засоби* служать для автоматичної зупинки механізмів за допомогою так званих кінцевих вимикачів, які блокують зупинку механізмів.

*Обмежувальні засоби* використовують для запобігання аварій кранів, пов'язаних з їх перевантаженням. Вони обов'язкові на стрілових, баштових і порталних кранах. Обмежувач вантажопідійомності автоматично відмикає механізм підймання вантажу, маса якого перевищує вантажопідійомність на 10 % для стрілових і баштових кранів, на 15 % – для порталних кранів і на 25 % – для кранів мостового типу.

*Обмежувач вантажного моменту* задіюється тоді, коли під час опускання стріли з вантажем виліт може збільшитися до положення, за якого маса вантажу перевищуватиме допустиму. Після дії обмежувача мають включатися інші механізми для зменшення вантажного моменту. Дія обмежувача вантажного моменту один раз на місяць перевіряється шляхом підняття еталонного вантажу, який постійно має бути на місці встановлення крана.

*Обмежувачі перекосу* призначені для попередження небезпечного перекосу металоконструкцій і мостових кранів внаслідок випередження однієї з опор.

*Обмежувач повороту* обмежує кут закручування кабелю в межах двох обертів. Поворот крана на кут понад  $120^\circ$  забороняється.

*Вказівники вантажопідійомності* встановлюють на стрілових кранах, вантажопідійомність яких змінюється залежно від вильоту стріли. Вказівник, що його має бути добре видно з робочого місця кранівника, показує, якої ваги вантаж можна піднімати при даному вильоту стріли.

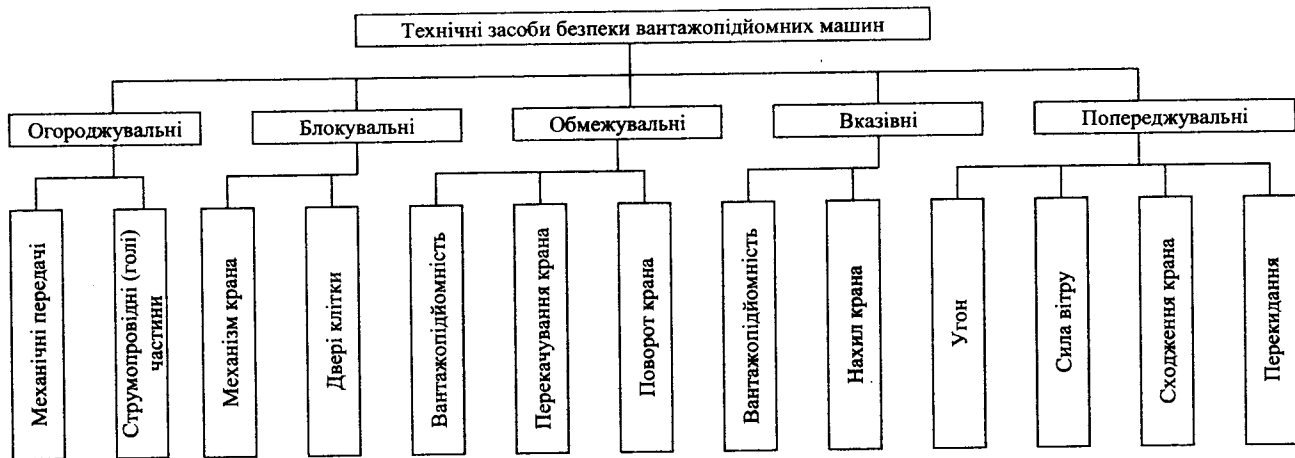


Рис. 13.1. Класифікація технічних засобів безпеки вантажопідійомних машин

*Вказівник кута нахилу* попереджує перекидання крана. Його розміщують на стрілових кранах, за винятком тих, які перебувають на рейкових коліях. Кут нахилу у будь-якому напрямі не повинен перевищувати 3%. Цей вказівник можна замінити сигналізатором кута нахилу.

*Протиугольні пристрої* встановлюють на кранах, що розміщені на наземних коліях для запобігання їхнього переміщення вітром.

*Вказівниками швидкості вітру* (анемометри) обладнують баштові, порталні та кабельні крани для визначення швидкості вітру й автоматичної подачі звукового сигналу на випадок, коли вона стає небезпечною (шість і більше балів). Анемометр вимірює швидкість вітру в межах від 2 до 50 м/с.

*Автоматизований сигналізатор небезпечної напруги* (АСНН) подає попереджувальний сигнал про небезпечне наближення стріли до проводів лінії електропередач. АСНН обладнані самохідні крани, крім залізничних.

*Упори* встановлюють на колії для запобігання сходження з них вантажопідйомних машин, а також на стрілових кранах з перемінним вильотом стріли (для запобігання їх пересування).

Перед початком роботи і періодично у процесі експлуатації вантажопідйомні машини підлягають технічному огляду (огляду та випробуванню). Експлуатацію вантажопідйомних машин дозволяє Держпромгірнагляд. Виняток становлять:

- крани з ручним приводом, де в якості механізму підйому застосований пневматичний підйомний циліндр;
- крани, якими керують з підлоги кнопковим апаратом, підвішеним на крані або зі стаціонарно встановленого пульта кранів мостового типу і пересувних або поворотних консольних кранів (вантажопідйомністю до 10 т);

- стрілові крани вантажопідйомністю до 1 т включно;
- крани з постійним вильотом стріли (без вантажного візка).

Вантажопідйомні машини підлягають перереєстрації:

- після проведення реконструкції;
- після ремонту, якщо на машину складений новий паспорт;
- після передачі іншому власнику;
- після перестановки мостового, козлового, порталного чи баштового кранів на нове місце.

Вантажопідйомні машини, які експлуатуються в роботі, мають бути оснащені реєстраційними номерами у вигляді великих написів.

*Для виявлення, чи відповідають виготовлення, установка й оснащення вантажопідйомної машини правилам Держпромгірнагляду, проводять технічні огляди (повні та часткові).*

*Повний технічний огляд* включає огляд справності стану, а також статичне та динамічне їх випробування під навантаженням.

*Огляд підйомного обладнання* проводить спеціалізована організація Держпромгірнагляду, що виконує нагляд за ліфтами, або інженерно-технічний персонал підприємства (крани з ручним приводом, поворотні крани, тельфери, автонавантажувачі, штабелеукладники).

У процесі огляду встановлюють відповідність змонтування та оснащення правилам Держпромгірнагляду. Водночас перевіряється наявність техдокументації (паспорта, журналу, наявність у них записів). Оглядають сходи та майданчики, підкранові колії, кабіни, механізми, канати тощо. Перевіряють виучку обслуговуючого персоналу, дотримання попередніх приписів тощо.

*Статичним випробуванням* перевіряють міцність і стійкість металоконструкцій та механізмів. Здійснюють його шляхом навантаження машини, що на 25% перевищує її вантажопідйомність. Це відбувається наступним чином. Вантаж захоплюється гаком або іншим пристроєм, піднімається на висоту близько 2 – 3 м і в такому положенні утримується 10 хв. Після опускання вантажу за допомогою виска визначається величина залишкової деформації та її оцінка, вживаються заходи щодо ремонту конструкції.

Випробовуючи стрілові крани, їхню поворотну частину стріли встановлюють у положення, що відповідає найменшій стійкості, вантаж піднімають на висоту 1,0 – 2,0 м.

Статичне випробування підйомного механізму ліфтів проводять під навантаженням, що перевищує номінальне: на 100 % – пасажирські та вантажні, що супроводжуються провідником; на 50 % – малі вантажні ліфти, на 25 % – інші підйомні машини. Тривалість випробування становить 10 хв, піднімають вантаж на висоту не більше 1,0 м від підлоги.

Результати випробувань заносить у паспорт і прошнурований журнал особа, яка виконує огляд. На підйомних механізмах вказується допустиме робоче навантаження.

*Динамічні випробування* проводять вантажем, який на 10% перевищує вантажопідйомність машини, або робочим вантажем, що дорівнює вантажопідйомності. Для цього приводять у рух механізми машини (крана). Одночасно з динамічним випробуванням перевіряють дію кінцевих вимикачів та інших засобів безпеки. Результати випробувань записують у паспорт вантажопідйомної машини.

Установивши, що вантажопідйомна машина перебуває в нормальному робочому стані, важливо домогтися *безпеки праці в процесі її експлуатації*. Передусім необхідно забезпечити відповідність вантажу, який піднімається, встановленій вантажопідйомності машини. До цілковитого підйому вантажу його слід попередньо підняти на висоту 2,0 – 3,0 м для перевірки надійної дії гальм. Не допускається перебування людей, в тому числі й стропильників, між вантажем і стінами, колонами, штабелями, залізничними вагонами, верстатами та іншим обладнанням. Забороняється проводити роботи й піднімати вантаж невідомої ваги або примерзлий чи затиснутий між предметами. Забороняється під час підйому, опускання та переміщення вантажу перебувати під ним людям.

Стропильнику дозволяється бути поблизу вантажу під час підйому чи опускання за умови, що вантаж висить на висоті не більше 1 м від рівня площадки, на якій він стоїть. У процесі переміщення вантажу в горизонтальному напрямі його завчасно піднімають на висоту 0,5 м і вище предметів, які зустрічаються на шляху переміщення.

Укладання вантажу в напіввагони, платформи, автомашини здійснюється так, щоб забезпечити зручне та безпечне розвантаження, використовуючи при цьому прокладки, багатооборотні стропи, контейнери тощо.

Постійного нагляду вимагають підкранові колії, справність яких слід перевіряти кожний день (особливо ширину). В кінці колії, як вже згадувалося, влаштовують інвентарні упори, які здатні сприйняти удар механізму, який рухається з граничним робочим вантажем.

Вантажопідйомна машина не допускається до експлуатації:

- якщо її обслуговують не атестовані працівники і стропильники;
- якщо не призначені особи, відповідальні за справний стан або безпечне ведення робіт;
- якщо закінчився термін техогляду;
- якщо не виконані приписи технагляду;
- при виявленні тріщин у відповідальних частинах металоконструкцій;
- при недопустимому спрацюванні захватів канатів, несправності гальм;
- при виявленні несправностей, що загрожують безпеці людей.

Вантажопідйомні пристосування, знімні вантажозахоплюючі пристрої (траверси, стропи, ланцюги тощо) підлягають технічному огляду ще на підприємстві–виробнику. Вантаж для таких випробувань повинен перевищувати їх нормальну вантажопідйомність у 1,25 раза. Ван-

тажозахоплюючі пристосування в процесі експлуатації мають проходити періодичні огляди у такі строки: траверси – через кожних 6 місяців; стропи – через кожні 10 днів. Результати огляду знімних, вантажозахоплюючих пристроїв заносять в спеціальний журнал. Вантажозахоплюючі пристрої і тара повинні мати тавро, табличку і напис із зазначенням ваги і граничної ваги вантажу для транспортування якого вони призначені.

Обслуговування підйомних механізмів доручають особам, які атестовані кваліфікаційною комісією. Вони зобов'язані не менше одного разу на 10 днів проводити детальний огляд механізмів, перевіряти дію гальмуючих систем, справність запобіжних пристроїв.

### *Контрольні запитання та завдання*

1. Охарактеризуйте технічні засоби безпеки праці: огорожувальні, блокувальні, обмежувальні, вказівні та попереджувальні.
2. У чому полягає огляд та випробування вантажопідйомних машин і який порядок їх проведення?
3. Який порядок перереєстрації вантажопідйомних машин?
4. У якому випадку вантажопідйомні машини не допускаються до експлуатації?
5. Який порядок технічного огляду вантажопідйомних пристосовань?

## ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ ТРАНСПОРТУ

Безпека експлуатації будь-якого виду транспорту визначається передусім технічним станом доріг і рухомого складу та організацією робіт. Кожну з цих складових доцільно розглядати окремо для залізничного, автомобільного та конвеєрного транспорту, які використовують в умовах промислового і сільськогосподарського виробництва.

Аналіз травматизму під час експлуатації залізничного транспорту засвідчує, що основні причини нещасних випадків це:

- зіткнення потягів, що рухалися на заборонені сигнали;
- несправність гальм і пневмокористування ними на великих схилах;
- несправність колії;
- несправність рухомого складу;
- низький рівень механізації;
- недостатня кваліфікація персоналу;
- низька виробнича дисципліна;
- перехід людей через колію.

Вимоги безпеки до рухомого складу, споруд та устаткування залізничного транспорту регламентовані „Правилами безпеки залізничного транспорту промислових підприємств”.

На безпеку залізничного транспорту значною мірою впливають конструктивні особливості колії (нерівний похил, невідповідні ширина та радіуси заокруглень, будова переїздів, якість полотна тощо), технічний стан колії, недотримання габаритів наближених споруд щодо виступаючих частин рухомого складу на всій протяжності колії і особливо в місцях заокруглень.

Обов'язковою вимогою є прийняття в експлуатацію нової чи відремонтованої ділянки колії комісією. На кожен потяг має бути експлуатаційний паспорт.

Земляне полотно колії повинно мати високу стійкість. Рейки, шпали, баласт мають витримувати максимальне навантаження, а на схилах необхідно встановлювати протиугонні засоби.

Керівний нахил залізничної колії залежить від виду тяги: при тепловозній або електровозній не повинен перевищувати 0,04, моторвагонній – 0,08, паровозній – 0,025. Слід мати на увазі, що керівний

нахил 0,08 є небезпечним, особливо під час гальмування, а тому на практиці при моторвагонній тязі його приймають не більше 0,06. Максимальні радіуси стаціонарних колій визначають, виходячи з максимальної швидкості руху. У вертикальній площині він має бути більшим ніж 500 м. За менших радіусів можливе саморозчленування *автозачепок*.

Для запобігання просадки шпал через 5 днів після їх укладання на початку експлуатації колії проводять повторне баластування. Рейки до шпал переносних колій закріплюють шурупами, а підкладки з'єднують між собою металевими стержнями. Скріплюючи рейки, під гайки ставлять пружинні шайби. Для запобігання деформації чи розриву рейок між ними залишають компенсаційний зазор. На всіх похилах з метою недопущення сповзання рейок встановлюють протиугонні пристрої.

Ширина колії на прямих ділянках має бути 1524 мм із допусками 2 мм та +3 мм. На заокругленнях вона збільшується згідно з радіусом заокруглення. Взагалі ширина колії не повинна перевищувати 1553 мм, а звуження нижче 1522 мм недопустиме, оскільки це може призвести до сходження з рейок колісних пар. На криволінійних ділянках зовнішня рейка має бути вужчою за внутрішню залежно від радіуса кривої, а на прямих перевищення однієї рейки над другою приймається не більше 4 мм на постійних коліях і не більше ніж 20 мм – на тимчасових.

Чимало нещасних випадків трапляється на *переїздах*. На *постійних* коліях облаштування переїздів регламентується вимогами Міністерства транспорту України. На *тимчасових* переїздах:

- ширина автодороги має бути такою, як і на підходах до неї, але не вужче 3,5 м при односторонньому і 6,5 – при двосторонньому русі автотранспорту;
- поздовжній нахил автошляху не повинен перевищувати 0,01, перелом нахилу перед переїздом не повинен бути більше 5 м від крайньої рейки;
- нахил автошляху на підходах не може перевищувати 0,05;
- настил на переїзді має бути суцільним;
- кут перетинання автодороги та залізничної колії – не менше, ніж 45°;
- попереджувальні знаки мають бути типовими;
- перед переїздами електрифікованих залізниць встановлюють габаритні ворота не вище як 4,5 м, а їх ширина не менша, ніж ширина автодороги.



Видимість переїзду з залізниці має бути не менш ніж 400 м, а з автодороги – 50 м. На такій же відстані, але не меншій за шлях гальмування, встановлюють попереджувальні знаки.

Переїзди можуть охоронятися, а коли вони не охороняються, то мусять бути оснащені автоблокуванням і мати при цьому автоматичну сигналізацію.

У місцях переходів через колії з інтенсивним рухом повинні бути споруджені тунелі або мости. Пішохідні доріжки обладнуються спеціальним настилом, вхідними лабіринтами, облаштовуються попереджувальними знаками, а в нічний час – освітлюються.

У період проведення *ремонтних робіт* заборонено:

- розпочинати роботи на ділянці, не обладнаній належними сигналами;

- знімати сигнали до повного завершення робіт.

Місця проведення ремонтних робіт огорожуються з обох боків незалежно від того, передбачається рух поїздів чи ні.

*Якість залізничної колії* регулярно контролюється за допомогою універсального шаблону або колісвимірального візка.

При проходженні поїзда люди не повинні перебувати ближче, ніж за 2 м від крайньої рейки.

*Рухомий склад* має бути справним, надійним і безпечним.

Локомотиви повинні бути обладнані:

- системою гальм – не менше двох типів;
- звуковою сигналізацією;
- приладами контролю швидкості;
- засобами пожежогасіння;
- приладами освітлення.

Управління локомотивом дозволяється особі, яка пройшла теоретичну та практичну підготовку, здала іспити на право управління.

Оптимальний склад локомотивної бригади: машиніст, його помічник та зчіплювач-складач. Швидкість руху поїздів визначає адміністрація підприємства.

Особи, що влаштовуються на залізничний транспорт, мають пройти медичний огляд. Періодично проводиться перевірка знань правил охорони праці. Бригади поїздів перед кожною зміною проходять медогляд на наявність в організмі алкоголю чи наркотиків.

На відміну від залізничного, *автомобільний транспорт* має можливість маневру для обминання перешкоди й уникнення аварій. Крім цього, цей вид транспорту особливо за умов поганих доріг має значно менший шлях гальмування, ніж локомотив. У зв'язку з цим важливо

полотно автомобільної дороги відсипати зі стійких порід на стійких ґрунтах. Ширина дороги визначається, виходячи з ширини найбільших автомобілів, що експлуатуються, кількості смуг руху просвіту між автомобілями і ширини обочин.

Поперечний профіль на прямих ділянках має бути двоскатним з нахилом 0,02, що сприятиме нормальному стоку води з полотна дороги. На заокругленнях поперечний планують односкатним з нахилом до центру повороту до 0,06 залежно від радіусу кривої, а з боку борта влаштовується водовідвідний рів. Слід уникати мінімально допустимих радіусів заокруглення доріг, оскільки це призводить до частих аварій та швидкого спрацювання автомобілів. Якщо дорога має затяжний схил з нахилом 0,06, мають бути передбачені площадки з нахилом не більше 0,02 і довжиною не менше 50 м на кожні 600 м шляху.

За полотном дороги слід вести постійний догляд, особливо це стосується дощової погоди та зимового обледеніння, коли різко зменшується коефіцієнт зчеплення. Узимку його посипають піском і кам'яною кришкою.

Виходячи з вимог *безпеки руху*, технічний склад автомобілів має визначатися за якістю гальм, ходової частини та сигналізації. Перед початком зміни механік автогосподарства письмово засвідчує справність автомобіля. У випадку вимушеної зупинки на схилі водій ставить автомобіль на гальма і кладе під колеса упори.

Сучасні виробництва досить часто оснащені *конвеєрним* транспортом. Близько третини травм, пов'язаних з конвеєрним транспортом, стаються під час монтажу та демонтажу конвеєрів і така ж кількість – під час ремонту. Найчастіше це трапляється через відсутність або незадовільну якість огорожень рухомих возів, падання шматків породи з вантажної стрічки, але найважчі аварії трапляються внаслідок її розриву. Тоді десятки і навіть сотні тонн гірничої маси починають рухатися з прискоренням униз, досягаючи в межах натяжної станції швидкості до сотень метрів за секунду. Особливо це стає небезпечним у похилих стволах розробок, в зв'язку з чим кут поздовжнього нахилу конвеєра на спуску не має перевищувати 15°, а на підйомі – 18°. При використанні запобіжних пристроїв від скочування каміння кут нахилу може бути більший – до 24°.

Для уникнення впливу атмосферних явищ, конвеєри розташовують в галереях або виробках. Слід дотримуватися визначених відстаней до стіни з габаритного боку конвеєра – 0,7 м, з негабаритного – 0,4 м, між двома конвеєрами – 1 м. Від найвищої точки конвеєра до стелі відстань має бути не менше 0,6 м.

Стрічкові конвеєри, при нахилі понад  $6^\circ$ , повинні мати надійні гальма для запобігання зворотного ходу. Якщо ж нахил конвеєра перевищує  $10^\circ$ , на ньому на випадок розриву стрічки влаштовують спеціальні пристрої для її уловлювання.

Конвеєри обладнуються пристроями аварійної зупинки, для чого вздовж конвеєра натягують троси довжиною до 50 м кожний, приєднуючи їх до кінцевих вимикачів. Коли трос натягується, включається вимикач головного привода стрічки і конвеєр зупиняється.

Пуск конвеєра здійснюється лише з приводного пульта, звідки має бути видно весь конвеєр. У темний час доби конвеєрну лінію слід добре освітлювати.

Не дозволяється проводити ремонт, ручне змащування чи очищення конвеєра під час його роботи.

Для *підвісних вантажних канатних доріг* постійного призначення використовують сталеві несучі канати закритої конструкції з дроту, що мають антикорозійне покриття. Несучі, натяжні й тягові сталеві канати повинні відповідати ГОСТ 3241-66 "Канаты стальные. Технические требования". Для несучого каната запас міцності на розрив має бути трикратний, для тягового – з кратністю 4,54, для натягувального – 3,5.

Особлива увага приділяється кріпленню кінців несучих канатів, яке у з'єднувальних, кінцевих і перехідних муфтах дозволяється здійснювати лише шляхом заливання легкоплавними металами або за допомогою клинів. З'єднання тягових канатів проводиться відповідно до спеціальної інструкції. Несучі канати необхідно обов'язково заземлювати. Запас надійності зчеплення тягового каната з барабаном має бути 1,25. Такий же запас надійності встановлений для колодкових гальм.

Несучі, натяжні та тягові канати бракують у наступних випадках:

- якщо на будь-якій ділянці довжиною 2 м одна третина його зовнішніх дротів порвана;
- якщо поперечний перетин деформований;
- при збільшенні кроку зшивки;
- при втраті 20 % дротів.

Важливим протиаварійним заходом є періодичність огляду всіх елементів дороги, яке проводиться з використанням оптичних приладів не рідше одного разу на місяць. Допускається також огляд з допомогою спеціальних вагонеток, швидкість яких під час огляду не має перевищувати 1 м/с. Що ж стосується несучого канату, то його оглядають за допомогою оптичних приладів безпосередньо із землі.

Огляд і ремонт канатної дороги здійснюється під керівництвом відповідального інженерно-технічного працівника, якому вручається письмовий наряд із зазначеними заходами безпеки, причому огляд здійснюють не менше як дві особи.

Всі несучі опори мають мати драбини, які з висоти 12 м облаштовують огорожувальними дугами. При висоті понад 25 м драбини мають бути маркованими з площадками через кожні 12 м. Висота містків з підшивкою на рівні настилу 0,2 м.

Усі обертові елементи до висоти 2,5 м огорожують. На всіх станціях встановлюється кнопка “Стоп”. Кнопка “Пуск” має бути лише на загальному пункті управління. Всі станції забезпечуються двостороннім телефонним зв'язком та сигналізацією, яка з'єднана з центральним пунктом управління дороги. Перед пуском дороги подається звуковий сигнал.

Технічний огляд канатних доріг проводиться щорічно. Під час цих робіт проводять зовнішній огляд, статичні та динамічні випробування.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Які загальні вимоги безпеки при роботі транспорту? “
2. Які вимоги ставляться до технічного стану залізничних колій?
3. Які вимоги ставляться до рухомого складу?
4. Які вимоги ставляться до автомобільних доріг?
5. Які вимоги ставляться до технічного облаштування переїздів?
6. При яких кутах нахилів дозволяється робота конвеєрів?
7. Які вимоги ставляться до технічного стану конвеєрів?
8. Які заходи безпеки при ремонтах конвеєрів?
9. Які вимоги ставляться до надійності канатів?

## БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТРУБОПРОВІДІВ І ПОСУДИН, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ

До посудин, які працюють під тиском, належать герметично закриті апарати та комунікації, в яких відбуваються різні технологічні процеси, а також балони з тиском вище чи нижче атмосферного, які використовують для перевезення та зберігання стиснутих і зріджених вантажів. Із посудин, що працюють під тиском, найбільш поширені парові та водонагрівальні котли, автоклави, компресори, вулканізаційні преси, агрегати холодильних установок, барабанні і вакуумні сушильні машини, балони тощо.

Зупинимося на характеристиці основних трубопроводів, видів посудин і апаратів, які працюють під тиском.

*Трубопроводи* – це обладнання для транспортування рідин і газів. Відповідно до ГОСТ 14202 – 69 всі рідини та гази, які транспортуються, розбиті на десять груп. Для позначення виду речовини, яка транспортується, за нею закріплюють відповідні кольори (пізнавальні знаки): вода – зелений; пара – червоний; повітря – синій; кислоти – помаранчевий; луги – фіолетовий; рідини горючі та негорючі – коричневий; гази горючі та негорючі – жовтий; інші речовини – сірий.

Крім пізнавального фарбування на трубопроводи наносять фарбою попереджувальні (сигнальні) кольорові кільця: червоне – для вибухонебезпечних, вогнебезпечних, легкозаймистих; зелений – для безпечних або нейтральних; жовтий – для токсичних або з іншим видом небезпеки (наприклад глибокий вакуум, високий тиск, наявність радіації). Кількість сигнальних кілець визначає ступінь небезпеки.

*Балони* – це посудини для транспортування та зберігання стиснутих і розчинених газів. Розрізняють (згідно з ГОСТ 949 – 73) балони малої (0,4 – 12л), середньої (20 – 50 л) і великої (500 л) місткості. Залежно від газів заповнені балони фарбують у відповідні сигнальні кольори, а також на їхню поверхню наносять напис: азот – чорний, аміак – жовтий, бутан – червоний, вуглекислоти, повітря і кисень – чорний, водень – червоний тощо.

У верхній частині кожного сталюого балона вибивають такі дані: товарний знак підприємства-виробника, дата (місяць і рік) виготовлення (останньої перевірки стану) та дата наступної перевірки, вид термообробки металу балона; робочий і пробний гідравлічний тиск,

МПа; місткість балона, л; маса балона, кг; клеймо ВТК; позначення діючого стандарту.

*Кріогенні посудини* призначені для зберігання і транспортування різних зріджених газів: повітря, кисню, аргону тощо. Відповідно до ГОСТ 16024 – 79Е існують шість типів розмірів: 3; 6; 10; 16; 25 і 40л. Ці посудини маркують наступним чином. Наприклад СК – 40: посудина кріогенна місткість 40 л. Зверху фарбують сріблястою або білою емаллю, а посередині наносять смугу із назвою зрідженого газу. Крім описаних посудин, для зберігання великої кількості зрідженого газу використовують стаціонарні резервуари (місткість до 500 тис. л і більше), а для перевезення – транспортні посудини і цистерни об'ємом до 35 тис. л.

Безпечна експлуатація посудин, що працюють під тиском забезпечується:

- підвищеними коефіцієнтами запасу міцності на елементи конструкції посудини;
- найбільш раціональною безпекою конструкції посудини;
- високоякісними матеріалами для виготовлення посудин;
- запобіжними клапанами і мембранами, контрольно-вимірювальними приладами (манометрами, вказівниками рівня води, автоматичними регуляторами температури перегрітої пари).

До влаштування, виготовлення, установки та вмісту посудин ставляться жорсткі вимоги. Їх безпечну експлуатацію контролюють органами Держпромгірнагляду.

Правила влаштування і безпечної експлуатації посудин поширюються на посудини, що працюють під тиском понад  $0,7 \cdot 10^5$  Па ( $0,7$  кг/см<sup>2</sup>): цистерни, бочки для перевезення зріджених газів і балони для транспортування та зберігання стиснутих, зріджених і розчинених газів під тиском понад  $0,7 \cdot 10^5$  Па ( $0,7$  кг/см<sup>2</sup>); місткості, які вміщують понад 25 л, в яких добуток об'єму (літрів) на робочий тиск понад 200 Па; посудини, що працюють під тиском інших рідин з температурою вище точки кипіння при тиску  $0,7 \cdot 10^5$  Па ( $0,7$  кг/см<sup>2</sup>); посудини, цистерни для зберігання і перевезення зріджених газів, рідин і сипучих матеріалів без тиску, але які опорожнюються під тиском газу понад  $0,7 \cdot 10^5$  Па ( $0,7$  кг/см<sup>2</sup>) та ін.

Реєстрації в органах Держпромгірнагляду не підлягають: посудини, що працюють під тиском неїдких, неотруйних і не вибухонебезпечних середовищ при температурі стінки не вище 200 °С і у яких добуток об'єму в літрах на робочий тиск у паскалях не перевищує 500; місткості холодильних установок; балони для транспортування і зберігання

стиснутих, зріджених та розчинених газів об'ємом до 100 л, а також бочки для перевезення розріджених газів; посудини, балони-посудини та цистерни, які перебувають під тиском періодично при їх спорожненні тощо.

Всі посудини, реєстровані та нереєстровані в органах Держпромгірнагляду, мають обліковуватись власниками у спеціальній книзі обліку й огляду посудин, яка зберігається у відповідальній за їх експлуатацію особи з інженерно-технічного персоналу, призначеної наказом директора. Посудини, на які поширюється дія Правил, піддаються технічному огляду інспектором Держпромгірнагляду в присутності особи відповідальної за справність і безпеку експлуатації посудин на підприємстві. У процесі технічного огляду проводиться *зовнішній* і *внутрішній* огляд та гідравлічне випробування посудин.

Безпечність посудин і систем, які перебувають під тиском, в основному пов'язана із забезпеченням їх *герметичності*. Внутрішні об'єми герметичних пристроїв і установок обмежують середовище, яке може бути або робочим тілом, або виконує роль того середовища, в якому відбуваються основні робочі процеси. Значення параметрів цього середовища (наприклад температура або тиск) можуть значно відрізнятись від надзвичайно малих до надзвичайно великих.

Здебільшого розгерметизація пристроїв та установок є небажаною не лише з чисто технічної точки зору, але й небезпечна для обслуговуючого персоналу і виробництва в цілому, і досить часто супроводжується виникненням двох груп небезпеки.

*Перша група* пов'язана з вибухом посудини чи установки, які працюють під тиском. *Вибухом називають швидкоплинний процес фізичних і хімічних перетворень, які супроводжуються вивільненням великої кількості енергії в обмеженому об'ємі, внаслідок якого в навколишньому просторі утворюється і поширюється ударна хвиля, здатна створювати небезпеку життю і здоров'ю людей.*

Наведемо основні причини вибухів балонів.

1. Падіння балонів та удари об тверді тіла. Воно особливо небезпечне при низьких температурах, оскільки в такому випадку в'язкість сталі, з якої виготовлений балон значно знижується і він стає крихкішим і легше руйнується від удару.

2. Збільшення тиску в балонах внаслідок можливого їх нагрівання сонячним промінням, тепловипромінюваними поверхнями та іншими джерелами. Під час нагрівання тиск стисненого газу в балонах швидко зростає, що може призвести до вибуху; особливо небезпечне нагрівання балонів, наповнених зрідженим газом.

3. Наповнення балонів зрідженими газами до повного об'єму.

Враховуючи можливе розширення зріджених газів від нагрівання, при наповненні балонів залишають вільний об'єм (газову подушку), яка становить 10 % об'єму балону і більше.

Друга група небезпеки залежить від властивостей речовин, що наявні в обладнанні, яке працює під тиском. Наприклад, обслуговуючий персонал може одержати термічні опіки, якщо в розгерметизованій установці були речовини з високою або низькою температурою. Якщо ж в посудині містилися агресивні речовини, то працюючі можуть одержати хімічні опіки; виникає також небезпека отруєння персоналу. Отже, головною проблемою є забезпечення герметичності посудин.

Безпечна експлуатація посудин, що перебувають під тиском забезпечується відповідністю їх технічного рівня встановленим вимогам; технічним оглядом, організацією безпечного догляду та обслуговування.

З точки зору безпеки технічний рівень посудин, які розміщені під тиском, визначається *міцністю вузлів і конструкцій, щільністю з'єднань і надійністю роботи приладів безпеки.*

Міцність посудин є найважливішим фактором їх безпечності. Вона досягається під час виготовлення і контролюється у процесі експлуатації з використанням різних дефектоскопічних методів, описаних нижче.

*Люмінесцентний метод* застосовується для виявлення поверхневих дефектів, головним чином тріщин. Він базується на властивостях речовин (люмінофорів) випромінювати світіння (флюоресціювання) під дією ультрафіолетових променів. Люмінофор наносять на поверхню посудини. Опісля поверхню просушують теплим повітрям, порошком (наприклад оксидом магнію), який добуває люмінофор з тріщин і частково сам в них проникає. Відтак контрольоване місце посудини в затемненому приміщенні піддають опромінюванню, внаслідок чого порошок флюоресцинує. Тріщини виявляються у вигляді світлих ліній.

*Ультразвуковий метод.* Тут використовують електроакустичні перетворювачі, які за допомогою поширення ультразвукових хвиль дають змогу виявляти внутрішні дефекти.

*Метод магнітної дефектоскопії* полягає у виявленні полів розсіювання, які утворюються під час намагнічування у місцях дефектів.

*Рентгенівський метод* оснований на здатності рентгенівських променів проникати через непрозорі тіла. Його головний недолік – небезпека для обслуговуючого персоналу.



*Металографічні дослідження* зводяться до вивчення макро- і мікроструктури металопосудин на зломі, особливо у процесі досліджування зварних швів (непровар, мікротріщини, пори та шлакові включення).

*Механічне випробування* здійснюють на розтяг і згин для визначення границі міцності та пластичності металу, а також на ударну в'язкість. Результати дослідження порівнюють з допустимою міцністю.

Під час *гідравлічних випробувань* перевіряється герметичність і міцність випробовуваного об'єкту.

Для гідравлічних випробувань пристроїв та посудин звичайно застосовують воду з регламентованою температурою. Вимірювання тиску здійснюють двома манометрами, один з яких контрольний.

Якщо внаслідок особливих вимог проведення гідравлічного випробування неможливе, його можна замінити пневматичним. У цьому разі джерело тиску і манометри виносяться за межі приміщення.

Особливу увагу слід приділяти *приладам безпечності парових котлів*, зокрема стану запобіжних клапанів, покажчиків рівня води, арматури тощо.

*Запобіжні клапани* – це пристрої, які спрацьовують, якщо тиск в котлі досягає заданого (допустимого) рівня. Їх кількість зумовлюється продуктивністю котла. Сумарна пропускна здатність запобіжних клапанів не має бути меншою за його годинну продуктивність. У запобіжних клапанах передбачається можливість перевірки їх дії в робочому стані шляхом вимушеного відкриття.

Парові запобіжні клапани оснащуються кожухами, які оберігають працівників від опіків під час їх спрацювання. У процесі монтажу отвори для виходу пари під час їх спрацювання спрямовують у бік зони, безпечної для обслуговуючого персоналу.

Зривні та запобіжні клапани встановлюють на топках і димоходах котлів, що працюють на пиловидному, рідкому та газовому паливі для скидання вибухової хвилі.

Конструкцією зривного клапана забезпечується надійне багаторазове спрацювання під час виникнення аварійного надлишкового тиску гарячих газів у топці котла. Клапани обладнують кожухом, щоб не допустити можливого контакту з ними обслуговуючого персоналу під час роботи котла.

*Покажчики рівня води.* За недостатньої кількості води у котлі його стінки перегріваються, оскільки теплота гарячих газів, що розрахована на нагрівання та випаровування води, не відводиться. Внаслідок цього механічна міцність металу стінок котла зменшується і утворюється випучина, у якій з подальшим підвищенням тиску з'являються тріщини,

внаслідок чого котел вибухає. Для запобігання вибуху на котлі встановлюють показчики рівня води. Вони не потрібні за умови, що конструкції котлів не вимагають контролю за рівнем води.

Контроль рівня води ведуть за двома і більше показниками прямої дії з товарними шкалами, на які нанесені межі найнижчого та найвищого рівнів води. У верхній частині водогрійних котлів встановлюють пробний кран.

На показниках рівня встановлюють нерухомі показчики нижнього та верхнього допустимого рівня води в котлі, які обладнують запірною апаратурою для вимикання від котла. Котли продуктивністю понад 0,7 т/год обладнують автоматичними сигналізаторами рівня води. Всі ці прилади автоматично забезпечують безпеку котлів.

Водночас на котлах розміщують вказівні прилади для вимірювання (контролю) тиску і температури води, пари і газів: манометри (рис. 15.1) і термометри різних конструкцій, які забезпечують можливість постійно стежити за режимом роботи котла, своєчасно впливати на його нормалізацію.

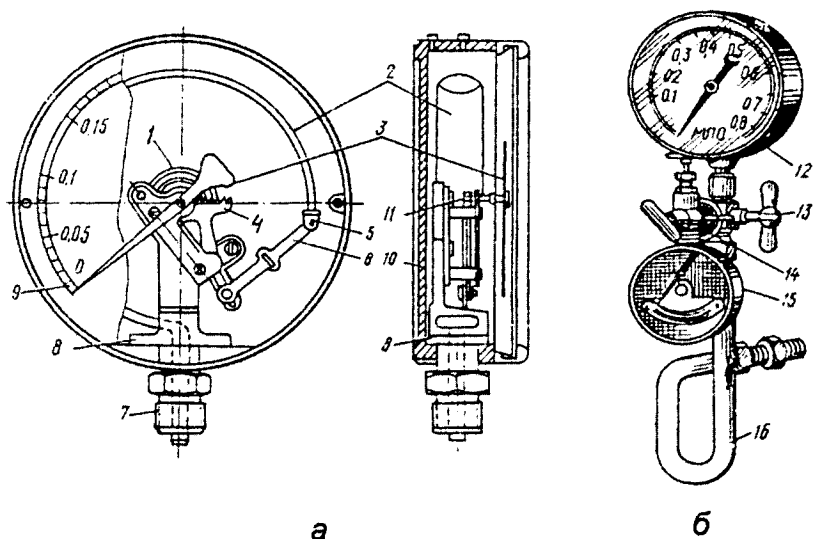


Рис. 15.1. Манометри для вимірювання та контроль тиску:

*a* – манометр робочий; *б* – манометр контрольний.

- 1,2 – спіральна або трубчаста пружини; 3 – стрілка; 4 – зубчатий сектор;  
 5 – шарнір; 6 – плече; 7 – ніпель; 8 – стійка; 9 – шкала; 10 – корпус;  
 11 – зубчате колесо; 12,15 – манометри; 13 – триходовий кран;  
 14 – фланець; 16 – сифонна трубка

Повну безпечність роботи котлів забезпечують також зворотні клапани, пристрої для виділення з системи повітря приладами, які автоматично припиняють подавання палива до пальників.

Технічний огляд, випробування котлів і посудин має чітко виконуватись як за строками, так і за змістом відповідно до діючих Правил.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Дайте визначення поняття «посудина, яка працює під тиском».
2. Які види посудин, що працюють під тиском, ви знаєте?
3. Якими заходами і засобами можна домогтись безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском?
4. Які види місткостей посудин підлягають контролю Держнаглядохоронпраці?
5. Які види місткостей посудин не підлягають контролю Держпромгірнагляду?
6. Назвіть дефектоскопічні методи перевірки міцності посудин.
7. За якою формулою визначають пробний тиск на заводі-виготовлювачі?
8. Охарактеризуйте прилади безпечності парових котлів.

## ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА ТА БЛИСКАВКОЗАХИСТ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

### 16.1 Електричний струм і його дія на людину

Сучасне виробництво органічно пов'язане з широким застосуванням електроенергії, особливо це стосується технологічного і транспортного устаткування. У процесі роботи з електричними установками, приладами і агрегатами необхідно дотримуватись вимог електробезпеки, які є системою організаційних і технічних заходів і засобів. Лише в такий спосіб можна забезпечити людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги та статичної електрики.

Як відомо, *електричним струмом називають всякий упорядкований рух носіїв електричних зарядів*. У металах такими носіями є електрони – негативно заряджені частинки з елементарним зарядом.

*Силою струму  $I$  називають кількість  $dg$  електричних зарядів, які проходять через поперечний переріз провідника за безмежно малий проміжок часу  $dt$ :*

$$I = \frac{dg}{dt}. \quad (16.1)$$

Якщо за певні рівні проміжки часу через поперечний переріз провідника переходить однакова кількість зарядів, струм називають *постійним (за величиною і напрямом)*. Силу струму вимірюють в амперах (А).

Якщо ж сила струму або напрям струму змінюється в часі, то такий струм називають *змінним*. Струми, які змінюються лише за величиною, називають *пульсуючими*.

На рис. 16.1 показані графіки залежності величини струму від часу для трьох видів – постійного, змінного та пульсуючого.

*Електричною дугою називають тривалий самостійний електричний розряд у газах, який підтримується за рахунок термоелектронної емісії (вихід електронів із металу внаслідок перегріву) із негативно зарядженого електрода – катода.*

*Ураження електричним струмом організму людини називають електротравмою. На виробництві кількість травм викликаних електричним струмом, відносно невелика, і становить 11 – 12 % від загального числа, проте із всіх випадків травм зі смертельним наслідком на електро-*

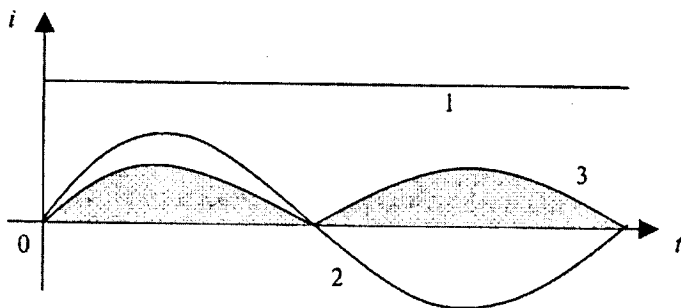


Рис.16.1. Залежність величини струму від часу:  
 1 — постійний струм; 2 — змінний синусоїдальний струм;  
 3 — пульсуючий струм

травми припадає найбільша кількість (близько 40 %). До 80 % усіх випадків ураження електричним струмом зі смертельним кінцем припадає на електричну напругу до 1000 В, у першу чергу тих, хто працює під напругою 220 – 380 В.

Будова живого організму з різноманітних клітин і розчину солей визначає його різний електричний опір. Вплив електричного струму на організм людини зумовлює порушення нормального біоелектричного та спричиняє параліч. Важкість ураження залежить від роду електричного струму, напруги та сили струму, опору тіла людини, частоти струму, шляху проходження струму через тіло людини, частоти струму, часу дії струму, навколишніх умов (температури, вологості, атмосферного тиску, та інших фізичних і фізіологічних факторів).

Проходячи через організм людини, електричний струм зумовлює термічну, електролітичну та біологічну дію. Термічна дія виявляється у нагріванні та опіках різних частин і ділянок тіла, електролітична – у зміні складу (розклад) і властивостей крові та інших органічних речовин. Біологічна дія електричного струму зумовлює подразнення та збудження живих тканин організму, порушує в ньому різні внутрішні біоелектричні процеси. Прикладом таких порушень може бути припинення процесу дихання та зупинка серця.

Електротравми поділяють на *загальні* (електричні удари) і *місцеві*, під якими розуміють чітко виражені місцеві пошкодження тканин організму, викликані впливом електричного струму або електричної дуги. Загальна електротравма (електричний удар) – це ураження центральної нервової системи, яке супроводжується судомним скороченням м'язів, зупинкою дихання, фібриляцією та зупинкою серця. Місцеві

електротравми – це електричні опіки, електричні знаки на шкірі, металізація шкіри, механічні пошкодження і електрофтальмія (запалення зовнішньої оболонки ока).

Опір сухого шкіряного покриву людини коливається в межах 60 – 400 тис. Ом · см<sup>2</sup>, а вологого 600 – 1000 Ом · см<sup>2</sup> і менше, що пояснюється переходом струму через пітні залози і підшкірну область тіла.

За наслідками впливу струму на людський організм, струми поділяють на порогові, відпускаючі та втримуючі.

Величина відчутних *порогових* струмів залежить від напруги та індивідуальних особливостей людини і перебуває в межах 0,6 – 5 мА.

*Відпускаючими струмами* вважаються такі, за яких людина ще може самостійно перервати електричне поле, яке проходить через її тіло, тобто вимкнутись з-під напруги. Відпускаючі значення змінного струму – близько 15 мА, а постійного – 50 – 80 мА.

*Втримуючими струмами* називають струми, за яких людина не може самостійно вимкнутись з напруги.

Досліди доводять, що відносно тривала дія відпускаючих струмів може викликати втрату управління м'язами, а за відсутності допомоги – можливі смертельні наслідки. Тому їх можна вважати лише умовно безпечними.

Втримуючі струми спричиняють сильні та болючі судоми м'язів, які людина не в змозі подолати. З часом їх сила зростає, що зумовлює важкі пошкодження. Особливості впливу електричного струму на організм людини залежно від його сили наведені в табл. 16.1. Слід відзначити зв'язок між шляхом проходження струму і важкістю ураження. Наприклад, якщо на шляху струму опиняються життєво-важливі органи – серце, легені, головний мозок – небезпека ураження надзвичайно велика. Коли струм не зачіпає їх, то ймовірність важких наслідків різко зменшується.

Небезпечно для людини і тривале проходження струму. Збільшення частоти струму до 50 Гц збільшує небезпеку ураження людини. У подальшому ця небезпека понижується і на частоті 450 – 500 кГц повністю зникає.

У нашій країні прийнято вважати безпечною напругу 12В для приміщень з відносною вологістю 80 – 90 % і під час роботи на відкритому повітрі (складах). У сухих приміщеннях безпечною можна вважати напругу в 36 В.

Фізично здорові та міцні люди легше переносять електричні удари, ніж хворі та кволі.

## Характер впливу електричного струму на організм людини

Сила струму, мА	Змінний струм	Постійний струм
0,6 – 1,5	Початок відчуття слабкий	Не відчувається
2,0 – 4,0	Відчуття поширюються на зап'ястя руки	Не відчувається
5,0 – 7,0	Слабкі болі відчуються по всій руці	Початок відчуття Відчуття нагріву шкіри під електродом
8,0 – 10,0	Сильні болі та судоми по всій руці. Руки важко, але ще можна відірвати від електродів	Посилене відчуття нагріву
10,0 – 15,0	Важкі болі по всій руці. Руки неможливо відірвати від електродів	Ще більше відчуття нагріву під електродом та в прилеглих областях
20 – 25	Руки миттєво паралізуються, сильні болі, дихання утруднюється	Посилення відчуття нагріву шкіри, відчуття скорочення м'язів рук
25...50	Дуже сильний біль у руках та грудях. Дихання вкрай утруднене. Послаблення діяльності серця	Відчуття сильного нагріву, болі та судоми в руках. При відриванні рук виникають сильні болі
50...80	Можливий параліч. Через декілька секунд паралізується дихання та робота серця. Може наступити фібриляція серця	Відчуття сильного нагріву, сильні болі в руці і грудях. Затруднене дихання. Руки неможливо відірвати від електродів

Згідно з ГОСТ 12.1.038 – 82 встановлені такі значення гранично допустимої величини сили струму для людини у разі тривалості дії не більше 10 хв:

- сила змінного струму 0,3 мА, постійного 1 мА;
- напруга змінного струму 2 В, напруга постійного 8 В.

Значення порогових струмів і допустимих для людини сили струму та напруги залежно від тривалості дії наведені у табл. 16.2 – 16.3.

Таблиця 16.2

**Гранично допустимі сили струму та напруг,  
що діють на людину, залежно від тривалості дії**

Параметр	Гранично допустимі сили струму, що діють на людину за тривалістю дії, с											
	0,01- 0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	Понад 1
Сила струму	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6
Напруга	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36

Таблиця 16.3

**Характеристики електричних струмів та напруг  
частотою 50 Гц щодо дії на людину**

Параметр	Сила струму, мА
Гранично допустимий струм за тривалості дії	0,3
Порогів відчутний струм	0,6 – 1,5
Порогів невідпускаючий струм	10 – 15
Порогів фібриляційний струм	100

*Статична електрика* – це сукупність явищ, пов'язаних із виникненням, збереженням, релаксацією (послабленням) звільненого електричного заряду на поверхні та в об'ємі діелектричних і напівпровідникових речовин, матеріалів, виробів або на ізольованих провідниках.

Якщо брати до уваги людський організм, то його можна розглядати як увімкнений провідник з певним електричним опором. Під впливом електричної напруги відбувається пробиття шкіряного покриву і різке зниження електричного опору тіла, найчастіше ураження електричним струмом відбувається за напруги 127,220 і 380 В.



Більше третини усіх електротравм припадає на електроудар, під що розуміють збудження живих тканин організму електричним струмом, що проходить через нього і супроводжується судомними скороченнями м'язів тіла. За тяжкістю наслідків електроудари поділяють на чотири ступені:

- перший – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;
- другий – судомні скорочення м'язів із втратою свідомості. Дихання та діяльність серця зберігаються;
- третій – втрата свідомості. Порушення серцевої діяльності та дихання;
- четвертий – клінічна смерть, тобто відсутність дихання та коло-обігу зі збереженням можливого подальшого відновлення цих функцій.

Слід розрізнати поняття клінічної і біологічної смерті. У здорових людей, які піддалися впливу електричного струму, тривалість клінічної смерті триває 7 – 8 хв. За цей період засобами сучасної медицини (реанімація) можливе оживлення організму. Пізніше у клітинах і тканинах організму виникають незворотні зміни, тобто настає біологічна смерть.

Людина може одержати електротравму:

- під час доторкання неізольованих струмовідних частин, що перебувають під напругою;
- під час наближення на небезпечну відстань до неізольованих струмовідних частин, які перебувають під напругою;
- внаслідок дотику до струмовідної (металевої) оболонки (корпуса) електрообладнання, яка опинилася під напругою;
- внаслідок потрапляння під напругу при звільненні людини від впливу струму;
- внаслідок кроку в зону протікання струму;
- при впливі атмосферної електрики, грозових розрядів і статичної електрики або електричної дуги.

## **16.2. Класифікація приміщень за електробезпекою**

*Захисне заземлення* – це умисне сполучення із землею або її еквівалентом металевих неструмовідних частин (корпусів) електрообладнання, які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження робочої ізоляції.

Заземлення відповідно до правил влаштування електрообладнання виконується в таких випадках:

- для всіх електроустановок за номінальної напруги 380 В і вище змінного струму та 440 В і вище постійного струму;

- для електроустановок, розміщених у приміщеннях з підвищеною і особливо небезпечною та поза приміщеннями – за номінальної напруги понад 42 В змінного струму і понад 110 В постійного струму;

- для вибухонебезпечних електроустановок за будь-якої напруги змінного чи постійного струму.

Фізична суть захисного заземлення полягає у зниженні напруги дотику, тобто від напруги на корпусі електроустановки (у випадку пошкодження робочої ізоляції) і переходу напруги на металевий корпус відносно землі.

Небезпеку ураження людини електричним струмом значною мірою зумовлюють фактори середовища – підвищення температури та вологості повітря у приміщенні, струмопровідні підлоги та пил у повітрі тощо.

Виробничі приміщення залежно від характеру навколишнього середовища та заходи електронезбезпеки поділяють на приміщення з *підвищеною небезпечністю (I)*, *особливо небезпечні (II)* та *без підвищеної небезпечності (III)*.

Приміщення першої групи. Характеризуються однією з п'яти умов підвищеної небезпечності: відносна вологість (сирість) здебільшого перевищує 75%; наявність струмопровідного пилу та струмопровідної підлоги (металічної, земляної, залізобетонної); висока температура здебільшого перевищує +35 °С; можливість одночасного дотикання людини до металоконструкцій, будівель, машин, які сполучені з землею, і до металевих корпусів електрообладнання.

Приміщення другої групи. Задовольняють одну із таких умов: особлива сирість (вологість досягає до 100 %); хімічно активне або біологічне середовище (агресивні гази, пара та рідини, які негативно впливають на ізоляцію струмопровідних частин обладнання); поєднання двох і більше умов підвищеної небезпечності.

Приміщення третьої групи. Не мають умов, які б створювали підвищену або особливу небезпечність.

### **16.3. Класифікація та характеристика способів і засобів електронезбезпеки**

Технічні засоби захисту від ураження електричним струмом поділяють на колективні та індивідуальні засоби, які попереджують доторкання до елементів електромережі, що перебуває під напругою, і засоби, які забезпечують від ураження, якщо доторкання все ж таки відбулося.

До основних способів і засобів електрозахисту належать:

- ізоляція струмопровідних частин та її безперервний контроль;
- установка обмежувальних пристосувань;
- попереджуюча сигналізація та блокування;
- використання знаків безпеки і попереджувальних плакатів;
- використання малих напруг;
- електричне розділення мереж;
- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання потенціалів;
- захисне відімкнення;
- засоби індивідуального електрозахисту.

На рис. 16.2 показана класифікація технічних способів і засобів захисту від ураження електричним струмом, що гарантують безпеку під час нормального режиму роботи електроустаткування.

Надійним засобом захисту від електричного струму є електрична ізоляція, опір якої має дорівнювати  $1000 U$ , Ом, де  $U$  – напруга мережі. Робоча ізоляція забезпечує нормальну роботу електроустановки і захист від ураження електричним струмом. Інколи передбачають додатково підсилену та подвійну ізоляцію.

Якщо електричні проводи або інші струмопровідні частини не можуть бути ізольованими, то їх влаштовують або на недоступній для

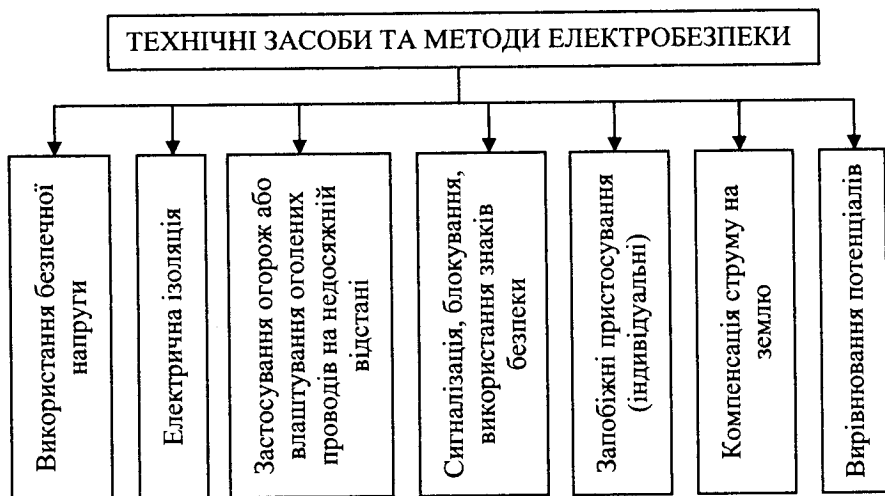


Рис. 16.2. Технічні засоби та методи електробезпеки

зіткнення з людиною відстані, або ж обносять спеціальними оголодженнями, виготовленими з важкогорючих або негорючих матеріалів.

До частозастосовуваних засобів електробезпеки можна віднести звукову, світлову та плакатну сигналізацію. Наприклад, звуковий сигнал, червоне світло, плакат "Стий, небезпечно для життя" попереджують про небезпеку, зокрема, наявність напруги в електроустановках. Зелене світло сповіщає про зняття цієї напруги. Плакати можуть носити *запобіжний, забороняючий і нагадувальний* характер ("заземлено").

Від електротравматизму ефективно захищають *блокувальні пристрої*, що відключають подачу напруги, коли людина потрапляє в небезпечну зону.

Здебільшого використовують спеціальні *запобіжні пристосування* (ізолювальні штанги, ізолювальні та струмовимірювальні кліщі, діелектричні рукавички, килими, калоші). Як запобіжні застосовують також запобіжні пояси, монтерські кігті, драбини.

У чотирипровідній системі трифазного струму між нейтраллю та землею вмикають компенсаційну котушку, водночас заземлюють і передбачають автоматичне вимикання.

Контурним заземленням вирівнюють напругу дотику, тим самим понижуючи її небезпечний вплив на людину.

В електромережах значної протяжності для зниження ємності застосовують метод їх поділу за допомогою розподільного трансформатора.

Найпоширенішим і найнадійнішим засобом електрозахисту вважається захисне заземлення та занулення. Застосовується воно при напрузі змінного струму 380 В і вище, а постійного – 440 В і вище у всьому електроустановці.

*Занулення обладнання* – це навмисне електричне з'єднання з рульовим електричним дротом металевих неструмовідних частин, які можуть опинитись під напругою. Занулення виконують у тих самих випадках, що і захисне заземлення.

До роботи з електроустановками допускають осіб, які не мають медичних протипоказань і пройшли інструктаж та навчання безпечних методів праці, перевірку знань правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади стосовно виконуваної роботи з присвоєнням відповідної кваліфікаційної групи з техніки безпеки.

Для досягнення безпечності робіт на діючих електроустановках виконуються такі організаційні заходи:

- призначення осіб відповідальних за організацію і ведення робіт;
- оформлення наряду або розпорядження на ведення робіт;
- здійснення допуску до проведення робіт;
- організація нагляду за проведенням робіт;
- оформлення закінчення робіт;
- перерви у роботах;
- переведення на інші робочі місця.

Перелік робіт, які вимагають допуску, встановлюється галузевою нормативно-технічною документацією.

Проведення робіт на струмопровідних частинах, що перебувають під напругою або поблизу них, здійснюються за нарядом не менше ніж двома особами, з застосуванням електрозахисних засобів під безперервним наглядом.

#### 16.4. Захисні заходи у випадку аварійного стану електроустановки

При замиканні фази на корпус електроустановки людина, що доторкнулася до цього корпусу, потрапляє під фазну напругу (рис. 16.3). Під час заземлення людина і заземлювач вмикаються в паралельні гілки. При замиканні на землю ( $I_z$ ) сила струму, що проходить через людину ( $I_n$ ), становить:

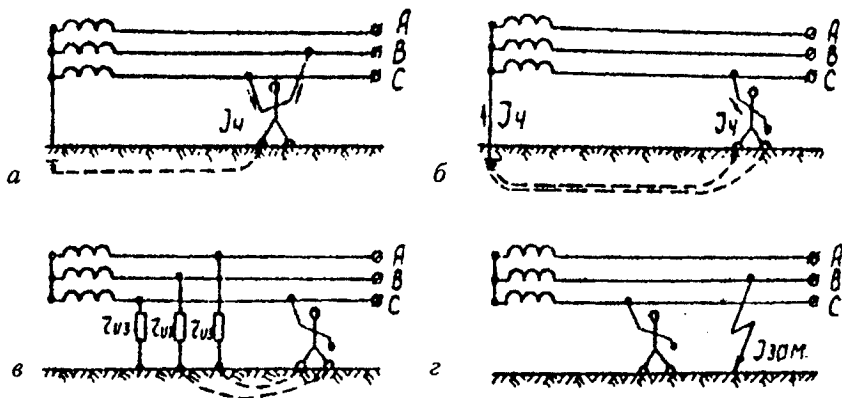


Рис. 16.3. Схема вмикання людини до електричної мережі:  
 а – двофазне; б – однофазне до мережі з глухо заземленою нейтраллю;  
 в – однофазне до мережі з ізолюваною нейтраллю; г – однофазне до мережі з ізолюваною нейтраллю, одна з фаз якої замкнена на землю

$$I_n = \frac{I_3 R_3}{R_n} K_1 K_2, \quad (16.2)$$

де  $R_3$  і  $R_n$  – відповідно опір заземлювача та людини;  $K_1$  і  $K_2$  – коефіцієнт напруги дотику та коефіцієнт, який враховує спад напруги в додаткових опорах ланцюга людини.

Сила струму замикання на землю визначається лише величинами опорів витоку  $r$ , оскільки вони порівняно з опором захисного заземлення  $R_3$  мають велике значення. У зв'язку з цим, зменшуючи опір захисного заземлення  $R_3$ , можна одержати таку напругу на корпус електроустановки відносно землі, коли сила струму, що протікатиме через тіло людини в разі дотику до корпусу, буде безпечним.

Приймаючи струм короткого замикання  $I_3 = 10$  А (що набагато вище фактичного), а також безпечну напругу, яка дорівнює 40 В, обчислимо опір заземлювача

$$R = \frac{U_6}{I_3} = \frac{40}{10} = 4 \text{ Ом}. \quad (16.3)$$

Коефіцієнти  $K_1$  і  $K_2$  засвідчують, що напруга дотику менша напруги на заземлювачеві. Тому,  $R = 4$  Ом слід розглядати, як необхідну умову оптимального заземлення, що має бути покладено в основу розрахунку.

Конструктивно захисне влаштування – це сукупність заземлювача (металевого провідника або групи провідників, які перебувають у безпосередньому зіткненні з ґрунтом) і заземлювальних провідників, що з'єднують заземлені частини устаткування із заземлювачами (рис. 16.4).

*Заземлювач* – це металоконструкція, яка розміщена в ґрунті і має з ним хороший електроконтакт. Заземлювачі бувають натуральні та штучні. У ролі натуральних заземлювачів використовують різноманітні металоконструкції, які мають добрий контакт із землею.

Натуральні заземлювачі виконують будівельні або технологічні функції і водночас застосовуються для заземлення.

Штучні заземлювачі – це спеціально сконструйовані металоконструкції.

Правила влаштування електроустановок передбачають використання передусім натуральних заземлювачів.

Конструкції заземлень згідно з правилами влаштування електроустановок повинні відповідати таким вимогам:

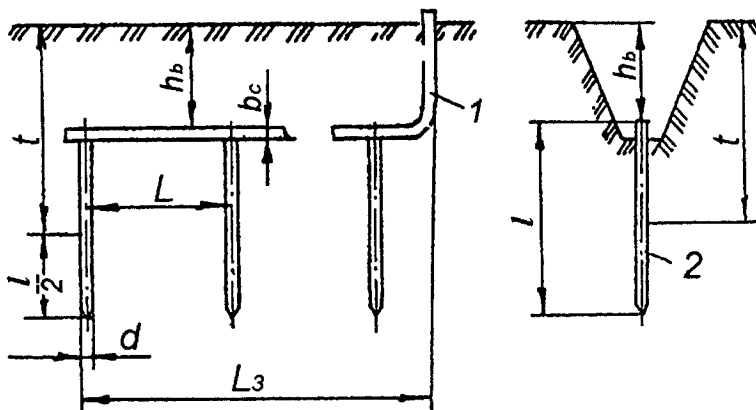


Рис. 16.4. Схема розміщування заземлювачів (труб) групового заземлення: 1 – з'єднувальна стрічка; 2 – заземлювач (труба);  $h_b$  – глибина закладання заземлювачів;  $L$  – відстань між заземлювачами;  $t$  – відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту;  $l$  – довжина заземлювача (стержня або труби);  $b_c$  – ширина з'єднувальної стрічки

• усі з'єднання у мережі заземлення мають бути зворотними, виняток допускається лише в місцях приєднання заземлювальних провідників до корпусу – приєднання «під болт»;

• корпуси до магістралей заземлення слід приєднувати тільки паралельно;

• магістраль до заземлювача необхідно приєднувати не менше ніж у двох точках.

Випробовування заземлювальних пристроїв виконують після монтажу, капітального ремонту (не рідше одного разу на 12 років для електроустановок Мінпаливенерго і на 3 роки для електроустановок споживачів), а також у міжремонтний період (4 роки передбачені місцевими інструкціями).

Залежно від розташування заземлювачів стосовно заземлюваного обладнання, концентрації заземлення бувають виносними (зосередженими) і контурними (розподіленими).

У контурних заземлювальних пристроях заземлювачі розташовують по контуру (периметру) будівлі, в якій розміщені електроустановки, що їх треба заземлити.

Групи виносних заземлювачів з'єднують з об'єктом магістраллю заземлення, кабельною лінією.

При контурному заземленні заземлювачі розташовуються по периметру і всередині майданчика, на якому встановлено заземлене обладнання, електрично з'єднуються. Під час замикання на корпус струм стікає на землю, на поверхні території майданчика з'являється підвищений відносно прилеглої території потенціал.

Зовнішній заземлювальний контур звичайно формується ззовні будівель. Для цього за межами відстанки будинку, в спеціально викопаній траншеї глибиною 0,6 – 0,8 м вбивають вертикальні заземлювачі на відстані один від одного 1 – 3 м, що дорівнює довжині заземлювача. Вертикальні заземлювачі з'єднують між собою металевою смугою. Утворюється замкнутий по периферії приміщення контур, від якого в середину будинку виводяться провідники, які також з'єднуються з внутрішнім контуром.

Внутрішній контур, до якого приєднуються корпуси електроустановок – це закріплений на внутрішній стіні приміщення провідник, що з'єднується із зовнішнім контуром. Слід уважно перевіряти надійність зварювальних з'єднань в конструкції заземлення.

Опір розтікання струму з одного заземлювача (стержня, труби) залежить від питомого опору ґрунту, глибини від поверхні землі до верху заземлювача і розмірів самого заземлювача (труби), його визначають за виразом:

$$R_{\text{труби}} = 0,336 \frac{\rho}{l} \left( \lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (16.4)$$

де  $\rho$  – питомий опір ґрунту, Ом · м;  $l$  – довжина заземлювача, м;  $d$  – діаметр заземлювача, м;  $t$  – відстань від поверхні заземлювача до середини вертикального заземлювача, м.

$$t = h_b + \frac{1}{2}. \quad (16.5)$$

де  $h_b$  – глибина виконаної траншеї, в яку вбивають вертикальні заземлювачі, м.

Внутрішній контур, до якого приєднуються корпуси електроустановок – це закріплений на внутрішній стінці приміщення провідник, який з'єднується із зовнішнім контуром. Велику увагу слід приділяти надійності з'єднань у конструкції заземлення. Розміщення вертикальних заземлювачів може бути локальним. На рис. 16.5. – 16.6. зображені схеми контурного та виносного заземлення.

Надійнішими є заземлювальні пристрої з прямокутним зовнішнім контуром, розташованим довкола будівлі, але вони вимагають більших затрат на їх влаштування. Простіше виконати локальне заземлення.



Вибравши схему побудови заземлення та вид матеріалу слід розрахувати:

- опір розтікання струму одного заземлювача та кількість заземлювачів;
- довжину з'єднувальної смуги та її опір за струмом розтікання;

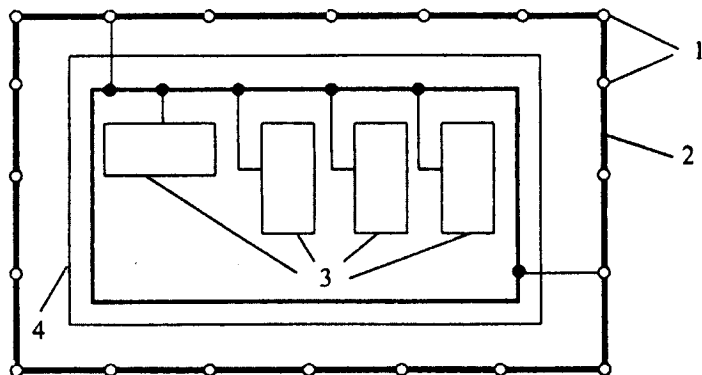


Рис. 16.5. Схема контурного заземлення:  
1 – заземлювачі; 2 – заземлювальні провідники; 3 – заземлюване обладнання; 4 – виробниче приміщення

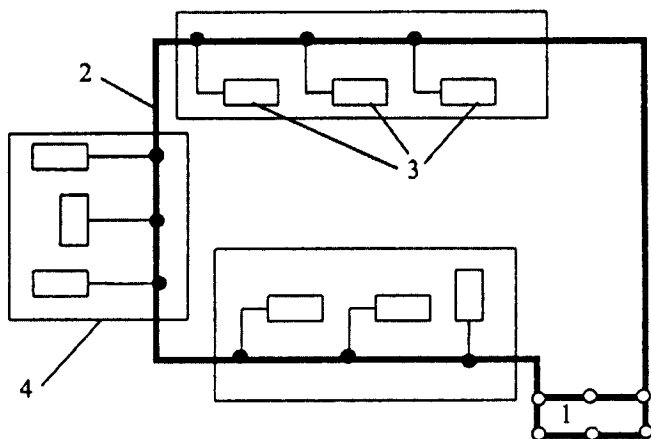


Рис. 16.6. Схема виносного заземлення:  
1 – заземлювачі; 2 – заземлювальні провідники; 3 – заземлюване обладнання; 4 – виробничі будівлі

• загальний опір розтікання струму заземлення, який необхідно порівняти його з допустимим опором ( $R = 4 \text{ Ом}$ ).

Опір розтікання струму одинарного заземлювача залежить від виконання заземлення і визначається залежностями, які наведені в табл. 16.4. Питомий електричний опір ґрунту залежить від його структури, вологості, температури, затвердіння та пори року.

Таблиця 16.4

**Питомий електричний опір ґрунту**

Ґрунт	Питомий електричний опір, Ом м	
	Границя зміни	При вологості 10 – 20 %
Чорнозем	9 – 53	20
Глина	80 – 70	40
Суглинок	40 – 150	100
Пісок	400 – 700	700
Супісок	150...400	300

Захисне заземлення влаштовують у трифазних мережах з заземленою нейтраллю напругою до 1000 В, а понад 1000 В – за будь-якого режиму роботи нейтралі. Заземленню підлягають електроустановки напругою понад 42 В змінного струму у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних, а також у зовнішніх установках.

Ручні електрофіковані інструменти, які працюють з напругою вище 42 В підключають у мережу через штепсельні розетки, які крім фазних контактів, мають також заземлювальний контакт.

У практиці часто використовують занулювання – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним дротом металевих не струмовідних частин, які можуть опинитись під напругою. Наявність з'єднання металевих не струмовідних електроустаткувань з нульовим дротом живильної мережі перетворює замикання фази на корпус в однофазне коротке замикання. Струм короткого замикання, що виникає при цьому, забезпечує спрацювання устаткування максимального струмового захисту й автоматично вимикає пошкоджене обладнання.

Важливим засобом попередження електротравм є захисне вимкнення, яке виконує наступні функції:

- захист при глухих або неповних замиканнях на землю чи корпус;
- захист за появи небезпечних струмів витоку;
- захист під час переходу більш високої напруги на нижчу;

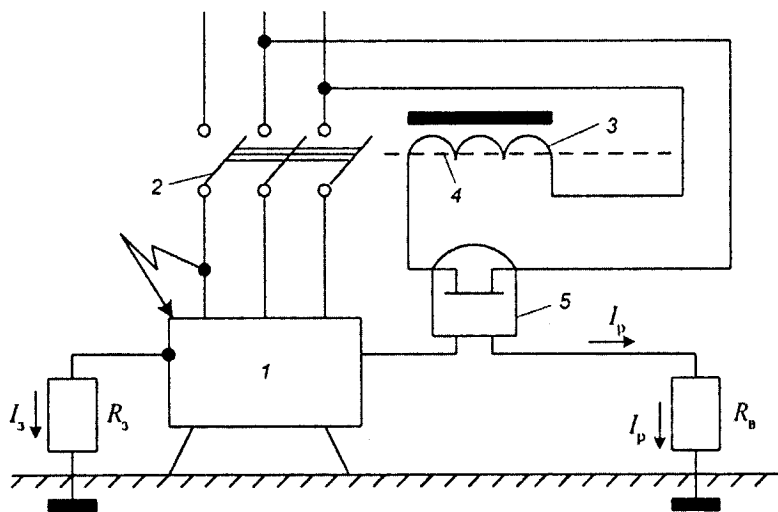
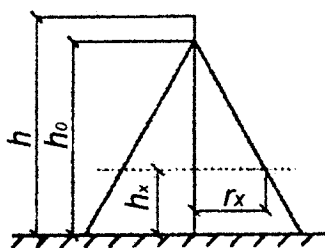


Рис. 16.7. Схема захисного вимкнення:

1 – корпус електроустановки; 2 – автоматичний вимикач; 3 – вимикаюча котушка; 4 – сердечина котушки; 5 – реле максимальної напруги;  $R_3$  – опір захисного заземлення;  $I_3$  – струм замикання на землю;  $I_p$  – струм, що протікає через реле;  $R_B$  – опір допоміжного заземлення



- попередній контроль опору ізоляції перед кожним увімкненням електроустановки;

- автоматичний контроль ланцюга захисного заземлення або занулення;

- автоматичний контроль або періодичний ручний контроль справності устаткування захисного вимкнення.

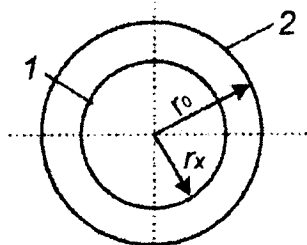


Рис. 16.8. Громовідвід:

1 – межа зони захисту на рівні висоти об'єкта; 2 – те ж, на рівні землі;

$h$  – висота громовідводу;  $h_0$  – висота конуса захисту;  $h_x$  – висота об'єкта, який захищається;  $r_x$  – радіус зони захисту на рівні висоти об'єкта;  $r_0$  – радіус зони захисту об'єкта на рівні землі

Захисне вимкнення має відповідати таким вимогам:

- бути високочутливим (час вимкнення не повинен перевищувати 0,2 с);

- забезпечувати селективність роботи;
- бути надійним;
- забезпечувати самоконтроль.

На рис. 16.7 показано схема захисного вимкнення.

Важливим питанням електробезпеки є захист від ударів блискавки. Розрізняють три типи впливу струму блискавки: прямий удар, вторинний вплив заряду блискавки та занесення високих потенціалів (напруги) у приміщення. Для захисту від впливу блискавки застосовують блискавковідводи (громовідводи). Це заземлені металічні конструкції, які сприймають удар блискавки і відводять її струм в землю (рис. 16.8).

## 16.5. Статична електрика

Поверхні, заряджені статичною електрикою різних знаків, розглядають як конденсатор. Зі зміною відстані між пластинами конденсатора змінюється його ємність і напруга. Збільшення цієї відстані, наприклад, до 1 см зумовлює зростання потенціалу до декількох тисяч вольт. При цьому можливий іскровий розряд, що особливо небезпечно у вибухонебезпечних цехах (наприклад оздоблювальних).

Можливість електризації до високих потенціалів залежить від провідності речовин (тіл) і вмісту в них домішок. Вважається, що коли питомий електричний опір тіл  $\rho > 10^6$  Ом см, то їх електризація через можливість іскрових розрядів особливо небезпечна.

У виробничих умовах заряди статичної електрики виникають та накопичуються у процесі транспортування діелектричних рідин в незаземлених місткостях і трубопроводами, ізольованими від землі, під час перетікання рідин із незаземлених цистерн і бочок, у процесі переміщення речовин у змішувачах тощо. Все це слід враховувати для попередження небезпеки.

Енергію іскри між зарядженим предметом і заземлювачем визначають за формулою:

$$W = \frac{cu^2}{2} = \frac{QU}{2}, \text{ Дж}, \quad (16.6)$$

де  $c$  – ємність зарядженого статичною електрикою предмета відносно землі, Ф;  $Q$  – величина заряду, Кл;  $U$  – величина заряду між зарядженим предметом і землею.

## 16.6. Електрозахисні засоби

Електрозахисні засоби використовують для захисту від ураження електричним струмом людей, які працюють з електроустановками. За характером дії засоби поділяють на *ізолюючі*, *огороджувальні* та *допоміжні*, а за застосуванням – на *колективні* та *індивідуальні*.

Серед ізолюючих виділяють основні та додаткові. Основні мають витримати робочу напругу електроустановок, щоб можна було торкатися струмопровідних частин, які знаходяться під напругою (до 1000 В). Це оперативні штанги, ізолюючі та електровимірювальні кліщі, діелектричні рукавиці, інструменти з ізольованими ручками, покажчики напруги. До додаткових засобів належать діелектричне взуття, гумові діелектричні килимки, ізолюючі підставки.

Огороджувальні засоби використовують для тимчасового огороження електрообладнання, що перебуває під напругою (ширми, бар'єри, щити, переносні заземлення, переносні попереджувальні плакати).

Допоміжні засоби призначені для захисту персоналу від падіння чи для підйому (охоронні пояси, канати, драбини, кігті, спецодяг тощо).

## 16.7. Надання допомоги людині, ураженій електричним струмом

Надання допомоги потерпілому при ураженні електричним струмом складається з трьох етапів:

- звільнення від дії електричного струму;
- визначення ступеня ураження;
- надання першої допомоги.

*Звільнення від дії електричного струму* необхідно здійснювати якнайшвидше, оскільки від цього залежить тяжкість наслідку.

Дотик до струмовідних частин, що перебувають під напругою, викликає мимовільне скорочення м'язів і загальне збудження, яке може призвести до порушення і навіть до повного припинення діяльності органів дихання та колаобігу. Першою дією особи, яка надає допомогу, повинно бути якнайшвидше відімкнення тієї частини ЕУ, до якої підключений потерпілий.

Вимкнути ЕУ можна за допомогою вимикального апарата (вимикача, рубильника тощо), знявши запобіжники, роз'єднавши штепсельне з'єднання, створивши штучне коротке замикання на ПЛ «накидом».

Якщо потерпілий перебуває на висоті, то вимкнення ЕУ може спричинити його падіння, тому необхідно вжити заходів щодо запобігання додаткових травм.

Із відімкненням ЕУ одночасно може погаснути електричне світло, тому за відсутності денного освітлення необхідно забезпечити освітлення від іншого джерела (увімкнути аварійне освітлення, акумуляторні ліхтарі тощо). Якщо швидко вимкнути ЕУ неможливо, то необхідно відділити потерпілого від струмовідних частин, до яких він торкається. Під час цього особа, що надає допомогу, не повинна торкатися потерпілого без застосування належних засобів захисту, оскільки це небезпечно для її життя. Вона повинна також ретельно слідкувати за тим, щоб самій не опинитися у контакті зі струмовідною частиною або під напругою кроку.

За напруги до 1000 В для відділення потерпілого від струмовідних частин чи проводу можна скористатися будь-яким сухим предметом, що не проводить електричний струм (канатом, дошкою тощо). Можна відтягнути потерпілого від струмовідних частин за одяг, якщо він сухий і відстає від тіла, уникаючи при цьому доторкання до навколишніх металевих предметів і ділянок тіла потерпілого, які не прикриті одягом. Для ізолювання рук особа, що надає допомогу, особливо якщо їй необхідно доторкнутися до ділянок тіла потерпілого, не прикритих одягом, повинна вдягнути діелектричні рукавички чи обмотати руки шарфом, надіти на неї суконний кашкет, натягнути на руки рукав піджака чи пальта, накинути на потерпілого гумовий килим, прогумовану тканину (плащ) або просто суху тканину. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килим, суху дошку чи підстилку, що не проводить електричний струм, згорток сухого одягу тощо. Під час відділення потерпілого від струмовідних частин слід діяти однією рукою.

Якщо електричний струм проходить під землею через тіло потерпілого і він судомно стискає в руці струмовідний елемент, простіше перервати дію струму, відділивши потерпілого від землі (підсунувши під нього суху дошку чи ін.), дотримуючись при цьому вказаних вище заходів безпеки як щодо себе, так і щодо потерпілого. Можна також перерубати провід сокирою з сухою дерев'яною ручкою або зробити розрив, застосовуючи інструмент з ізольованими руків'ями. Перерубувати проводи необхідно пофазно, тобто розрубувати провід кожної фази окремо, але при цьому слід ізолювати себе від землі (стояти на сухих дошках, дерев'яній драбині тощо).

За напруги понад 1000 В для відділення потерпілого від струмовідних частин необхідно: одягнути діелектричні рукавички та ботики, діяти ізолювальною штангою чи ізолювальними кліщами, розрахованими на відповідну напругу.

На повітряних лініях напругою 6 – 20 кВ, коли не можна швидко відімкнути їх від живлення, слід створити штучне коротке замикання для вимкнення повітряних ліній струмовим захистом. Для цього на проводи ПЛ необхідно накинути гнучкий неізолюваний провідник. Перед тим як накинути провідник, один його кінець слід заземлити (приєднати до тіла металевої опори чи окремого заземлювача), а на другий кінець для зручності бажано прикріпити тягар. Накидати провідник слід так, щоб він не торкався людей, у тому числі особи, що надає допомогу потерпілому. Накидаючи провідник, слід користуватися діелектричними рукавичками та ботиками.

Особі, що надає допомогу, слід пам'ятати про небезпеку напруги кроку, якщо струмовідна частина лежить на землі. Переміщуватись у цій зоні слід з особливою обережністю, застосовуючи для ізоляції від землі діелектричні калоші, ботики, килими, ізолювані підставки, чи предмети, що погано проводять електричний струм (сухі дошки та ін.). Без ЕЗЗ переміщуватись в зоні розтікання струму замикання на землю слід, пересуваючи стопи ніг по землі та не відриваючи їх одну від другої, щоб носок взуття однієї ноги торкався п'ятки іншої.

Після відділення потерпілого від струмовідних частин його треба винести із цієї зони на відстань не менше 8 м від струмовідної частини (провода).

*Визначення ступеня ураження* передбачає виявлення тих порушень, які сталися в організмі людини внаслідок дії електричного струму. Це може бути переляк, непритомність, опіки аж до вигорання частин тіла, ампутація кінцівок, порушення роботи системи дихання чи серцево-судинної системи, клінічна смерть, електричний шок тощо.

*Надання першої допомоги потерпілому* передбачає такі дії: по можливості викликати медичного працівника чи доставити потерпілого до найближчого медичного закладу. Першу долікарняну допомогу слід надавати відповідно до стану потерпілого.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Що таке електричний струм і як його класифікують?
2. Який має характер ураження електричним струмом?
3. Що таке статична електрика?
4. Які бувають типи приміщень за рівнем електронезбезпеки?
5. Розкажіть про захисне заземлення: конструкції та розрахунок.
6. У чому полягає захист від блискавки?
7. Охарактеризуйте особливості надання першої медичної допомоги у випадку ураження людини електричним струмом.

## ТЕХНОГЕННІ АВАРІЇ ТА КАТАСТРОФИ

Техногенні аварії та катастрофи, які все частіше трапляються у всьому світі, не лише породжують небезпечні та шкідливі фактори, але й призводять до масової загибелі людей. За останні 20 років від них на Землі постраждало 1 млрд людей, в тому числі понад 5 млн загинуло або було поранено, а нанесені ними збитки обчислюються трильйонами доларів. За цей період біженцями, пов'язаними з екологічними явищами, стали мільйони людей. Сьогодні кількість таких біженців перевищує 10 млн осіб. Кількість традиційних біженців (жертви воєнних конфліктів) – понад 13 млн осіб. Зупинимося коротко на поняттях аварія та катастрофа.

*Аварія* – це небезпечна подія в технічній системі на промисловому, енергетичному або транспортному об'єкті, яка створила небезпеку життю або здоров'ю людей і призвела до порушення технологічних процесів, руйнування об'єктів, а також нанесла шкоду навколишньому середовищу. Однією з найбільших техногенних аварій у світі вважається аварія на Чорнобильській АЕС, внаслідок якої загинули десятки, були госпіталізовані сотні людей, довелося евакуювати сотні тисяч громадян та затратити на ліквідацію наслідків аварії мільярди карбованців (лише за перші роки після аварії 10,5 млрд крб).

*Катастрофа* – це крупна аварія, яка спричиняє людські жертви, шкоду здоров'ю людей і руйнування або знищення об'єктів та інших матеріальних цінностей у значних розмірах, а також призводить до серйозного забруднення навколишнього середовища. Як зазначив американський вчений Дж. Гофман у фундаментальній праці „Чорнобильська аварія: радіаційні наслідки для нинішніх і майбутніх поколінь”, – „26 квітня 1986 р. ознаменувало початок найтяжчої ядерної катастрофи в історії людської цивілізації.... Тому, хоч я колись сам був ентузіастом ядерної енергії і залишаюсь ентузіастом більшості передових технологій, я пригнічую в собі цей ентузіазм тепер, розуміючи, що ядерні технології сприяють появі ракових захворювань, вроджених вад, розумової відсталості і багатьох генетичних хвороб у людей”.

У 1994 р. з'явилась назва невідомої донині „хімічної хвороби” – „чернівецької”. Ця хвороба незвичного характеру, що виникла у м. Чернівці, призвела до масового ураження дітей. Численні гіпотези про джерела захворювання (вибух комбінату у Румунії, використання у



цегельному виробництві шлаків, які містили солі плавикової та борної кислоти, аварія військового супутника, аварія військового автотранспорту тощо) зводилися до якоїсь аварії з виділенням шкідливої хімічної речовини (талію). Очевидно, сталася катастрофа, яка, як і всі техногенні катастрофи, мала свій *початок, кульмінацію і затухання*.

Виникнення *техногенної катастрофи* зумовлюється поєднанням дії *об'єктивних і суб'єктивних* факторів. Безпосередніми причинами техногенних катастроф, можуть бути зовнішні стосовно до інженерної системи впливи (стихійні лиха, воєнно-диверсійні акти тощо), умови і обставини, пов'язані безпосередньо з даною системою, в тому числі технічні неполадки, а також людські помилки. Останнім, згідно зі статистикою і думками спеціалістів, належить головна роль у виникненні техногенних катастроф. За оцінкою експертів, людські помилки зумовлюють 45 % екстремальних ситуацій на АЕС, 60 % авіакатастроф і 80 % катастроф у морі.

Ось як виглядав тристадійний розвиток *надзвичайної ситуації* (вважається, що у всіх випадках екстремальних ситуацій присутні згадані вище три стадії), яка сталася в ніч з 3-го на 4 липня 1990 року в Росії (республіка Башкортостан). На ділянці 1431 км продуктопроводу Західний Сибір – Урал – Поволжя під час перекачування легких вуглеводів стався вибух труби діаметром 720 мм з витіканням зрідженого продукту, яке тривало приблизно 2,5 год (вitekло близько 11 тис. т продукту). Відстань від місця розриву до залізничного полотна становила 300 – 500 м. Під час проходження залізничною лінією двох поїздів, які рухалися назустріч один одному, від випадкової іскри стався вибух суміші парів продукту з повітрям, що викликало їх зіткнення. Внаслідок цієї техногенної катастрофи 573 особи загинули, 693 були поранені.

Як свідчать факти, передумови для виникнення цієї катастрофи спостерігалися у період з 1985 по 1989 рр. За цей час сталося 9 аварійних відмов у системі продуктопроводу з різних причин. Близько двох років не було електрохімічного захисту продуктопроводу, внаслідок чого на окремих ділянках відбулося корозійне руйнування поверхні на глибину 3 – 4 мм, а в окремих випадках і наскрізне. Існували й інші причини, що сприяли виникненню техногенної катастрофи.

*Кульмінаційна* стадія розпочалася з вибухом суміші парів продукту з повітрям і загорання поїздів, а закінчилася перекриттям (обмеженням) джерела небезпеки. Стадія *затухання* тривала від локалізації надзвичайної ситуації до повної ліквідації її прямих і опосередкованих наслідків.

Ці три стадії характерні для Чорнобильської аварії. Зародження її лежить у недосконалої проектних рішень, послідовних помилок, допущених операторами ядерного реактора, безпеки персоналу. Почалося з того, що в реакторі почала накопичуватись водяна пара, яка вступила в реакцію з гарячим цирконієм, який був у реакторі, внаслідок чого утворився водень. Тиск водню в активній частині реактора наростав, що стало причиною руйнування верхньої частини реактора. Виділена газоподібна суміш, зіткнувшись з повітрям, вибухнула і від полум'я, що виникло, загорівся графітовий сповільнювач, який потім горів декілька днів. Радіоактивні речовини, розміщені в реакторі, потрапили в атмосферу, утворивши велетенську радіоактивну хмару, розміри якої сягали 30 км в ширину і приблизно 100 км у довжину. Зона суттєвого радіоактивного забруднення місцевості з рівнем забруднення більше 5 мр/год становила близько 3000 км<sup>2</sup>.

Стадія затухання технологічної катастрофи у Чорнобилі з часу її локалізації до ліквідації прямих і опосередкованих наслідків є дуже тривалою. Особливо це стосується медичних наслідків. За сучасними оцінками, впродовж 50 років Чорнобиль додасть до 15 тис. смертей від онкологічних захворювань.

Не менш тяжкої шкоди завдають *стихійні лиха*, якими називають небезпечні природні явища або процеси, які носять надзвичайний характер і призводять до порушення повсякденного укладу життя значних груп населення, людських жертв і знищення матеріальних цінностей. До стихійних лих належать: цунамі, урагани, паводки, землетруси, зсуви, вулканічна діяльність, масові торф'яні та лісові пожежі, пилеві бурі, сильні морози тощо. Найбільшу шкоду приносять паводки (40 % загальних збитків), урагани (20%), землетруси і засухи (по 15 %). На решту видів стихійних лих припадає 10 %. Наприклад, під час землетрусу у Вірменії (кінець 1988 р.) постраждало 550 тис. чол., загинуло 25 тис. Ураган „Катрін” (вересень 2005 р.) припинив на декілька років нормальне функціонування міста Новий Орлеан, тисячі людей загинули, збитки становили десятки мільярдів доларів.

За останні роки від стихійного лиха у світі постраждало загалом понад 800 млн чол. (понад 210 млн у рік), загинуло близько 140 тис. чол., а річні збитки за цей період перевершили 100 млрд доларів.

Для запобігання техногенних аварій та катастроф необхідно передчасно виявити галузеві *потенційно небезпечні* об'єкти (ПНО). Важливо ідентифікувати ПНО різних галузей, щоб забезпечити глибоке вивчення можливих аварій та катастроф (наприклад в хімічній і нафтопереробній галузях). Важливо враховувати оптимальні розміри та потужності підприємств щодо можливих наслідків аварій та катастроф.

Профілактичні заходи, спрямовані на попередження аварій на ПНО, включають ідентифікацію, декларування та страхування.

Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій відбувається в три етапи.

*Перший етап* пов'язаний з екстремним захистом населення, для чого здійснюється:

- оперативне інформування населення про виникнення надзвичайної ситуації;
- даються вказівки щодо використання засобів індивідуального захисту;
- проводиться евакуація населення з небезпечної зони;
- подається при необхідності перша медична допомога;
- вживаються термінові заходи щодо локалізації аварії;
- у разі необхідності вводиться в дію комплекс протипожежних заходів;
- зупиняється, якщо в цьому є необхідність, технологічний процес на підприємстві;
- проводиться підготовка до рятувальних робіт (здійснюється силами формувань цивільної оборони підприємства).

На *другому етапі* здійснюють рятувальні та інші роботи, а також продовжують виконання заходів щодо захисту населення та мінімізації наслідків аварії, розпочатих на першому етапі. Якщо відбулося руйнування захисних укриттів, в яких переховувалися люди, проводиться їх пошук і вивільнення з-під завалів, а також відправлення в медичні установи.

За умови потрапляння у навколишнє середовище під час аварії токсичних хімічних речовин, а також бактеріологічних агентів, проводять спеціальну обробку – обеззаражування території, яка включає наступні операції: дезактивацію, дегазацію, дезінфекцію, дератизацію.

*Дезактивація* – це видалення радіоактивних речовин із поверхні різних предметів, а також очистка від них води. Розрізняють *механічне* (змивання радіоактивного пилу водою під тиском) та *фізико-хімічне* (зв'язування радіоактивного пилу спеціальними розчинами). До методів *дезактивації* води належать: фільтрування, відстоювання, перегонка, очищення за допомогою іонно-обмінних смол тощо.

*Дегазацію* використовують для розкладу отруйних і сильно діючих отруйних речовин до нетоксичних продуктів. Операцію проводять з використанням хімічних сполук, які вступають в реакцію з отруйними і сильнодіючими отруйними речовинами. При цьому використовують воду, мийні речовини, розчини дегазуючих і органічних речовин, застосовуючи мийні машини.

*Дезінфекція* – це спосіб для знищення збудників інфекційних захворювань людей і тварин. Здійснюють дезінфекцію фізичними (кип'ятіння води, спалювання), хімічними (знищення хвороботворних бактерій етанолом, фенолом, пропанолом тощо) і механічними (видалення зараженого шару ґрунту) методами.

*Дератизація* – це знищення переносників інфекційних хвороб (мишей, щурів й інших гризунів). Як і дезінфекція вона може здійснюватися фізичними, хімічними та механічними методами.

Важливим процесом є *санітарна обробка*, під якою розуміють комплекс заходів з ліквідації зараження особового складу рятувальних формувань і населення радіоактивними й отруйними речовинами, а також бактеріологічними засобами. Причому піддають санобробці поверхню тіла людини та її зовнішньослизових оболонок, а також одяг, взуття й індивідуальні засоби захисту.

*Заключний (третій) етап* полягає у відновленні функціонування об'єкта, яке забезпечується будівельними, монтажними та іншими заходами. Відновлюються енерго- і водопостачання, лінії зв'язку та об'єкти комунального обслуговування. Після закінчення цих робіт проводиться реевакуація населення до місць постійного проживання.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Дайте визначення поняття „техногенна аварія” і „техногенна катастрофа”.
2. Охарактеризуйте основні наслідки техногенних аварій та катастроф.
3. Назвіть та охарактеризуйте три стадії розвитку надзвичайної ситуації.
4. Дайте характеристику потенційно небезпечного об'єкта (ПНО).
5. Поясніть характер заходів, спрямованих на усунення наслідків забруднення довкілля техногенною аварією (дезактивація, дегазація, дезінфекція і дератизація).

## IV. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

### Розділ 18.

#### ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТОК ПОЖЕЖ І ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

У нашій країні створена єдина система пожежного нагляду та профілактики, яка допомагає запобігати виникненню пожеж. Під *пожежею* розуміють неконтрольоване горіння, що поширюється в часі та просторі.

*Горіння* – це екзотермічна реакція окислення речовини, яка супроводжується виділенням диму та (або) виникненням полум'я і (або) свіченням.

Щоб виникла пожежа, необхідні три фактори, а саме: горючий матеріал; окислювач; джерело запалювання. Відсутність хоча б одного з цих факторів є умовою пожежної безпеки.

Залежно від виду матеріалів і речовин, які горять, пожежі поділяють на класи А, В, С, D та Е.

До пожеж класу А належать пожежі з горінням твердих речовин.

До пожеж класу В зачисляють пожежі з горінням рідких речовин.

До пожеж класу С належать пожежі з горінням газоподібних речовин.

До пожеж класу D зачисляють пожежі з горінням металів.

До пожеж класу Е належать пожежі з горінням електроустаткування.

*Горючим матеріалом* називають речовину чи предмет, які під впливом вогню або високої температури спалахують чи тліють, обуглюються та продовжують горіти, або тліти, чи обуглюються після ліквідування джерела запалювання. Більшість речовин можна зачислити до горючого матеріалу, проте горіння настає лише за певних умов навколишнього середовища, стані горючого матеріалу та співвідношенні між горючим матеріалом та окислювачем.

*Окислювачем* найчастіше стає кисень, що входить до складу повітря, хоча, іноді, може бути й інший окислювач, наприклад, азотна кислота.

*Джерелами запалювання* бувають тіла та речовини, які мають високу температуру, відкрите полум'я тощо. Причому не завжди необхідний безпосередній контакт горючої речовини з джерелом запалювання. Запалювання може відбутися як внаслідок теплопередачі, так і випромінювання енергії нагрітим тілом. Іноді запалювання відбувається

внаслідок реакції взаємодії двох речовин, яка спричиняє виникнення полум'я або (та) значне виділення тепла. Джерело запалювання у більшості пожеж має випадковий, непрогнозований характер.

Розглянемо основні параметри, які характеризують пожежну небезпеку речовин у деякому середовищі. У зв'язку з особливостями виникнення та перебігу пожежі прийнято розглядати окремо пожежну небезпеку речовин у різних агрегатних станах і фізичних проявах. Це твердий, рідкий та газоподібний стани речовини, пара та пил. Важливим чинником, який характеризує речовину в нормальних умовах (атмосферний тиск, температура, концентрація кисню в повітрі), є її горючість. Речовини ділять на *негорючі* (нездатні горіти в нормальних умовах), *важкогорючі* (горять лише при постійній наявності джерела запалювання), *горючі* (можуть зайнятися від джерела запалювання та горіти після його усунення) та *легкогорючі* (здатні зайнятися від короткочасно діючого джерела запалювання незначної енергії). Розрізняють такі параметри: а) температура спалаху речовини; б) температура займання речовини; в) температуру самозаймання речовини; г) область спалахування (вибуху) газів і парів речовини.

*Температура спалаху* – це найнижча температура, при якій над речовиною виникають гази та пара, що можуть спалахнути, проте температура недостатня для перебігу горіння.

Категорії вибухопожежонебезпеки та пожежонебезпеки приміщень і будівель встановлюються для найбільш несприятливого з точки зору виникнення пожежі чи вибуху періоду залежно від видів горючих речовин і матеріалів, що перебувають (обертаються) в апаратах і приміщеннях, їх кількості та пожежо- та вибухонебезпечних властивостей, особливості технологічних процесів.

*Вибухопожежонебезпечна категорія А* передбачає наявність у приміщенні горючих газів (ГГ), легкозаймистих рідин (ЛЗР) з температурою спалаху, яка не перевищує 28 °С, речовин, що здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одна з одною.

*Вибухопожежонебезпечна категорія Б* передбачає наявність вибухонебезпечного пилу або волокон, легкозаймистих рідин з температурою спалаху понад 28 °С, горючих рідин у таких кількостях і такому стані, при якому може статися вибух.

*Пожежонебезпечна категорія В* надається приміщенням, де розміщені горючі рідини і важкогорючі рідини, тверді горючі речовини, горючий пил і волокна, та речовини, що здатні горіти при взаємодії з водою та киснем повітря або одна з одною і які не відносяться до категорій А та Б.

Приміщення *категорії Г* характеризуються наявністю негорючих матеріалів у розплавленому та розжареному стані, а також спалюванням горючих речовин як палива.

*Категорія Д* передбачає наявність негорючих речовин і матеріалів у холодному стані.

*Температура займання*, як правило, на декілька градусів перевищує температуру спалаху і характеризує можливість займання горючої речовини від джерела запалювання.

*Температура самозаймання* – це температура, при якій речовина може спалахнути без джерела запалювання. Вважають, що безпечним з пожежної точки зору є нагрів речовини або тіл, що контактують з даною речовиною до температури, що становить 80% температури самозаймання.

*Область спалахування* (вибуху) газів, пари, пилу та волокон речовини характеризується не лише температурою самозаймання, а й концентрацією речовини в повітрі. Розрізняють *нижню* та *верхню концентраційні межі поширення полум'я* речовини (НКМПП та ВКМПП). Якщо концентрація речовини нижча за НКМПП, то вибуху (спалаху) не буде через недостатність горючої речовини та неможливість взаємодії всередині неї. Якщо ж концентрація перевищить ВКМПП, вибуху та спалаху також не відбудеться, але тепер через недостатність окислювача. І лише при концентрації речовини в межах нижньої та верхньої концентраційної межі поширення полум'я відбудеться спалах (вибух). Прикладом може бути вибух через витік газу з погаслого пальника кухонної газової плити. Він може виникнути від іскри електровимикача, запаленого сірника чи цигарки. Проте вибуху не станеться як при малій концентрації газу (декілька секунд після початку витіку), так і при значній його концентрації (тоді запалений сірник погасне через брак кисню). Та при високій концентрації газу її зменшення може привести до діапазону, в якому відбувається вибух. Тому забороняється вмикати або вимикати електроосвітлення та запалювати сірники в приміщенні після усунення витіку газу та початку провітрювання (зниження концентрації). Користуватися вогнем та електрообладнанням можна лише після тривалого провітрювання, внаслідок якого концентрація знизиться до межі, нижчої за НКМПП. Існують таблиці, з яких можна визначити НКМПП та ВКМПП для відомих речовин.

*Безпечною* вважають таку концентрацію газу (пари), яка становить 50 % нижньої концентраційної межі поширення полум'я. *Найбільш небезпечними* вважають гази та пари (аерозолі) НКМПП яких досягається при їх концентрації в розмірі, меншому 10 % об'єму повітря.

*Пожежна безпека* – це стан об'єкта, на якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних її факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека повинна забезпечуватися шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожеж, створення безпечних умов для людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння.

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція України, Закон України «Про пожежну безпеку», закони, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Кабінету Міністрів України, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого і районного самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

*Мета пожежної безпеки* – захистити життя та здоров'я громадян, приватну колективну та державну власність від пожеж, підтримувати належний рівень пожежної безпеки на об'єктах і в населених пунктах.

*Основними завданнями пожежної безпеки* є контроль за дотриманням протипожежних вимог, запобігання пожеж і нещасних випадків від них, гасіння пожеж, рятування людей та надання їм допомоги, ліквідація наслідків аварій, катастроф і стихійного лиха.

Пожежна безпека поділяється на державну, відомчу, сільську, добровільну.

Відповідно до Закону України “Про пожежну безпеку” забезпечення пожежної безпеки підприємств, установ, організацій покладається на їх керівників та уповноважених керівниками осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Забезпечення пожежної безпеки під час проектування та забудови населених пунктів, будь-якого будівництва, розширення, реконструкції та технічного переоснащення підприємств, будівель і споруд покладається на органи архітектури, забудовників, проектні та будівельні організації.

Забезпечення пожежної безпеки в житлових будинках державного, громадського житлового фонду, фонду житлово-будівельних кооперативів (ЖБК) покладається на власників цих будинків або на уповноважені ними органи, а в житлових приміщеннях (квартирах) – також і на квартиронаймачів (членів ЖБК). Взаємні зобов'язання власника і квартиронаймача щодо забезпечення пожежної безпеки повинні визначатися договором житлового найму, а членів ЖБК – статутом.



Забезпечення пожежної безпеки в житлових будинках (квартирах) приватного житлового фонду та інших приватних спорудах (надвірних будівлях, гаражах тощо), а також на дачах, садових ділянках покладається на їх власників чи наймачів, якщо інше не обумовлено договором найму.

Обов'язки власників підприємств та уповноважених ними органів, а також орендарів щодо забезпечення пожежної безпеки встановлюються статтею 5 Закону України "Про пожежну безпеку", за якою вони зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, впроваджувати досягнення науки і техніки, позитивний досвід;
- відповідно до нормативних актів з пожежної безпеки розробляти і затверджувати положення, інструкції, інші нормативні акти, що діють у межах підприємства, здійснювати постійний контроль за їх додержанням;
- забезпечувати дотримання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;
- організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропаганду заходів щодо їх забезпечення;
- у разі відсутності в нормативних актах вимог, необхідних для забезпечення пожежної безпеки, вживати відповідних заходів, погоджуючи їх з органами державного пожежного нагляду;
- утримувати у справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;
- створювати у разі потреби відповідно до встановленого порядку підрозділи пожежної охорони та необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу;
- подавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів і продукції, що ними виробляється;
- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж і використання для цієї мети виробничої автоматики;
- своєчасно інформувати пожежну охорону про несправності пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання, а також про закриття доріг і проїздів на своїй території;
- проводити службове розслідування випадків пожеж.

Обов'язки сторін щодо забезпечення пожежної безпеки орендованого майна повинні бути визначені у договорі оренди. Повноваження в галузі пожежної безпеки асоціацій, корпорацій, концернів, інших виробничих об'єднань повинні визначатися їх статутами або договорами між підприємствами, що утворили об'єднання.

Обов'язки громадян щодо забезпечення пожежної безпеки встановлюються статтею 6 Закону України "Про пожежну безпеку".

Відповідно до цього закону громадяни України, іноземні громадяни та особи без громадянства, які перебувають на території України, зобов'язані:

- виконувати правила пожежної безпеки, забезпечувати будівлі, які належать їм на правах особистої власності, первинними засобами гасіння пожеж і протипожежним інвентарем, виховувати в дітей обережність у поводженні з вогнем;

- повідомляти в пожежну охорону про виникнення пожежі та вживати заходів до її ліквідації, рятування людей і майна.

Фінансування робіт з будівництва, реконструкції, технічного переоснащення об'єктів виробничого та іншого призначення, впровадження нових технологій може проводитися лише після одержання від органів державного пожежного нагляду позитивних результатів експертизи (перевірки) проектної та іншої документації на відповідність нормативним актам з пожежної безпеки.

Початок роботи новоствореного підприємства, експлуатація нових, реконструйованих виробничих, житлових та інших об'єктів, впровадження нових технологій, передача у виробництво зразків нових пожежонебезпечних машин, механізмів, устаткування та продукції, оренда будь-яких приміщень, будівель і споруд без дозволу органів державного пожежного нагляду забороняється.

### *Контрольні запитання та завдання*

1. Поясніть поняття «пожежа» та «горіння».
2. Які основні фактори горіння?
3. Як поділяють пожежі залежно від виду матеріалів і речовини?
4. Що таке горючий матеріал?
5. Які джерела запалення?
6. Які критерії вибухопожежонебезпеки?
7. Дайте визначення пожежної безпеки.
8. Які обов'язки власників підприємств щодо дотримання пожежної безпеки?
9. Які обов'язки громадян щодо дотримання пожежної безпеки?

## **ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ТЕРИТОРІЙ, БУДІВЕЛЬ, ПРИМІЩЕНЬ І СПОРУД**

Територія підприємств, ділянок, що межують з житловими будинками, дачними та іншими будівлями, протипожежні розриви між будинками, спорудами, майданчиками для зберігання матеріалів, устаткування тощо повинні постійно утримуватися в чистоті та систематично очищатися від сміття, відходів виробництва, тари, опалого листа, вивозячи їх у спеціально відведені місця.

На території населених пунктів і підприємств забороняється влаштувати звалища горючих відходів. Дороги, проїзди та проходи до будівель, споруд, пожежних вододжерел, підступи до зовнішніх стаціонарних пожежних драбин, пожежного інвентарю, обладнання та засобів пожежогасіння мають бути завжди вільними, утримуватися справними, узимку очищатися від снігу.

До всіх будівель і споруд підприємства необхідно забезпечити вільний доступ. Протипожежні розриви між будинками, спорудами, відкритими майданчиками для зберігання матеріалів, устаткування тощо повинні відповідати вимогам будівельних норм. Їх не дозволяється захаращувати, використовувати для складування матеріалів, устаткування, стоянок транспорту, будівництва та встановлення тимчасових будинків і споруд, у тому числі інвентарних побутових приміщень, індивідуальних гаражів тощо.

Будівництво на території підприємств нових будівель і споруд (у тому числі й тимчасових) може здійснюватися лише за наявності проектної документації, яка пройшла попередню експертизу (перевірку) в органах державного пожежного нагляду на відповідність нормативним актам з пожежної безпеки.

Не дозволяється прибудовувати до будівель з обгороджувальними металоконструкціями, що містять горючі полімерні утеплювачі (пінополістирол, пінополіуретан тощо), комори, майстерні та інші приміщення.

Про закриття ділянок доріг або проїздів для ремонту (чи з інших причин) необхідно негайно повідомляти підрозділи пожежної охорони. На період закриття доріг у відповідних місцях мають бути встановлені покажчики напрямку об'їзду або влаштовані переїзди через ділянки, що ремонтуються.

На односмугових проїздах слід влаштовувати роз'їздні майданчики, а тупикові проїзди мають закінчуватися поворотними майданчиками, які забезпечують можливість розвороту пожежних машин.

Основні дороги, проїзди, проходи повинні мати тверде покриття. Проїзди для пожежних автомобілів до будівель, споруд та вододжерел по ґрунту треба укріплювати шлаком, гравієм або іншими місцевими матеріалами для забезпечення можливості під'їзду будь-якої пори року.

Рейкові колії, тимчасові траншеї та канали не повинні ускладнювати руху пожежних автомобілів. Для цього в необхідних місцях мають бути обладнані зручні переїзди, які завжди вільні для проїзду пожежних автомобілів.

Проїзди та проходи через залізничні колії слід облаштовувати суцільними настилами на рівні голівок рейок. Стоянка вагонів без локомотивів на переїздах забороняється.

Ворота в'їзду на територію підприємства, які відчиняються за допомогою електропривода, повинні мати пристосування (пристрої), які дають змогу відчиняти їх вручну.

На ділянках території підприємств, де можливі скупчення горючих газів або парів, проїзд автомашин та іншого транспорту не дозволяється. На це мають вказувати вивішені відповідні написи (показники).

Територія підприємств та інших об'єктів повинна мати зовнішнє освітлення, яке дає змогу швидко знаходити пожежні драбини, протипожежне обладнання, входи до будинків і споруд.

Територія навколо населених пунктів, дачних і садовничих поселень, об'єктів, розміщених у лісових масивах, повинна утримуватися так, щоб виключалася можливість перекидання лісових, торфових пожеж на будинки та споруди, а в разі виникнення пожежі на об'єктах поширення вогню на лісові масиви (влаштування захисних протипожежних смуг, прибирання в літній період сухої рослинності, вітролому тощо).

На території житлових будинків, дачних і садовничих поселень, громадських будинків, автокооперативів та стоянок транспорту забороняється залишати на відкритих майданчиках та дворах бочки й іншу тару з легкозаймистими рідинами (ЛЗР) і горючими рідинами (ГР), балони зі стисненим та зрідженим газом, ацетиленові генератори із залишками невідпрацьованого карбиду кальцію або карбідного мулу, а також зберігати балони з-під газів, не очищені від решток ЛЗР та ГР бочки (тару).

Тимчасові споруди, кіоски, лотки тощо повинні розміщатися на відстані не менше 10 м від інших будівель та споруд, крім випадків,

коли, згідно з будівельними нормами, потрібний більший протипожежний розрив, або коли їх можна встановлювати біля зовнішніх стін без отворів, які відповідають вимогам будівельних норм до протипожежних стін.

Інвентарні будівлі мобільного типу, кіоски, інші подібні будівлі допускається розміщати групами, але не більше 10 у групі та площею, що не перевищує 800 м<sup>2</sup>. Відстань між групами цих будівель і від них до інших споруд треба приймати не меншою 15 м.

На видних місцях території підприємства повинні бути встановлені таблички із зазначенням порядку виклику пожежної охорони, знаки, що вказують на розміщення первинних засобів пожежогасіння, схема руху транспорту, в якій слід вказувати розміщення будівель, водойм, гідрантів, пірсів і градирень (необхідність встановлення такої схеми на кожному конкретному підприємстві визначається місцевими органами державного пожежного нагляду).

Забороняється стоянка транспорту у наскрізних проїздах будівель, на відстані менше 10 м від в'їзних воріт на територію об'єктів, менше 5 м від пожежних гідрантів, забірних пристроїв вододжерел, пожежного обладнання та інвентарю, на поворотних майданчиках тупикових проїздів. У зазначених місцях повинні встановлюватися (вивішуватися) відповідні заборонні знаки.

Майданчики перед трибунами відкритих спортивних споруд, біля входів і виходів з будинків спортивних споруд з місцями для глядачів, театрів, клубів, кіноконцертних залів не повинні мати виступів, перешкод, які заважають рухові людей. Не дозволяється зниження їх розрахункової ширини, збільшення схилів, встановлення на них кіосків, лотків та інших споруд.

Не дозволяється розводити багаття, спалювати відходи, тару, викидати незагашене вугілля та попіл на відстань менше 15 м від будівель та споруд, а також в межах установлених будівельними нормами протипожежних розривів.

Забороняється паління:

- на території та в приміщеннях об'єктів з видобутку, переробки та зберігання ЛЗР, ГР і горючих газів (ГГ), виробництва всіх видів вибухових речовин;
- у будівлях з наявністю вибухопожежонебезпечних приміщень (дільниць), торгових підприємств, складів і баз;
- у приміщеннях дитячих дошкільних, шкільних і лікувальних закладів;
- на хлібних злакових масивах і зерноприймальних пунктах.

На території об'єктів, де паління дозволяється, адміністрація зобов'язана визначити і обладнати спеціальні місця для цього, позначити їх знаком або написом, встановити урну або попільницю з негорючих матеріалів.

Усі будівлі, приміщення та споруди слід своєчасно очищати від горючого сміття, відходів виробництва і постійно утримувати в чистоті. Терміни очищення встановлюються технологічними регламентами або інструкціями.

У разі перепланування приміщень, зміни їх функціонального призначення, застосування нового технологічного устаткування необхідно дотримуватися протипожежних вимог чинних нормативних документів будівельного та технологічного проектування. Не дозволяється зниження проектних меж вогнестійкості конструкцій та погіршення умов евакуації людей.

Приступати до реконструкції, перепланування приміщень, технологічного переоснащення чи впровадження нової технології дозволяється лише за наявності проектної документації, яка пройшла попередню експертизу (перевірку) в органах державного пожежного нагляду на відповідність нормативним актам з пожежної безпеки.

Отвори у протипожежних стінах, перегородках і перекриттях мають бути обладнані захисними пристроями (протипожежні двері, вогнезахисні клапани, водяні завіси тощо) проти поширення вогню та продуктів горіння.

Не допускається встановлювати будь-які пристрої, що перешкоджають нормальному зачиненню протипожежних і протидимних дверей, а також знімати пристрої для їх самозачинення.

Пошкодження вогнезахисних покриттів (штукатурки, спеціальних фарб, лаків, обмазок тощо) будівельних конструкцій, горючих оздоблювальних і теплоізоляційних матеріалів, повітроводів, металевих опор та перегородок повинні негайно усуватись.

Після обробки (просочення) антипіренами дерев'яних конструкцій, тканин та інших горючих матеріалів повинен бути складений акт про проведення роботи підрядною організацією. У разі закінчення термінів дії обробки (просочення), чи втрати або погіршення її вогнезахисних властивостей обробку (просочення) слід повторити. Перевірку стану вогнезахисної обробки (просочення) необхідно проводити не менше одного разу на рік зі складанням акта перевірки.

Для всіх будівель і приміщень виробничого, складського призначення та лабораторій має бути визначена категорія стосовно вибухопожежної та пожежної небезпеки, а також клас зони за правилами влаш-

тування електроустановок, у тому числі для зовнішніх виробничих і складських дільниць, які необхідно позначати на вхідних дверях до приміщення, а також на межах зон всередині приміщень і назовні.

Вибухопожежонебезпечні приміщення у багатоповерхових будівлях повинні розміщатися біля зовнішніх стін верхніх поверхів.

У підвальних та цокольних поверхах не допускається:

- розміщення вибухопожежонебезпечних виробництв, зберігання та застосування ЛЗР і ГР, вибухових речовин, балонів з газами, целулоїду, горючої кіноплівки, карбіду кальцію та інших речовин і матеріалів, що мають підвищену вибухопожежну небезпеку (за винятком випадків, обумовлених чинними нормативними документами);

- улаштування (за винятком індивідуальних житлових і дачних будинків) складів горючих матеріалів, майстерень, де використовуються горючі матеріали, а також інших господарських приміщень, якщо вхід до них не ізольований від загальних евакуаційних сходових кліток.

Не дозволяється використовувати горища, технічні поверхи й приміщення (у т.ч. венткамери, електрощитові) під виробничі дільниці, для зберігання продукції, устаткування, меблів та інших предметів, влаштування голуб'ятень тощо.

Двері горищ, технічних поверхів, венткамер, електрощитових, підвалів необхідно утримувати зачиненими. На дверях слід вказувати місце зберігання ключів. Вікна горищ, технічних поверхів, підвалів повинні бути заklenі.

Приймки віконних прорізів підвальних і цокольних поверхів треба регулярно очищати від горючих відходів виробництва, сухого листя, трави тощо. Не допускається закривати їх наглухо, а також захищувати або закладати віконні прорізи.

У житлових будинках і громадських будівлях не дозволяється розміщати крамниці й склади з наявністю товарів побутової хімії, ЛЗР та ГР, вогнебезпечних матеріалів (фарб, розчинників, лаків, пороху тощо), балонів з газом, а також майстерні та виробничі дільниці, які відносяться до вибухопожежонебезпечних категорій А та Б.

Стаціонарні зовнішні пожежні сходи, сходи на перепадах висот і огорожі на дахах (покриттях) будівель та споруд мають утримуватися постійно справними, бути пофарбованими.

Якщо на вікнах приміщень, де перебувають люди, необхідні ґрати, то вони повинні розкриватися, розсуватися або зніматися. Під час перебування в цих приміщеннях людей ґрати мають бути відчинені (зняті).

Встановлювати глухі (незнімні) ґрати дозволяється в квартирах, банках, касах, складах, коморах, кімнатах для зберігання зброї і бое-

припасів та в інших випадках, передбачених нормами та правилами, затвердженими в установленому порядку.

У будівлях, приміщеннях, спорудах забороняється:

- прибирати приміщення і прати одяг із застосуванням бензину, газу та інших ЛЗР та ГР, а також відігрівати замерзлі труби паяльними лампами та іншими засобами із застосуванням відкритого вогню;
- розкидати й залишати неприбраними просякнуті мастилами обтиральні матеріали. Їх необхідно прибирати в металеві ящики, щільно закривати кришками і після закінчення роботи видаляти з приміщення у спеціально відведені за межами будівель місця, забезпечені негорючими збірниками з кришками, які щільно закриваються.

Спецодяг працюючих з лаками, фарбами та іншими ЛЗР і ГР слід своєчасно прати й ремонтувати, зберігати в розвішеному вигляді в металевих шафах, встановлених у спеціально відведених для цього приміщеннях.

Адміністрація підприємства повинна встановити чіткий порядок заміни спецодягу на чистий.

Під час організації і проведення заходів з масовим перебуванням людей слід дотримуватись таких вимог:

- приміщення, де перебувають понад 50 осіб, мають бути забезпечені не менше ніж двома евакуаційними виходами, які відповідають вимогам будівельних норм, не повинні мати на вікнах глухих ґрат і розташовуватись не вище другого поверху в будівлях з горючими перекриттями;
- особи, яким доручено проведення таких заходів, перед їх початком зобов'язані ретельно оглянути приміщення та переконатись у повній готовності останніх у протипожежному відношенні, у т.ч. в забезпеченості потрібною кількістю первинних засобів пожежогасіння, справності засобів зв'язку, пожежної автоматики і сигналізації;
- має бути організоване чергування на сцені та в приміщеннях залів членів ДПД або працівників місцевої пожежної охорони об'єкта чи відповідальних чергових;
- не дозволяється заповнення приміщень людьми понад установлену норму, зменшення ширини проходів між рядами, установка в проходах додаткових крісел, стільців тощо, повне відключення під час спектаклів або вистав світла, використання віконниць для затемнення, проведення вогневих, фарбувальних та інших пожежо- і вибухонебезпечних робіт, застосування дугових прожекторів, свічок, бенгальських вогнів, відкритого вогню, феєрверків, а також включення в програму (сценарій) номерів (вистав) з використанням вогневих ефектів і палінням.



Під час проведення новорічних свят:

- ялинка повинна встановлюватися на стійкій основі;
- за відсутності в приміщенні електричного освітлення (під час можливого вимкнення тощо) святкування новорічної ялинки повинно проводитися тільки протягом світлового дня;
- ялинку не слід встановлювати в проходах, біля виходів, на шляхах евакуації;
- ілюмінація має бути виконана з додержанням правил улаштування електроустановок; у разі використання електричної освітлювальної мережі без понижуючого трансформатора на ялинці можуть застосовуватись гірлянди тільки з послідовним увімкненням лампочок напругою до 12 В; потужність лампочок не повинна перевищувати 25 Вт; електропроводка до лампочок ялинкової ілюмінації має бути виконана гнучкими проводами з мідними жилами; підключення гірлянд до мережі слід виконувати тільки за допомогою штепсельних з'єднань;
- при виявленні несправності в ілюмінації (нагрів проводів, блимання лампочок, іскріння тощо ) її слід терміново вимкнути;
- не дозволяється прикрашати ялинку целулоїдними іграшками, а також марлею і ватою, не просоченими вогнезахисною речовиною, застосовувати для ілюмінації ялинки свічки, одягати дітей в костюми з легkozаймистих матеріалів (вати, паперу, марлі тощо).

Кількість відвідувачів у залах для глядачів, обідніх, виставочних, торгових та іншого призначення залах з масовим перебуванням людей, а також на трибунах не повинна перевищувати кількості, встановленої будівельними нормами або визначеної розрахунком, виходячи з пропускної спроможності шляхів евакуації.

За відсутності в будівельних нормах даних для розрахунку площі, що припадає на одну особу, місткість зала приймається з розрахунку не менше 0,75 м на одну особу.

Житлові будинки, підприємства, установи та інші об'єкти мають бути забезпечені адресними вказівниками (назва вулиці, номер будинку), встановленими на фасадах будівель або інших видних місцях і освітлюваними у темний час доби.

Евакуаційні шляхи та виходи необхідно утримувати вільними, нічим не захащувати і в разі виникнення пожежі забезпечувати безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщеннях будівель і споруд.

Кількість та розміри евакуаційних виходів з будівель і приміщень, їхні конструктивні та планувальні рішення, умови освітленості, забезпечення незадимленості, протяжність шляхів евакуації, їх облицювання

(оздоблення) мають відповідати протипожежним вимогам будівельних норм.

У разі розміщення технологічного, експозиційного та іншого обладнання в приміщеннях повинні бути забезпечені евакуаційні проходи до сходових кліток та інших шляхів евакуації згідно з будівельними нормами.

У приміщенні, яке має один евакуаційний вихід, дозволяється одночасно розміщати (перебувати) не більше 50 осіб.

Двері на шляхах евакуації мають відчинятися в напрямку виходу з будівель (приміщень).

Допускається влаштування дверей з відчиненням усередину приміщення в разі одночасного перебування в ньому не більше 15 чоловік, а також дверей у санвузлах, балконах, лоджіях, площадках зовнішніх евакуаційних сходів (за винятком тих, що ведуть у повітряну зону незадимлюваної сходової клітки).

За наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатися лише на внутрішні запори, які легко відмикаються.

Килими, килимові доріжки та інші покриття підлоги у приміщеннях з масовим перебуванням людей слід надійно кріпити до підлоги, і вони мають бути малонебезпечними щодо токсичності продуктів горіння, а також мати помірну димоутворюючу здатність.

Сходові марші та площадки мають бути обладнані справними оголозами з поручнями, які не повинні зменшувати встановлену будівельними нормами ширину сходових маршів і площадок.

У сходових клітках (за винятком незадимлюваних) дозволяється встановлювати прилади опалення, у тому числі на висоті 2,2 м від поверхні проступів і сходових площадок, смітєпроводи, поверхові сумісні електрощити, поштові скриньки та пожежні крани за умови, що це обладнання не зменшує нормативної ширини проходу сходовими площадками та маршами.

У незадимлюваних сходових клітках допускається встановлювати лише прилади опалення.

Сходові клітки, внутрішні відкриті та зовнішні сходи, коридори, проходи та інші шляхи евакуації мають бути забезпечені евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм та правил улаштування електроустановок. Світильники евакуаційного освітлення повинні вмикатися з настанням сутінків у разі перебування в будівлі людей.

Шляхи евакуації, що не мають природного освітлення, слід постійно освітлювати електричним світлом (у разі наявності людей).

У готелях, театральних-видовищних, лікувальних закладах, приміщеннях інших громадських і допоміжних будівель, де можуть пере-

бувати одночасно більше 100 осіб, у виробничих приміщеннях без природного освітлення за наявності більше 50 працюючих (або якщо площа перевищує 150 м), а також в інших випадках, зазначених у нормативних документах, евакуаційні виходи повинні бути позначені світловими покажчиками з написом “Вихід” білого кольору на зеленому фоні, підключеними до джерела живлення евакуаційного (аварійного) освітлення, або такими, що переключаються на нього автоматично в разі відімкнення основного джерела живлення.

Світлові покажчики “Вихід” мають бути постійно справними. У глядацьких, виставочних та інших подібних приміщеннях (залах) їх слід вмикати на весь час перебування людей (проведення заходу).

На випадок відімкнення електроенергії обслуговуючий персонал будівель, де у вечірній та нічний час можливе масове перебування людей (театри, кінотеатри, готелі, гуртожитки, ресторани, лікарні, інтернати, дитячі дошкільні заклади тощо), повинен мати електричні ліхтарі. Кількість ліхтарів визначається адміністрацією, виходячи з особливостей об’єкта, наявності чергового персоналу, кількості людей у будівлі (але не менше одного ліхтаря на кожного працівника, який чергує на об’єкті у вечірній або нічний час).

Не допускається:

- влаштовувати на шляхах евакуації пороги, виступи, турнікети, розсувні, підйомні двері та двері, що обертаються, й інші пристрої, які перешкоджають вільній евакуації людей;

- захаращувати шляхи евакуації (коридори, проходи, сходові марші та площадки, вестибюлі, холи, тамбури тощо) меблями, обладнанням, різними матеріалами та готовою продукцією, навіть якщо вони не зменшують нормативної ширини;

- забивати, заварювати, замикати на навісні замки, болтові з’єднання та інші запори, що важко відчиняються зсередини, зовнішні евакуаційні двері будівель;

- застосовувати на шляхах евакуації (крім будівель V ступеня вогнестійкості) горючі матеріали для облицювання стін і стель, а також сходів і сходових площадок;

- розташовувати у тамбурах виходів, за винятком квартир та індивідуальних житлових будинків, гардероби, вішалки для одягу, сушарні, пристосовувати їх для торгівлі, а також зберігання, у тому числі тимчасового, будь-якого інвентарю й матеріалу;

- захаращувати меблями, устаткуванням та іншими предметами двері, люки на балконах і лоджіях, переходи в суміжні секції та виходи на зовнішні евакуаційні драбини;

- знімати встановлені на балконах (лоджіях) драбини;

- влаштовувати у сходових клітках приміщення будь-якого призначення, у т.ч. кіоски, лотки, а також виходи з вантажних ліфтів (підйомників), прокладати промислові газопроводи, трубопроводи з ЛЗР та ГР, повітроводи;
- влаштовувати у загальних коридорах комори та вбудовані шафи, за винятком шаф для інженерних комунікацій; зберігати в шафах (нішах) для інженерних комунікацій горючі матеріали, а також інші сторонні предмети;
- розташовувати в ліфтових холах комори, кіоски, лотки тощо;
- встановлювати телекамери у проходах таким чином, щоб вони перешкождали евакуації людей;
- робити засклення, чи закладати жалюзі й отвори повітряних зон у незадимлюваних сходових клітках;
- знімати передбачені проектом двері вестибюлів, холів, тамбурів і сходових кліток;
- замінити армоване скло на звичайне у дверях та фрамугах всупереч передбаченому за проектом;
- знімати пристрої для самозачинення дверей сходових кліток, коридорів, холів, тамбурів тощо, а також фіксувати самозакривні двері у відчиненому положенні;
- зменшувати нормативну площу фрамуг у зовнішніх стінах сходових кліток або закладати їх;
- розвішувати у сходових клітках на стінах стенди, панно тощо.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Які загальні вимоги пожежної безпеки до території підприємств, житлових зон, протипожежних розривів?
2. Які загальні вимоги пожежної безпеки до будівель і споруд підприємств?
3. Які вимоги з пожежної безпеки стосовно нового будівництва на території існуючих підприємств?
4. Які вимоги пожежної безпеки до проїздів?
5. Які вимоги пожежної безпеки до територій, розташованих навколо населених пунктів, дачних і садових поселень, лісових насаджень?
6. У яких випадках забороняється паління?
7. Які вимоги пожежної безпеки до цокольних, підвальних приміщень і горищ у багатоповерхових будівлях?
8. Які вимоги пожежної безпеки до організації і проведення масових заходів?

## ПОЖЕЖО- ТА ВИБУХОНЕБЕЗПЕКА НА ВИРОБНИЦТВІ

Пожежа та вибух на виробництві можуть призвести до значних матеріальних втрат та загибелі людей. Висока швидкість горіння здатна повністю знищити матеріальні цінності, виготовлені з горючих матеріалів, та нанести шкоду тим, які виготовлені з важкогорючих і негорючих матеріалів. Вибух руйнує виробничі конструкції та прилади, приміщення і цілі будівлі. Висока температура, наявність отруйних продуктів горіння, значний надлишковий тиск під час вибуху та вивільнена енергія призводять до пошкодження людського організму, хвороби та загибелі людини.

На виробництві для дотримання протипожежних і противибухових заходів необхідно строго дотримуватися організації та перебігу технологічного процесу й вимог, що впливають з його особливостей. Такими заходами є:

- відповідність вимогам щодо матеріалів і речовин, їх кількості у виробництві;
- запобігання виникненню горючого та вибухового середовища;
- запобігання виникненню джерел запалювання в горючому середовищі;
- здійснення контролю за параметрами пожежо- та вибухонебезпечного середовища й обладнання;
- наявність пристроїв пожежної автоматики та сигналізації;
- організація пожежної охорони;
- навчання та інформування персоналу про правила пожежної безпеки та поведінку при надзвичайній ситуації.

*Пожежонебезпечне виробництво* характеризується фізичними та хімічними процесами, які пов'язані з використанням горючих речовин і поділяються на *теплообмінні, дифузійні, механічні та хімічні*. Технологічні процеси за типом організації бувають *безперервними, періодичними та комбінованими*, а за параметрами – *стаціонарними та нестаціонарними*. На такому виробництві найбільш небезпечними є початок виробництва та його зупинка.

*Теплообмінні процеси* небезпечні у випадку зміни умов речовин, що переробляються, й теплообміну. Небезпека вибуху під час нагрівання може настати при порушенні герметичності устаткування, що може

привести до потрапляння нагрітої до температури спалаху речовини назовні або потрапляння всередину повітря (пароповітряної суміші). Вибух у печах можливий за наявності продуктів неповного згоряння палива, пошкодженні конструкційних елементів печі та перебоях у подачі палива. При теплообміні з використанням горючої речовини в ролі теплоносія надзвичайна ситуація теж може виникати за умови порушення герметичності теплообмінника та зміни властивостей теплообмінної речовини.

*Дифузійні процеси* не менш небезпечні, ніж теплообмінні. Вони також пов'язані з наявністю великої кількості пожежонебезпечних речовин у рідкому та газоподібному станах. Під час перегонки основною небезпекою є порушення герметичності ректифікаційних колон, що призводить до утворення небезпечних концентрацій, фізичних параметрів перегонки та властивостей речовини, що переганяється. Аналогічні ситуації можуть виникати і під час процесів абсорбції та адсорбції. При фарбуванні утворюються значні за об'ємом аерозольні пожежота вибухонебезпечні суміші як у місцях фарбування, так і в системах вентиляції. Основними джерелами запалювання є хімічні реакції, які відбуваються під час цих процесів, статичні розряди, пошкодження електрообладнання, нагрів деталей вентиляторів і двигунів, іскри від несправних вентиляторів. Небезпека зростає за умови використання методу фарбування у полі високої напруги. При сушінні найбільшу пожежну небезпеку становить висока концентрація вибухонебезпечної пари в поєднанні з пошкодженням вентиляції та підвищеною температурою сушіння.

*Гідромеханічні процеси* пов'язані з транспортуванням горючих речовин у рідкій та газоподібній фазах, їх перемішуванням. Найбільшу небезпеку під час перекачування рідин становить порушення герметичності систем транспортування, зокрема насосів, які відбуваються з різних причин: вібрація, гідравлічний удар, вихід з ладу деталей тощо. Насоси також часто виступають у ролі джерел запалювання внаслідок механічних та електричних неполадок. Потрапляння повітря всередину трубопроводів може створити небезпечні концентрації та призвести до вибуху. Під час транспортування зріджених газів здійснюється їх стискання для переведення в рідку фазу. Компресори, які при цьому використовують, у випадку порушення герметичності становлять небезпеку, оскільки відбувається всмоктування повітря разом з газом, що призводить до виникнення небезпечних вибухових концентрацій. Небезпека може виникати і при неполадках компресорів їх вузлів і

конструкцій, гідравлічних ударах та вібраціях. Джерелами запалювання можуть стати електроприводи компресорів і перегріті деталі. Як і при транспортуванні рідин, небезпеку становить недостатня вентиляція приміщень компресорних і насосних станцій, що може призвести до виникнення у цих приміщеннях вибухонебезпечних концентрацій.

*Механічні процеси* пов'язані з транспортуванням, подрібненням, змішуванням та сортуванням твердих речовин. Під час транспортування твердих речовин з допомогою транспортерів може виникати пожежо- та вибухонебезпечне середовище, викликане наявністю пилу та великої кількості горючої речовини, що транспортується. Джерелами запалювання можуть бути нагріті від тертя деталі механізмів, статичні розряди та несправність електрообладнання. Пиловибухове середовище утворюється внаслідок недостатньої вентиляції, воно сприяє швидкому поширенню пожежі.

*Хімічні процеси* пов'язані з використанням значної кількості горючих речовин у процесах як синтезу нових матеріалів так, і їх розкладу. Реактор є джерелом пожежо- та вибухонебезпеки через підвищену температуру, тиск, наявність небезпечних концентрацій речовини з повітрям. Джерелом запалювання стають побічні екзотермічні реакції, самозапалювання, статичні розряди.

Значної уваги потребують виробництва, пов'язані з добуванням нафти та газу. Підвищену небезпеку становлять бурові вишки, на яких може виникати пожежа при порушенні технології буріння, що виявляється в зміні тиску в свердловині, а саме: подачі глинистого розчину в свердловину, вийманні інструменту. При тих чи інших механічних несправностях, збільшенні тертя може виникнути викид на поверхню нафти, що за наявності будь-якого джерела запалювання призводить до пожежі значних розмірів. Пожежо- та вибухонебезпека під час переробки нафти аналогічна розглянутим вище хімічним, дифузійним та теплообмінним процесам.

Значну увагу з точки зору пожежо- та вибухонебезпеки слід приділяти зберіганню горючих речовин. Горючі речовини мають зберігатися та транспортуватися відповідно до протипожежних норм, не перевищуючи нормативних кількісних показників. Виробничі та складські приміщення повинні бути обладнані вентиляцією (системами пило-видалення) необхідної потужності, розміщеною вверху чи внизу приміщення залежно від густини речовини, що використовується. Розміщення твердих горючих матеріалів має передбачати вільний до них доступ. Тара для зберігання рідких горючих речовин повинна бути

встановлена та обладнана згідно з вимогами. Для зберігання значних об'ємів рідин застосовують резервуари, меншої кількості – різноманітну тару. Небезпеку становлять вибухові концентрації пари як зовні так і всередині тари для зберігання, що зумовлюють зміною об'єму рідини та температури. Основними джерелами запалювання є статичні розряди, блискавки, самозапалювання, механічні пошкодження, що супроводжуються утворенням іскор та несправне електрообладнання.

Гази зберігають у балонах (у стисненому, зрідженому чи розчиненому вигляді), газгольдерах (у стиснутому вигляді), резервуарах (у стиснутому, чи зрідженому вигляді). Небезпека може виникати внаслідок виходу назовні газу під час порушення герметичності та, як наслідок, утворення вибухонебезпечних концентрацій, а також при підвищенні тиску, пов'язаного з температурними факторами. Під час зберігання газу в балонах найбільшу небезпеку можуть становити механічні пошкодження, які призводять одночасно до втрати герметичності та виникнення іскри механічного походження. Для зберігання кисню недопустимим є контакт з мастилами та жиром, який може призвести до бурхливого окислення у вигляді вибуху. Існують спеціальні додаткові вимоги до зберігання кожного з видів газів.

Підприємства легкої промисловості мають також підвищену пожежо- та вибухонебезпеку, пов'язану з наявністю пилу пуху та волокон, особливо бавовняного, а також машинних мастил для змазки вузлів машин. Джерелами запалювання може бути статична електрика, несправність машин й агрегатів.

На деревообробних підприємствах пожежну небезпеку становлять як склади лісоматеріалів, так і виробничі зони. Під час обробки деревини утворюється вибухонебезпечний пил. Небезпеку становлять лаки та фарби для покриття деревини. Основними причинами займання є іскри механічної та статичної природи, несправність механічного обладнання, що призводить до перегріву деталей, несправність електрообладнання, пиловидалення та самозапалювання відходів при контакті з мастилами.

Підприємства агропромислового комплексу також є об'єктами підвищеної пожежонебезпеки. Розглянемо деякі з них. Підприємства мукомельної галузі належать до вибухонебезпечних, оскільки виробничі процеси супроводжуються виділенням пилу. Джерелом запалювання є іскри механічної, електричної та статичної природи, перегрів механічних деталей, несправність вентиляції та електрообладнання.



Під час збирання врожаю пожежі можуть виникнути через іскру транспортного засобу внаслідок його несправності чи порушення правил експлуатації, блискавку, пошкодження ліній електропередач.

Пожежі під час сушіння зерна виникають через потрапляння іскор та продуктів горіння від зерносушильних машин в зерно, порушення подачі зерна, наявності пилу, який може самозайматися.

Пожежа та вибух можуть виникати при зберіганні зерна від зернового пилу, через несправність механізмів транспортування зерна та електрообладнання.

Під час зберігання мінеральних добрив, які є вибухонебезпечними, пожежі виникають внаслідок самозапалювання, іскор, нагрітих вузлів механізмів і несправного електрообладнання.

На тваринницьких фермах пожежі стаються через несправність електрообладнання та порушення правил його експлуатації. Під час виготовлення та зберігання кормів існує небезпека самозапалювання та виникнення пожежі через різноманітні пошкодження електрообладнання.

Щоб запобігти виникненню пожеж, необхідно здійснювати контроль параметрів технологічного процесу й адекватно реагувати на різноманітні ситуації. Велику роль при цьому відіграють технічні пристрої (термометри, манометри, газоаналізатори тощо). Для запобігання пошкодженню від вибухів встановлюються захисні клапани та інше обладнання, призначене зменшити наслідки вибуху.

Окрім контрольно-вимірювального обладнання слід встановлювати пристрої пожежної сигналізації та автоматики, призначені як для своєчасного сповіщення про виникнення пожежі, так і її ліквідації.

Для успішного подолання можливих наслідків пожеж необхідно створити ефективну пожежну охорону в межах об'єкта залучати оперативно-рятувальні сили. Для цього здійснюється комплекс заходів, пов'язаних з формуванням оперативних планів ліквідації надзвичайних ситуацій, планів евакуації, взаємодії сил і засобів тощо.

Однією з основних небезпек виникнення пожеж і вибухів на різноманітних підприємствах є людський фактор, що проявляється у необережному поводженні з вогнем, порушенні технологічного процесу та правил експлуатації обладнання. Запобігати цьому можна шляхом навчання персоналу, розробки інструкцій на випадок виникнення надзвичайних ситуацій, здійснення контролю за роботою людей. Для інформування людей про небезпеку використовують спеціальні знаки безпеки.

### *Контрольні запитання та завдання*

1. Назвіть основні противибухонебезпечні та протипожежні заходи.
2. Поясніть характер пожежонебезпечного виробництва і які теплообмінні, дифузійні, гідромеханічні та механічні процеси супроводжують вибухонебезпеку.
3. Які вимоги пожежної безпеки до горючих речовин?
4. Які підприємства характеризуються найбільшою вибухонебезпекою?
5. Якими засобами здійснюється контроль параметрів технологічного процесу для запобігання вибухів і пожеж?

## ПОРЯДОК ДІЙ У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖИ

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожний працівник (співробітник) підприємства, організації, установи зобов'язаний:

- негайно повідомити про це пожежну охорону або компетентну особу (чергового), вказавши при цьому точну адресу, місце виникнення пожежі, наявність людей та своє прізвище;
- вжити заходів до евакуації людей, тварин, матеріальних цінностей та до гасіння (локалізації) пожежі;
- у разі необхідності викликати медичну, газорятувальну чи інші аварійно-рятувальні служби.

Керівник, відповідальна компетентна посадова особа або черговий, що перебули на місці пожежі, зобов'язані:

- переконатися в тому, що пожежна охорона викликана;
- організувати рятування людей та тварин у разі загрози їхньому життю;
- видалити з місця пожежі в безпечну зону всіх працівників (співробітників), які не беруть участі в її гасінні;
- припинити (по можливості) роботу в будинку чи споруді, де виникла пожежа;
- відімкнути електроенергію (крім систем протипожежного захисту), вентиляцію та виконати інші заходи, що перешкоджають поширенню пожежі;
- перевірити ввімкнення установок пожежогасіння, протидимного захисту, оповіщення людей про пожежу (якщо такі є на об'єкті);
- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони за розробленим планом (інструкцією взаємодії) та найкоротшим шляхом допомогти їм прибути до осередку пожежі;
- організувати евакуацію матеріальних цінностей;
- дотримуватись вимог техніки безпеки.

З прибуттям на пожежу пожежних підрозділів необхідно забезпечити безперешкодний їх доступ на територію об'єкта.

Керівник об'єкта або підпорядковані йому компетентні особи з числа технічного персоналу мають консультувати керівника гасіння пожежі про конструктивні, технологічні та інші особливості об'єкта, де виникла пожежа, та прилеглої до нього території.

Підприємства повинні бути оснащені *первинними засобами пожежогасіння*.

До них належать:

- вогнегасники;
- пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати);
- пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення.

Покривала з негорючого теплоізоляційного волокна повинні мати розмір не менш як 1х1 м. Вони призначені для гасіння пожеж класів А, В та Е, невеликих осередків пожеж при займанні речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря. У місцях застосування та зберігання ЛЗР та ГР розміри покривал можуть бути збільшені до 2 × 1,5 м; 2 × 2 м.

Бочки з водою встановлюються у виробничих, складських та інших приміщеннях у разі відсутності внутрішнього протипожежного водогону та за наявності горючих матеріалів. Їх кількість у приміщеннях визначається з розрахунку встановлення однієї бочки на площу не менше 300 м<sup>2</sup>. Бочки повинні мати місткість не менше 0,2 м<sup>3</sup> і бути укомплектовані пожежним відром місткістю не менше 0,008 м<sup>3</sup>.

Пожежні щити (стенди) встановлюють на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 1000 м<sup>2</sup> (рис. 21.1а, б).

До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщуються на ньому, слід включати: вогнегасники – 2 – 3 шт. із масою заряду не менше 5 кг кожен, ящик з піском – 1 шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті розміром 2 × 2 м – 1 шт., гаки – 3 шт., лопати – 2 шт., ломи – 2 шт., сокири – 2 шт.

Ящики для піску повинні мати місткість 0,5, 1,0 або 3,0 м<sup>3</sup> та бути укомплектованими совковою лопатою.

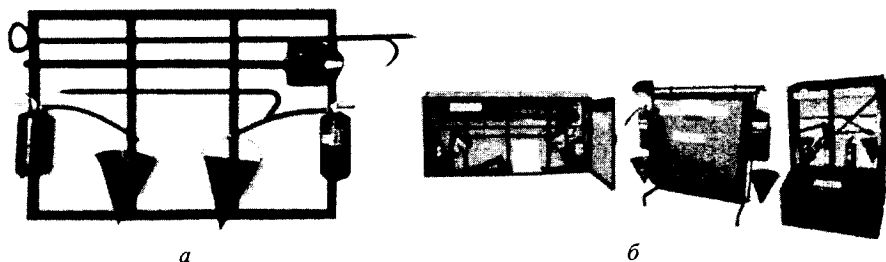


Рис 21.1. Пожежний щит (а) і варіанти його комплектування (б)

Ящик для піску, що є елементом конструкції пожежного стенду, має бути місткістю не менше  $0,1 \text{ м}^3$ . Конструкція ящика (вмістилища) повинна забезпечувати зручне діставання піску та виключати потрапляння опадів.

Будівлі та споруди, які зводяться та реконструюються, мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння з розрахунку:

- на  $200 \text{ м}^2$  площі підлоги – один вогнегасник із масою заряду не менше 5 кг, бочка з водою, ящик з піском на кожні 20 м довжини риштування (на поверхах), а на кожні 100 м довжини риштування – бочка з водою;
- на  $200 \text{ м}^2$  площі покриття з утеплювачем та покрівлями з горючих матеріалів груп Г3, Г4 – один вогнегасник із масою заряду не менше 5 кг, бочка з водою та ящик з піском.

**Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників та їх розміщення** залежно від виду вогнегасної речовини вогнегасник поділяють на :

- ВВ – вогнегасник водяний;
- ВВП – вогнегасник водопінний (рис 21.2 а, б);
- ВВПА – вогнегасник водопінний аерозольний;
- ВВК – вогнегасник вуглекислотний (рис 21.3 а, б);
- ВП – вогнегасник порошковий (рис 21.4 а, б).



Рис. 21.2. Вогнегасники водопінні: а – ВВП-6(з); б – ВВП-9(з)



Рис. 21.3. Вогнегасники вуглекислотні: а – ВВК-2; б – ВВК-10

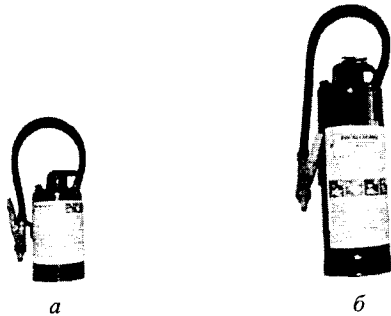


Рис. 21.4. Вогнегасники порошкові: а – ВП-5; б – ВП-9

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

Будова та приведення в дію основних типів вогнегасників показані на рис. 21.5.

## ВОГНЕГАСНИКИ та порядок приведення їх у дію

ВОДОПІННИ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСІВ А ТА В	ПОРОШКОВІ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСІВ А, В, СТА (Е)	ВУГЛЕКИСЛОТНІ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСІВ В ТА (Е)
<p>Під дією стисненого повітря заряд водянго розпилює ініціаторованою через сифонну трубу потропелю до ніжнього регулятора, де змішується з повітрям та утворює піну, яка виводиться.</p> <p><b>ВОГНЕГАСНИК ВВП-5(а) (водопінний, закачний)</b></p>	<p>Під дією газу-випускувача виводиться заряд вогнегасного порошку.</p> <p><b>ВОГНЕГАСНИК ПОРОШКОВИЙ ВП-5Б</b></p>	<p>Вуглекислота (СО<sub>2</sub>) витискується в розтруб, де утворюється коніч, який виводиться.</p> <p><b>ВОГНЕГАСНИК ВУГЛЕКИСЛОТНИЙ ВВК-5</b></p>
<p>ВАЖИЛЬ</p> <p>ЗАПОБІЖНИК</p> <p>МАНОМЕТР</p> <p>РУЧКА</p> <p>СИФОННА ТРУБКА</p> <p>КОРПУС</p> <p>ГЕНЕРАТОР</p>	<p>КНОПКА</p> <p>ВАЖИЛЬ</p> <p>ЗАПОБІЖНИК</p> <p>РУЧКА</p> <p>БАЛОНЧИК ПІ ГАЗОМ-ВИПУСКУВАЧЕМ</p> <p>РУКАВ</p> <p>НАСАДКА РОЗПИЛЮВАЧ</p> <p>СИФОННА ТРУБКА</p> <p>КОРПУС</p>	<p>ВАЖИЛЬ</p> <p>ЗАПОБІЖНИК</p> <p>РУЧКА</p> <p>СИФОННА ТРУБКА</p> <p>КОРПУС</p> <p>РОЗТРУБ</p>

Рис. 21.5. Будова та приведення в дію вогнегасників

За необхідності застосування різних типів вогнегасників допускається здійснювати заміну одного типу на інший, забезпечивши рівність сумарної вогнегасної здатності вогнегасників за класом пожежі, характерної для цього об'єкта.

Вогнегасники слід встановлювати у легкодоступних та помітних місцях (коридорах, біля входів або виходів з приміщень тощо), а також у пожежонебезпечних місцях, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їх захист від попадання прямих сонячних променів та безпосередньої (без загороджувальних щитків) дії опалювальних та нагрівальних приладів.

Відстань між місцями розташування вогнегасників не повинна перевищувати:

- 15 м – для приміщень категорій А, Б, В (горючі гази та рідини);
- 20 м – для приміщень категорій В, Г, а також для громадських будівель і споруд.

Пожежні щити (стенди), інвентар, інструмент, вогнегасники в місцях установа не повинні створювати перешкод під час евакуації.

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

Громадські та адміністративно-побутові будівлі на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше. Крім того, слід передбачати по одному вуглекислотному вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше на 20 м<sup>2</sup> площі підлоги в таких приміщеннях: офісні приміщення з персональними електронно-обчислювальними машинами (ПЕОМ), комори, електрощитові, вентиляційні камери та інші технічні приміщення.

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

Приміщення, у яких розміщені ПЕОМ, слід оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 чи ВВК-2 або один ВВПА-400 на три ПЕОМ, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.

Приміщення, обладнані модульними установками автоматичного пожежогасіння, якщо в них не перебувають постійно люди, можуть забезпечуватися вогнегасниками на 50 % від норм для цих приміщень.

Крім того, при виборі місця слід брати до уваги таке:

- розміщення вогнегасника на підлозі, якщо це не створює незручностей, є більш бажане, оскільки дає змогу персоналу діяти оперативніше;

- якщо обслуговуючий персонал не перебуває у приміщенні постійно, вогнегасники бажано розміщувати ззовні приміщення або біля входу до нього;

- якщо у приміщенні постійно перебуває обслуговуючий персонал, вогнегасники потрібно розміщувати всередині приміщення;

- не допускати розміщення великої кількості вогнегасників в одному місці, тому що це призводить до затримки при їх розбиранні обслуговуючим персоналом.

При виборі типу вогнегасників необхідно враховувати кліматичні умови експлуатації будинків і споруд. Придатність переносних і пересувних вогнегасників до гасіння пожеж різних класів і діапазони температур їх експлуатації наведено в табл. 21.1

Таблиця 21.1

**Придатність вогнегасників до гасіння пожеж різних класів та діапазони температур їх експлуатації**

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

Примітка: знак "+" означає придатність вогнегасника для гасіння пожеж цього класу, "-" непридатність; \* – застосування небезпечне для життя; \*\* – для водяних вогнегасників із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу B.



Слід також керуватися такими правилами:

- кожен об'єкт бажано оснащувати вогнегасниками, які мають однакову систему запуску і приведення в дію;
- вага вогнегасника повинна відповідати фізичним можливостям людей, які ймовірно можуть його використовувати у разі пожежі (загоряння);
- на електричному обладнанні застосовуються тільки спеціально призначені для такого обладнання вогнегасники.

### ***Контрольні запитання та завдання***

1. Що таке процес горіння?
2. Які бувають різновидності горіння? Дайте їх характеристику.
3. Які основні показники поширення небезпеки речовин і матеріалів?
4. Дайте характеристику матеріалів за горючістю.
5. Як класифікують виробництва за пожежонебезпечністю?
6. Що таке вогнестійкі будівельні конструкції?
7. Які існують вогнегасні речовини?
8. Розкажіть про автоматичні системи гасіння пожежі?
9. Назвіть типи хімічних вогнегасників.

## ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

**АВАРІЙНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — штучне освітлення приміщення для продовження роботи в разі аварійного відімкнення робочого освітлення.

**АВАРІЯ** — небезпечна ситуація в технічній системі на промисловому, енергетичному об'єкті, яка загрожує життю або здоров'ю людей та призводить до порушення технологічних процесів, руйнування об'єктів, а також наносить шкоду навколишньому середовищу.

**АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ** — комплексна оцінка всіх факторів виробничого середовища і трудового процесу, соціально – економічних чинників, які впливають на здоров'я та працездатність працівника у процесі трудової діяльності.

**БЕЗПЕКА** — відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з можливістю ушкодження.

**БЕЗПЕКА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ** — здатність виробничого процесу відповідати вимогам безпеки праці в умовах, встановлених нормативно – технічною документацією.

**БЕЗПЕКА ВИРОБНИЧОГО УСТАТКУВАННЯ** — здатність устаткування зберігати безпечний стан під час виконання заданих функцій у певних умовах протягом встановленого часу.

**БЕЗПЕКА ПРАЦІ** — стан умов праці, за якого відсутній виробничий травматизм.

**БЕЗПЕКА УМОВ ПРАЦІ** — стан умов праці, за яких вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих факторів неможливий або дія шкідливих виробничих чинників не перевищує гранично допустимих рівнів.

**БОКОВЕ НАТУРАЛЬНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — натуральне освітлення приміщення через світлові прорізи у зовнішніх стінах.

**ВАЖКІ ФІЗИЧНІ РОБОТИ (КАТЕГОРІЯ III)** — види діяльності, за яких витрати енергії становлять 291 – 349 Вт (251 – 300 ккал/год).

**ВАЖКІСТЬ ПРАЦІ** — характеристика (чинник) трудового процесу, що відображає навантаження на опорно–руховий апарат і функціональні системи організму (серцево–судинну, дихальну тощо), які забезпечують його діяльність.

**ВАЖКОГОРЮЧІ (ВАЖКО СПАЛЮВАНІ) РЕЧОВИНИ (МАТЕРІАЛИ)** — речовини (матеріали), що можуть спалахувати, тліти чи обвуглюватись у повітрі від джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти чи обвуглюватися після його видалення.

**ВЕНТИЛЯЦІЯ** — організований та регульований повітрообмін, що забезпечує виділення з приміщення забрудненого повітря та подачу свіжого.

**ВЕРХНЄ НАТУРАЛЬНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — натуральне освітлення приміщення через виробничі ліхтарі, світлові прорізи у перекритті, а також через прорізи в стінах у місцях перепаду висот будівлі.

**ВЕРХНЯ КОНЦЕНТРАЦІЙНА МЕЖА ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я (ВКМП)** — максимальна об'ємна (масова) частка горючої речовини суміші з окисником, за якої можливе її займання (самозаймання) від джерела запалювання з наступним поширенням полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

**ВЕРХНЯ МЕЖА ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я** — верхня температура матеріалу (речовини), за якої його (її) насичена пара чи горючі леткі утворюють в окислювальному середовищі концентрації, що дорівнюють верхній концентраційній межі поширення полум'я.

**ВЕРХОЛАЗНІ РОБОТИ** — роботи, що виконуються на висоті понад 5 м від поверхні ґрунту, перекриття чи робочого помосту.

**ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНА ЗОНА** — простір у приміщенні або за його межами, де наявні (чи здатні утворюватися) вибухонебезпечні суміші

**ВИКОНАННЯ РОБІТ В ЕУ** — комплекс робіт, що включає ремонтні роботи та технічне обслуговування ЕУ.

**ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ** — вимоги, встановлені законодавчими актами, нормативно-технічною документацією, правилами та інструкціями до виробничого обладнання, виробничого середовища й організації трудового процесу з безпеки праці.

**ВИРІВНЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ** — метод зниження напруги дотику та кроку між точками електричного кола, до яких можливий одночасний дотик або на яких може одночасно стояти людина.

**ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ** — це система організаційних і технічних заходів, спрямованих на усунення потенційно небезпечних факторів і запобігання професійним захворюванням та отруєнням.

**ВИРОБНИЧА ТРАВМА** — пошкодження тканини, порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів.

**ВИРОБНИЧЕ ПРИМІЩЕННЯ** — замкнутий простір у спеціально призначених будівлях і спорудах, у яких постійно (по змінах) чи періодично (протягом робочого дня) здійснюється трудова діяльність людей.

**ВИРОБНИЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ** — це середовище, де людина здійснює свою трудову діяльність.

**ВИРОБНИЧИЙ РИЗИК** — ймовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, зумовлена ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці, а також науково-технічним станом виробництва.

**ВИРОБНИЧО ЗУМОВЛЕНЕ ЗАХВОРЮВАННЯ** — захворювання, перебіг якого погіршується умовами праці, а частота його перевищує частоту тих працівників, які не піддаються впливу даних професійних шкідливих факторів.

**ВІБРАЦІЯ** — механічні коливання твердих тіл, що проявляються під час переміщення їх у просторі, чи в зміні форми.

**ВІДПОВІДАЛЬНИЙ ЗА ЕЛЕКТРОГОСПОДАРСТВО** — особа з інженерно-технічних працівників, яка має електротехнічну освіту і пройшла перевірку знань з охорони праці в установленому порядку та призначена керівником підприємства відповідати за справний стан і безпечно експлуатацію ЕУ.

**ВОГНЕГАСНИК** — переносний або перевізний апарат для гасіння пожеж.

**ВОГНЕСТІЙКІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ** — здатність конструкції зберігати несучу та (або) огорожувальні функції в умовах пожежі.

**ВТОМА** — сукупність тимчасових змін у фізіологічному та психічному стані людини, які зумовлені напруженою чи тривалою трудовою діяльністю, що призводять до погіршення кількісних і якісних показників її роботи.

**ГІГІЕНА ПРАЦІ** — наука, що вивчає вплив виробничого процесу та навколишнього середовища на організм працюючих з метою розробки санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, які спрямовані на створення найсприятливіших умов праці, забезпечення здоров'я та високого рівня працездатності людини.

**ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ЧИННИКА** — вивчення небезпечності для здоров'я людини певного чинника навколишнього середовища з метою обґрунтування системи профілактичних та оздоровчих заходів.

**ГІГІЄНИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ** — сукупність показників, які характеризують об'єктивні дані гігієнічного стану робочого місця, виробничого середовища і трудового процесу.

**ГІГІЄНИЧНИЙ НОРМАТИВ ЧИННИКА** — кількісний показник, який характеризує оптимальний чи допустимий рівень фізичних, хімічних або біологічних факторів навколишнього і виробничого середовища.

**ГОРІННЯ** — екзотермічна реакція окислення речовини, що супроводжується виділенням диму та виникненням полум'я.

**ГОРЮЧІ (СПАЛЮВАЛЬНІ) РЕЧОВИНИ (МАТЕРІАЛИ)** — речовини (матеріали), що здатні самозайматися, а також спалахувати, тліти чи обвуглюватися від джерела запалювання та самостійно горіти після його видалення.

**ГРАНИЧНО ДОПУСТИМА КОНЦЕНТРАЦІЯ (ГДК)** — концентрація, яка при щоденній (крім вихідних днів) восьмигодинній роботі, чи іншій тривалості, але не більше 41 год за тиждень, протягом всього робочого стажу не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я. ГОСТ 12.1.005 – 88.

**ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИЙ РІВЕНЬ ВИРОБНИЧОГО ФАКТОРА (ГДР)** — рівень виробничого фактора, дія якого під час роботи встановленої тривалості за час всього трудового стажу людини не призводить до травм, захворювання чи відхилення в стані здоров'я в процесі роботи або в віддалені періоди життя, чи негативно впливає на її нащадків.

**ГУМАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ** — профілактика перевтоми, професійних захворювань, запобігання виробничому травматизму, підвищення змістовності праці, створення умов для всебічного розвитку особистості.

**ДВОФАЗНИЙ ДОТИК В ЕУ** — одночасний дотик людини до двох фаз трифазної мережі.

**ДЕРЖАВНИЙ КОНТРОЛЬ** — контроль державних органів за дотриманням законів, нормативних актів, господарською діяльністю підприємств, установ та організацій згідно з чинним законодавством.

**ДИЕЛЕКТРИЧНЕ ВЗУТТЯ** — взуття, яке виготовлене з ізоляційного матеріалу, має рифлену підошву і використовується для електрозахисту ніг.

**ДИЕЛЕКТРИЧНІ РУКАВИЧКИ** — рукавички, виготовлені з гуми або іншого електроізоляційного матеріалу, які використовуються для електрозахисту рук.

**ДІЮЧА ЕЛЕКТРОУСТАНОВКА** — ЕУ або її дільниця, яка перебуває під напругою або на яку напруга може бути подана вмиканням комутаційних апаратів (вимикачів чи рубильників), а також ПЛІ, на яку напруга може йти від інших ПЛ.

**ДОДАТКОВИЙ ЕЗЗ** — електроізолювальний засіб, який сам по собі не здатний за даної напруги забезпечити захист від ураження електричним

струмом, а ними доповнює основний ЕЗЗ, може також захищати від напруг дотику та кроку.

**ДОПУСТИМИЙ РІВЕНЬ ВИРОБНИЧОГО ФАКТОРА** — рівень виробничого чинника, дія якого під час роботи встановленої тривалості за час усього трудового стажу не призводить до травми чи захворювання, але може викликати нечасті швидкоплинні суб'єктивні неприємні відчуття, зміну функціонального стану організму, що не виходять за межі фізіологічної спромоги пристосовуватися. ГОСТ 12.4.113 – 82.

**ДОПУСТИМИ МІКРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ** — поєднання параметрів мікроклімату, які за тривалого чи систематичного впливу на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізичної адаптації; при цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

**ДОПУСТИМІ УМОВИ ТА ХАРАКТЕР ПРАЦІ** — умови та характер праці, за яких рівень небезпечних і шкідливих виробничих факторів не перевищує встановлених гігієнічних нормативів на робочих місцях, а можливі функціональні зміни, викликані трудовим процесом, відновлюються за час регламентованого відпочинку протягом робочого дня чи домашнього відпочинку до початку наступної зміни і не чинять несприятливого впливу в близькому та віддаленому періодах на стан здоров'я працівників і їхнього потомства.

**ЕЛЕКТРИЧНА ІЗОЛЯЦІЯ** — шар діелектрика або виконана з діелектрика конструкція, що забезпечує протікання струму потрібним шляхом і безпечну експлуатацію ЕУ.

**ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА** — система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини у процесі оперативного обслуговування та виконання робіт в електроустановках.

**ЕЛЕКТРОЗАХИСНИЙ ЗАСІБ (ЕЗЗ)** — засіб, який забезпечує від ураження електричним струмом.

**ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ** — особлива форма матерії, яка зумовлює взаємодію між електрично зарядженими тілами або тілами, що мають магнітний момент

**ЕЛЕКТРОПРИМІЩЕННЯ** — приміщення або відгороджені (наприклад сітками) частини приміщення, що доступні тільки для кваліфікованого обслуговувального персоналу, і в яких розміщено електроустановки.

**ЕЛЕКТРОТРАВМА** — травма, зумовлена дією на людину електричного струму, електричної дуги чи електромагнітного поля.

**ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМ** — сукупність електротравм.

**ЕЛЕКТРОУСТАНОВКА** — сукупність машин, апаратів, ліній та допоміжного обладнання, призначених для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інший вид енергії.

**ЗАГАЛЬНА ВІБРАЦІЯ** — вібрація, яка передається людині через її опорні поверхні тіла.

**ЗАГАЛЬНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — штучне освітлення, за якого світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або стосовно розміщення виробничого обладнання (загальне локалізоване освітлення), яке призначене для виконання роботи.

**ЗАЗЕМЛЮВАЧ** — металоконострукція, яка розміщена в ґрунті і має з ним хороший електричний контакт.

**ЗАЙМАННЯ** — горіння, яке виникає під впливом джерела запалювання.

**ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ В ЕУ** — сполучення струмовідних частин ЕУ із землею чи її еквівалентом.

**ЗАНУЛЕННЯ В ЕУ** — електричне з'єднання корпусів ЕУ з нульовим захисним проводом трифазної мережі, глухо заземленою нейтраллю, заземленим полюсом в однофазних мережах і за заземленою середньою точкою в мережах постійного струму.

**ЗАПОБІЖНИЙ ПРИСТРІЙ** — пристрій, який слугує для автоматичного вимикання обладнання у разі виникнення аварійних режимів його роботи.

**ЗАСІБ ЗАХИСТУ** — засіб, застосування якого виключає або знижує дію на одного або кількох працівників небезпечних і (або) шкідливих виробничих чинників.

**ЗАСІБ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКА** — засіб, призначений для одночасного захисту від шкідливих чи небезпечних факторів одного працівника.

**ЗАСІБ КОЛЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ** — засіб, призначений для захисту від шкідливих чи небезпечних факторів двох і більше працівників.

**ЗАХВОРЮВАННЯ** — порушення нормальної життєдіяльності організму, зумовлене функціональними та/або морфологічними змінами.

**ЗАХИСНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ** — умисне електричне сполучення із землею чи її еквівалентом металевих неструмовідних частин ЕУ, що можуть опинитися під напругою.

**ЗАХИСНІ МІРИ В ЕУ** — схемні чи конструктивні рішення, спрямовані на безпечну експлуатацію ЕУ.

**ЗВУК** — хвильове коливання пружного середовища, за якого виникає надлишковий тиск.

**ЗОНА РОЗТІКАННЯ СТРУМУ ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ** — зона поверхні землі, за межами якої потенціали, створювані струмом замикання на землю, умовно можуть бути прийняті рівними нулю.

**ІЗОЛЮЮЧИЙ МАЙДАНЧИК** — майданчик, підлога й огорожа якого ізолювані від землі.

**ІНСТРУКТАЖ З ОХОРОНИ ПРАЦІ (І.З.О.П.)** — усне пояснення положень відповідних нормативних документів щодо охорони праці. За характером і часом проведення розподіляють вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий і.з.о.п.

**ІНФРАЗВУК** — хвильове коливання пружного середовища з частотою менше 20 Гц.

**ІНФРАЧЕРВОНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ (ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ)** — випромінювання з довжиною хвилі 760 нм – 540 мкм.

**ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ** — будь — яке випромінювання, взаємодія якого із середовищем призводить до утворення електричних зарядів різних знаків.

**КАРТА ПРАЦІ** — документ, який містить кількісні та якісні характеристики чинників виробничого середовища і трудового процесу, гігієнічну оцінку умов праці, рекомендації щодо їх поліпшення, запропоновані пільги та компенсації.

**КАТАСТРОФА** — велика аварія, яка несе за собою значні жертви, шкоду здоров'ю людей і руйнування або знищення об'єктів та інших матеріальних цінностей у великих розмірах, а також призводить до серйозного забруднення навколишнього середовища.

**КАТЕГОРІЯ РОБІТ** — розмежування робіт за важкістю на основі загальних енерговитрат організму в ккал/год (Вт).

**КОЕФІЦІЄНТ ПРИРОДНОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ (КПО)** — відношення природної освітленості, що створюється у деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба (безпосереднім або після відбиття), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, яка створюється світлом повністю відкритого небосхилу.

**КОЕФІЦІЄНТ СВІТЛОВОГО КЛІМАТУ** — коефіцієнт для визначення нормованого значення КПО, який враховує особливості світлового клімату.

**КОЕФІЦІЄНТ СОНЯЧНОСТІ КЛІМАТУ** — коефіцієнт, що враховує додатковий світловий потік, який проникає через світлові прорізи у приміщення за рахунок прямого чи відбитого від підстилаючої поверхні сонячного світла протягом року.

**КОЛЕКТИВНИЙ ДОГОВІР** — письмова двостороння угода, сторонами якої є, з одного боку, трудовий колектив, з іншого — адміністрація підприємства, установи, організації в особі керівника.

**КОМБІНОВАНЕ НАТУРАЛЬНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — поєднання верхнього та бокового натурального освітлення.

**КОМБІНОВАНЕ ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — штучне освітлення, за якого до загального освітлення додається місцеве.

**КОМПЛЕКСНА ПЕРЕВІРКА** — контроль підрозділів за всіма аспектами діяльності в галузі охорони праці: управлінським, організаційним, технічним забезпеченням безпеки праці, організацією виконуваної профілактичної роботи, створенням і додержанням нормативних умов, аналіз статистики травматизму тощо.

**КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ** — автоматичне підтримування у приміщенні незалежно від зовнішніх умов (постійних чи змінних) за визначеною програмою температури, вологості, чистоти та швидкості руху повітря.

**КОНТРОЛЬ ЗА ОХОРОНОЮ ПРАЦІ** — система постійно діючих взаємопов'язаних заходів, спрямованих на перевірку відповідності процесу функціонування об'єкта управлінським рішенням, що були прийняті, наказам, законам, положенням, нормам, стандартам, правилам; виявлення результатів впливу суб'єкта (управлінських структур) на об'єкт управління (окремих працівників та колективи) і відхилень від управлінських рішень; виконання приписів посадових осіб і держнаглядових органів щодо усунення виявлених порушень вимог нормативних актів тощо.

**КРІОГЕННА ТЕХНІКА** — техніка, що зріджує гази, допомагає їх зберігати і транспортувати в рідкому стані, конструювати кріорефрижератори (холодильні машини), охолоджувати та термостатувати за кріогенних температур.

**КРІОГЕННИЙ ПРОДУКТ** — речовина або суміш речовин, що знаходяться при кріогенних температурах (0 – 12 °К).

**ЛАЗЕРНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ** — монохроматичне вузькоспрямоване когерентне потужне випромінювання з довжиною хвилі в діапазоні від 20 до сотих часток мкм.

**ЛЕГКІ ФІЗИЧНІ РОБОТИ (КАТЕГОРІЯ І)** — види діяльності, за яких витрата енергії дорівнює 105 – 140 Вт (90 – 120 ккал/год) – категорія Іа та 141 – 175 Вт (121 – 150 ккал/год) – категорія Іб.

**ЛОКАЛЬНА ВІБРАЦІЯ** — вібрація, яка передається людині під час контакту з ручним механізованим інструментом, органами керування машинами й обладнанням, деталями, які обробляються, через руки.

**МЕЖА ВОГНЕСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЇ** — показник вогнестійкості конструкції, який визначається часом (у хвилинах) від початку вогневого випробування за стандартного температурного режиму до втрати конструкцією несучої здатності, цілісності або теплоізолювальної здатності.

**МЕЖА ПОШИРЕННЯ ВОГНЮ ПО БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ** — розмір зони пошкодження зразка в площині конструкції від межі зони нагрівання до найвіддаленішої точки пошкодження.

**МЕХАНІЧНА ВЕНТИЛЯЦІЯ** — вентиляція, за допомогою якої повітря подається у приміщення чи видаляється з них з використанням механічних збудників руху повітря.

**МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ** — метеорологічні умови внутрішнього середовища приміщень, які визначаються поєднаннями температури, вологості, швидкості руху повітря і теплового випромінювання. ГОСТ 12.1.005 – 88.

**МІКРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ** — поєднання температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивності теплового (інфрачервоного) випромінювання.

**МІСЦЕВЕ ОСВІТЛЕННЯ** — штучне освітлення, додаткове до загального, яке створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

**НАДНИЗЬКА (МАЛА) НАПРУГА** — номінальна напруга не більше 42 В змінного струму чи 110 В постійного струму, що застосовується з метою зменшення небезпеки ураження людини електричним струмом.

**НАПРУГА ДОТИКУ** — напруга між двома точками кола струму, до яких одночасно дотикається людина.

**НАПРУГА КРОКУ** — напруга між двома точками кола струму, що перебувають одна від одної на відстані кроку, на яких одночасно стоїть людина.

**НАПРУЖЕНІСТЬ ПРАЦІ** — характеристика (чинник) трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.



**НАРЯД–ДОПУСК** — викладене на спеціальному бланку розпорядження на безпечне виконання роботи, що визначає її зміст, місце, час початку і закінчення, необхідні заходи безпеки, склад бригади та працівників, відповідальних за безпечне виконання роботи.

**НЕБЕЗПЕЧНА ЗОНА** — простір, у якому можлива дія на працюючих небезпечного і (або) шкідливого виробничого чинників.

**НЕБЕЗПЕЧНА ЗОНА ОБЛАДНАННЯ** — простір із певними розмірами біля обладнання, в якому постійно діють чи періодично утворюються небезпечні *та/чи* шкідливі виробничі фактори.

**НЕБЕЗПЕЧНИЙ ВАНТАЖ** — речовини та предмети, які під час транспортування, навантажувально–розвантажувальних робіт і зберігання можуть стати причиною вибуху, пожежі чи пошкодження транспортних засобів, будівель і споруд, а також загибелі, каліцтва, отруєння, опіків, опромінення чи захворювання людей або тварин.

**НЕБЕЗПЕЧНИЙ ВИРОБНИЧИЙ ФАКТОР** — виробничий фактор, дія якого на працівника за певних умов призводить до травми чи раптового погіршення здоров'я. ГОСТ 12.0.002 – 80.

**НЕГОРЮЧІ (НЕСПАЛИМІ) РЕЧОВИНИ (МАТЕРІАЛИ)** — речовини (матеріали), що нездатні до горіння чи обвуглювання у повітрі під впливом вогню або високої температури.

**НЕПОСТІЙНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ** — місце, на якому працівник перебуває меншу частину (менше 50% чи менше 2 год безперервно) свого робочого часу.

**НЕЩАСНИЙ ВИПАДОК НА ВИРОБНИЦТВІ** — обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

**НИЖНЯ КОНЦЕНТРАЦІЙНА МЕЖА ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я** — мінімальна об'ємна (масова) частка горючої речовини у суміші з даним окисником, за якої можливе займання (самозаймання) суміші від джерела запалювання з наступним поширенням полум'я по суміші на будь–яку відстань від джерела запалювання.

**НИЖНЯ МЕЖА ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я** — нижня температура матеріалу (речовини), за якої його (її) насичена пара чи горючі легкі утворюють в окислювальному середовищі концентрації, що дорівнюють нижній концентраційній межі поширення полум'я.

**НОРМАТИВИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ** — норми площі та об'єму виробничого приміщення на одного працівника; нормативи умов праці на робочих місцях; нормативи з безпеки технологічних процесів, машин, механізмів, обладнання, пристроїв; норми комплектування робочих місць і екіпування працівників засобами індивідуального захисту.

**НОРМАТИВНО-ПРАВОВИЙ АКТ З ОХОРОНИ ПРАЦІ (НПАОП)** — офіційний документ органу державного управління охороною праці, яким встановлюються обов'язкові для виконання норми (правила).

**НУЛЬОВИЙ ЗАХИСНИЙ ПРОВІДНИК** — провідник, який з'єднує занулювальні частини електроустановки із глухозаземленою нейтральною точкою джерела струму або її еквівалентом

**ОБ'ЄКТ РОЗПІЗНАВАННЯ** — предмет, який розглядається, або окрема його частина чи дефект, який треба розрізняти у процесі роботи.

**ОГОРОДЖУВАЛЬНИЙ ЗАСІБ ЗАХИСТУ** — засіб, який перешкоджає проникненню людини в небезпечну зону або поширенню небезпечних чи шкідливих виробничих факторів.

**ОДНОФАЗНИЙ ДОТИК В ЕУ** — дотик людини до однієї фази трифазної мережі.

**ОПЕРАТИВНА ПЕРЕВІРКА** — перевірка стану робіт з охорони праці, додержання вимог щодо охорони надр, відповідності споруд, устаткування та обладнання, технологій вимогам нормативних актів про охорону праці.

**ОПЕРАТИВНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК** — комплекс робіт, що включає ведення необхідного режиму роботи, проведення перемикачів, оглядів і підготовку до проведення ремонту ЕУ

**ОПОСВІДЧЕННЯ ЕУ** — офіційне визначення стану безпеки й умов подальшої експлуатації ЕУ.

**ОПТИМАЛЬНИЙ РЕЖИМ ПРАЦІ ТА ВІДПОЧИНКУ** — чергування періодів праці та відпочинку, за якого досягається найбільша ефективність трудової діяльності людини і зберігається хороший стан її здоров'я.

**ОПТИМАЛЬНІ МІКРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ** — поєднання параметрів мікроклімату, які за умови тривалого та систематичного впливу на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції; вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

**ОПТИМАЛЬНІ УМОВИ І ХАРАКТЕР ПРАЦІ** — умови і характер праці, за яких виключається несприятливий вплив на здоров'я працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів, створюються передумови для збереження високого рівня працездатності (неперевищення рівнів, небезпечних для населення).

**ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ** — заходи, що визначають певний порядок оформлення і виконання робіт в ЕУ.

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНА ПЕРЕВІРКА** — контроль за організаційно-технічним забезпеченням безпеки праці в підрозділах, який реалізується на рівні організаторів і виконавців робіт.

**ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ** — комплекс заходів, які забезпечують трудовий процес та ефективне використання знарядь виробництва та предметів праці.

**ОСНОВНА ІЗОЛЯЦІЯ** — ізоляція, призначена для нормального функціонування ЕУ та захисту людини від ураження електричним струмом.

**ОСНОВНИЙ ЕЗЗ** — електроізолювальний засіб, ізоляція якого тривалий час витримує робочу напругу ЕУ та дає змогу працювати на струмовідних частинах, що перебувають під напругою.

**ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я ПРАЦІВНИКІВ** — комплекс заходів для забезпечення здоров'я працівників з урахуванням впливу виконуваних робіт і виробничого середовища.

**ОХОРОНА ПРАЦІ** — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних за-

ходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

**ПЕРВИННІ ЗАСОБИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ** — вогнегасники, пожежний інвентар, пожежний інструмент, призначений для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів.

**ПЕРЕВІРКА НОРМАТИВНИХ УМОВ** — контроль на виконавчому рівні умов праці на робочих місцях і дільницях, технологічних і виробничих процесів на відповідність нормативним вимогам.

**ПЕРЕВТОМА** — сукупність стійких не сприятливих для здоров'я функціональних зрушень в організмі працівників, які виникають внаслідок накопичення втоми.

**ПЕРІОДИЧНИЙ МЕДИЧНИЙ ОГЛЯД** — медичний огляд працівників, який проводиться з установленою періодичністю і має на меті виявлення ознак виробничо зумовлених захворювань, а також патологічних станів, що розвинулися протягом трудової діяльності і перешкоджають продовженню роботи за певним фахом.

**ПЕРША ДОПОМОГА** — сукупність доцільних дій, які спрямовані на збереження життя і здоров'я потерпілого.

**ПЛАКАТ БЕЗПЕКИ В ЕУ** — виконане на листовому матеріалі, що не проводить електричний струм (пластмаса, фанера, картон), відповідного розміру текстове повідомлення (інколи з відповідним малюнком), призначене для заборони, настанови або дозволу певних дій, привертання уваги або застереження працівників з метою забезпечення виконання робіт, а також для надання певної інформації.

**ПОВТОРНЕ ЗАЕМЛЕННЯ НУЛЬОВОГО ПРОВОДА** — заземлення нульового проводу на певній відстані від підстанції з метою забезпечення експлуатації ЕУ.

**ПОДВІЙНА ІЗОЛЯЦІЯ** — електрична ізоляція, що складається із робочої та додаткової ізоляції.

**ПОЖЕЖА** — неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем.

**ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА** — стан об'єкта, на якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі.

**ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ** — сигнальний пристрій для інформування про пожежу.

**ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕКА РЕЧОВИН (МАТЕРІАЛІВ)** — сукупність властивостей, які характеризують схильність цих речовин (матеріалів) до виникнення й поширення горіння, особливості горіння і здатність піддаватися гасінню.

**ПОЖЕЖОГАСІННЯ** — комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі.

**ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНА ЗОНА** — простір у приміщенні або за його межами, де постійно або періодично перебувають (зберігаються, використовуються, виділяються) горючі речовини, як за нормального технологічного процесу, так і під час його порушення.

**ПОКАЖЧИК НАПРУГИ** — пристрій для визначення наявності або відсутності напруги (контактного чи безконтактного типів) на струмовідних частинах ЕУ.

**ПОПЕРЕДНІЙ МЕДИЧНИЙ ОГЛЯД** — медичний огляд, що проводиться під час влаштування на роботу, для визначення стану здоров'я претендента та його відповідності конкретній професії.

**ПОСТІЙНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ** — місце, на якому працівник перебуває більшу частину робочого дня (понад 50% чи понад 2 год безперервно); якщо при цьому робота виконується у різних пунктах робочої зони, постійним робочим місцем вважається вся зона.

**ПОСУДИНА, ЩО ПРАЦЮЄ ПІД ТИСКОМ** — герметично закрита місткість, призначена для ведення хімічних, теплових та інших технологічних процесів, а також для зберігання і перевезення газоподібних, рідких та інших речовин, що перебувають під надлишковим тиском.

**ПОТОЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕУ** — довготривалі завдання, що виконується електротехнічними працівниками самостійно на закріпленій за ними ділянці протягом зміни робіт за заздалегідь оформленим і затвердженим переліком.

**ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ** — комплекс взаємопов'язаних законів та інших нормативно-правових актів, соціально-економічних та організаційних заходів, спрямованих на правильну і безпечну організацію праці, забезпечення працівників засобами захисту, компенсацію за важку роботу та роботу в шкідливих умовах, навчання працівників безпечному веденню робіт, регламентацію відповідальності та відшкодування збитків у разі ушкодження здоров'я працівника або його смерті.

**ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ** — здатність людини до активної діяльності, що характеризується можливістю виконання роботи і функціональним станом організму в процесі роботи («фізіологічною ціною» роботи). ГОСТ 12.4.061 – 88.

**ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ** — здатність людини до праці певного виду, яка визначається рівнем її фізичних і психофізіологічних можливостей, а також станом здоров'я і рівнем професійної підготовки.

**ПРАЦІВНИКИ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ** — працівники, посада або професія яких пов'язана з обслуговуванням ЕУ.

**ПРАЦІВНИКИ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНІ** — працівники, посада або професія яких пов'язана з експлуатацією електротехнологічної частини виробничого обладнання, але до обов'язків яких не входить обслуговування його електропривода.

**ПРИРОДНА ВЕНТИЛЯЦІЯ** — вентиляція, переміщення повітря за якої здійснюється завдяки утворюваній різниці тисків усередині та ззовні приміщення.

**ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — освітлення приміщень світлом неба (прямим або відбитим), яке проникає через світлові прорізи у зовнішніх огорожувальних конструкціях.

**ПРИСТРІЙ СИГНАЛІЗАЦІЇ** — пристрій, призначений для сповіщення працівників про режим роботи обладнання та виникнення аварійних ситуацій.

**ПРОТИПОЖЕЖНА ВІДСТАНЬ** — розрив між сусідніми будівлями (спорудами) з метою запобігання поширення пожежі.

**ПРОТИПОЖЕЖНА ПЕРЕШКОДА** — будівельна конструкція, інженерна споруда чи технічний засіб, що має нормовану межу вогнестійкості та перешкоджає поширенню вогню.

**ПРОФЕСІЙНЕ ЗАХВОРЮВАННЯ (ПРОФЗАХВОРЮВАННЯ)** — захворювання, що виникло внаслідок професійної діяльності та спричинене винятково або переважно впливом шкідливих речовин і певних видів робіт та інших факторів, пов'язаних з роботою.

**ПРОФЕСІЙНИЙ ВІДБІР** — сукупність заходів з метою добору осіб для виконання певного виду трудової діяльності за їх професійними знаннями, анатомо-фізіологічними і психологічними особливостями, а також за станом здоров'я і віком.

**РЕЄСТР НПАОП** — банк даних, який складається і ведеться з метою забезпечення єдиного обліку та формування відповідного інформаційного фонду нормативно-правових актів з охорони праці.

**РОБОТА ПІД НАПРУГОЮ** — робота, що виконується за спеціально розробленою технологією, з дотиком до струмовідних частин, які перебувають під робочою напругою, або на менше допустимих відстанях від цих частин.

**РОБОТИ НА ВИСОТІ** — роботи, що виконуються на висоті 1,3 м і більше від землі чи рівня підставки, перекриттів, конструкцій, фундаментів.

**РОБОЧА ЗОНА** — простір, обмежений на висоті до 2 м над рівнем підлоги або майданчика, на якому знаходиться місце постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників. ГОСТ 12.1.005 – 88.

**РОБОЧА ІЗОЛЯЦІЯ** — електрична ізоляція струмовідних частин, що забезпечує нормальну роботу ЕУ та захист людини від ураження електричним струмом.

**РОБОЧА ПОВЕРХНЯ** — поверхня, на якій виконується робота та нормується або вимірюється освітленість.

**РОБОЧЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ** — умисне електричне сполучення із землею чи її еквівалентом струмовідних частин ЕУ.

**РОБОЧЕ МІСЦЕ** — місце постійного чи тимчасового перебування працівника в процесі трудової діяльності.

**РОБОЧЕ ОСВІТЛЕННЯ** — штучне освітлення приміщення для виконання робочого процесу.

**РОЗПОРЯДЖЕННЯ НА ВИКОНАННЯ РОБІТ В ЕУ** — завдання на безпечне виконання роботи, що реєструється в журналі і визначає її зміст, місце, час, заходи безпеки (якщо вони вимагаються) та перелік працівників, яким доручено її виконання.

**САМОЗАЙМАННЯ** — горіння, яке починається без впливу джерела запалювання.

**САМОСПАЛАХУВАННЯ** — самозаймання, що супроводжується появою полум'я.

**САНІТАРНІ НОРМИ** — норми, положення та правила, які регламентують умови праці.

**САНІТАРНО-ЗАХИСНА ЗОНА** — територія між місцями виділення в атмосферу виробничих шкідливостей та житловими чи громадськими будівлями.

**СВІТЛОВИЙ КЛІМАТ** — сукупність умов натурального освітлення у тій чи іншій місцевості за період понад 10 років.

**СПАЛАХ** — швидке загорання горючої суміші без утворення стиснутих газів, яке не переходить у стійке горіння.

**СПАЛАХУВАННЯ** — займання, що супроводжується появою полум'я.  
**СТАНДАРТ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ** — загальні вимоги та норми безпеки по видах небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

**СТИХІЙНЕ ЛИХО** — небезпечне природне явище та процеси незвичайного характеру, які призводять до порушення повсякденного укладу життя значних груп населення, людських жертв і знищення матеріальних цінностей.

**СТОМЛЕННЯ** — загальний фізіологічний процес, яким супроводжуються усі види активної діяльності людини.

**СТРОБОСКОПІЧНИЙ ЕФЕКТ** — явище спотворення зорового сприйняття об'єктів, які обертаються, рухаються або змінюються у мерехтливому світлі, що виникає через збіг кратності частотних характеристик руху об'єктів і зміни світлового потоку в газорозрядних джерелах світла, які живляться змінним струмом.

**СУБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ** — діяльність функціональних служб і структурних підрозділів підприємства із забезпечення безпечних та здорових умов на робочих місцях, цехах, підприємстві в цілому.

**СУМІЩЕНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — освітлення, за якого недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

**СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ (СУОП)** — механізм реалізації вимог законодавства та нормативної документації про охорону праці на підприємстві, а положення про СУОП — це документ, що узагальнює цю діяльність.

**ТЕМПЕРАТУРА ЗАЙМАННЯ** — найменша температура речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючу пару або газу з такою швидкістю, що після їх запалювання від зовнішнього джерела спостерігається спалахування — початок стійкого полуменевого горіння.

**ТЕМПЕРАТУРА САМОЗАЙМАННЯ** — найменша температура речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних об'ємних реакцій, що призводить до виникнення полуменевого горіння або вибуху за відсутності зовнішнього джерела полум'я.

**ТЕМПЕРАТУРА СПАЛАХУ** — найменша температура речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюється пара або газу, що здатні спалахувати від джерела запалювання, але швидкість їх утворення ще не достатня для стійкого горіння, тобто наявний тільки спалах.

**ТЕПЛІЙ ПЕРІОД РОКУ** — період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря понад + 10 °С.

**ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ** — система організаційних заходів і технічних засобів, які запобігають впливу на працівників небезпечних виробничих факторів.  
ГОСТ 12.0.002 – 80.

**ТЛІННЯ** — горіння без випромінювання світла, що здебільшого розпізнається за появою диму.

**ТРИПАРТИЗМ** — рівне представництво трьох сторін – державних органів, роботодавців і робітників у вирішенні питань охорони праці.

**УМОВИ ПРАЦІ** — це сукупність факторів виробничого середовища, що впливають на здоров'я і працездатність людини у процесі праці. ГОСТ 605 – 74.

**УПРАВЛІННЯ** — це сукупність дій, що спрямовуються на підтримання чи поліпшення функціонування об'єкта згідно з наявною програмою, що створюється для досягнення певних цілей.

**УЛЬТРАЗВУК** — хвильове коливання пружного середовища з частотою понад 20 кГц.

**УЛЬТРАФІОЛЕТОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ** — електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 390 – 6 нм.

**УМОВИ ПРАЦІ** — сукупність чинників трудового процесу та виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків.

**УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ** — підготовка, прийняття та реалізація рішень із здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки та збереження здоров'я людини в процесі праці.

**УПРАВЛІННЯ УМОВАМИ ПРАЦІ** — безперервний процес здійснення організаційно-технічних, соціально-економічних та інших заходів, спрямованих на збереження здоров'я працівників, зменшення впливу несприятливих і шкідливих факторів на організм людини.

**ФУНКЦІЯ УПРАВЛІННЯ** — це комплекс взаємопов'язаних видів діяльності, що здійснюються суб'єктом управління під час цілеспрямованого впливу на об'єкт управління.

**ФІЗИЧНІ РОБОТИ СЕРЕДНЬОЇ ВАЖКОСТІ (КАТЕГОРІЯ II)** — види діяльності, за яких витрата енергії дорівнює 176 – 232 Вт (151 – 200 ккал/год) — категорія IIa та 233 – 290 Вт (201 – 250 ккал/год) — категорія IIб.

**ФІЗІОЛОГІЯ ПРАЦІ** — галузь фізіології, яка вивчає зміну стану організму людини в процесі різних форм трудової діяльності та розробляє найбільш сприятливі режими роботи і відпочинку.

**ФОН** — поверхня, що безпосередньо прилягає до об'єкта розпізнавання та на якій його розглядають.

**ФОРМА Н-1** (акт розслідування нещасного випадку за формою Н-1) — документ, який складається комісією за результатами розслідування нещасного випадку, пов'язаного з виробництвом.

**ФОРМА Н-2** — повідомлення про наслідки нещасного випадку складається роботодавцем за результатами нещасного випадку.

**ФОРМА Н-5** (акт розслідування за формою Н-5) — документ, який складається комісією за результатами розслідування нещасного випадку, що стався з працівником, або аварії, призначеною для цього розслідування.

**ФОРМА НПВ** (акт розслідування нещасного випадку за формою НПВ) — документ, який складається комісією за результатами розслідування нещасного випадку на підприємстві, який визнано таким, що не пов'язаний з виробництвом.

**ФОРМА П-3** — повідомлення, яке складається на кожного хворого клініками науково-дослідних інститутів (відділеннями професійних захворювань лікувально-профілактичних закладів) і надсилається роботодавцю за місцем роботи хворого.

**ФОРМА П-4** (акт розслідування причин професійного захворювання) — документ, що складається комісією, призначеною для розслідування причин професійного захворювання.

**ФОРМА П-5** (карта обліку професійного захворювання (отруєння) — документ, який складається установою державної СЕС на підставі акта розслідування професійного захворювання.

**ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ** — період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює + 10 °С і нижче.

**ЦІЛЬОВА ПЕРЕВІРКА** — контроль, який передбачає поглиблену перевірку певного виду діяльності підрозділом з охорони праці (додержання правил експлуатації вантажопідійомних машин, будівель і споруд, електричного чи іншого устаткування, забезпечення спецодягом тощо) на відповідність нормативним вимогам.

**ЦІЛЬОВА ПЕРЕВІРКА** — це перевірка конкретних питань з охорони праці для поглибленого їх вивчення, що проводиться одним державним інспектором чи групою державних інспекторів протягом робочого дня (зміни) або кількох днів (не більше п'яти) за планом чи вказівкою начальника інспекції (теруправління). Такі перевірки можуть проводитися державними інспекторами самостійно або під керівництвом начальника Інспекції, посадової особи теруправління чи Комітету.

**ЧЕРГОВЕ ОСВІТЛЕННЯ** — штучне освітлення у неробочий час.

**ШКІДЛИВА РЕЧОВИНА** — речовина, яка під час контакту з організмом людини в разі порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання чи відхилення в стані здоров'я, що виявляються сучасними методами як у процесі роботи, так і у віддалені періоди життя теперішнього та наступних поколінь. ГОСТ 12.1.007 – 76.

**ШКІДЛИВИЙ ВИРОБНИЧИЙ ФАКТОР** — виробничий фактор, вплив якого на працівника за певних умов призводить до захворювання або зниження працездатності. Залежно від рівня й тривалості дії, шкідливий виробничий чинник може стати небезпечним. ГОСТ 12.0.002 – 80.

**ШКІДЛИВІ ТА НЕБЕЗПЕЧНІ УМОВИ І ХАРАКТЕР ПРАЦІ** — умови і характер праці, за яких унаслідок порушення санітарних норм і правил можливий вплив небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища в значеннях, що перевищують нормативи, які викликають функціональні зміни в організмі і можуть призвести до стійкого зниження працездатності чи порушення здоров'я працівників.

**ШТРАФ** — покарання (оплата) за порушення однією зі сторін договірних зобов'язань.

**ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ** — освітлення приміщень за допомогою штучних (електричних) джерел світла.

**ШУМ** — хаотичне поєднання звуків різної частоти та інтенсивності, що несприятливо діють на людину.



# РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

## *1. Законодавчі та інші нормативні акти про охорону праці*

1. Конституція України. — К.: Офіційне видавництво Верховної Ради, 1996.
2. Кодекс законів про працю України. — К., 1997.
3. Закон України «Про охорону праці». — Постанова Верховної Ради України від 14 жовтня 1994 р. /Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 3—29.
4. Закон України «Про внесення змін і доповнень, що стосуються охорони праці, до Кодексу законів про працю України». — Постанова Верховної Ради України від 15 грудня 1993 р. /Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 31—41.
5. Закон України «Про підприємства в Україні».
6. Закон України «Про пожежну безпеку».
7. Закон України «Про колективні договори і угоди» / Голос України. 1993.—15 липня.
8. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». — Охорона праці. — 1999. — № 11.
9. Міжнародне законодавство про охорону праці. Конвенції та рекомендації МОП. — К., 1997.
10. Положення про Національну раду з питань безпечної життєдіяльності населення. — Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 15 вересня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 45—46.
11. Типове положення про службу охорони праці. — Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 3 серпня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 48—66.
12. Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства. — Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 3 серпня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 68—71.
13. Типове положення про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці. — Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 28 грудня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 73—77.
14. Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на підприємствах, в установах і організаціях. — К., 1998.
15. Правила відшкодування власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом шкоди, заподіяної працівникові ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків. — Затв.

- постановою Кабінету Міністрів України від 24 червня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 145—157.
16. Положення про державний, галузеві, регіональні фонди охорони праці та фонди охорони праці підприємств. — Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995, — С. 208—212.
17. Положення про порядок накладення штрафів на підприємства, установи і організації за порушення нормативних актів про охорону праці. — Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 17 вересня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 226—231.
18. Перелік робіт з підвищеною небезпекою. — Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 30 листопада 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 195—202.
19. Перелік робіт, де є потреба у професійному доборі. — Затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України та Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 23 вересня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 3. — К., 1995. — С. 64—68.
20. Список важких робіт і робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх. — Затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 3. — К., 1995. — С. 71—166.
21. Перелік важких робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок. — Затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 29 грудня 1993 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 3. — К., 1995. — С. 33—60.
22. Положення про медичний огляд працівників певних категорій. — Затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 3. — К., 1995. — С. 4—31.
23. Спільні рекомендації державних органів і профспілок щодо змісту розділу «Охорона праці» у колективному договорі (угоді, трудовому договорі) / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 1. — К., 1995. — С. 239—250.
24. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці. — Затв. наказом Державного комітету по нагляду за охороною праці від 31 березня 1994 р. / Законодавство України про охорону праці (в 3-х томах). — Т. 2. — К., 1995. — С. 33—52.
25. Закон України «Про внесення змін до кодексу України про адміністративні правопорушення щодо посилення адміністративної відповідальності у вигляді штрафу». — Постанова Верховної Ради України від 7 лютого 1997 р. / Відомості Верховної Ради України. — 1997. — № 14. — С. 211 — 240.
26. Закон України „Про пожежну безпеку”

## ***II. Санітарні норми і правила***

27. Санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию. № 104273. — Утв. Минздравохранения СССР.

28. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН245-71. — Утв. Минздравохранения СССР.

29. Витяг з Державного реєстру міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці. — / Затв. наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 6.02.95 р. № 12.

## ***III. Міждержавні стандарти системи безпеки праці***

30. ГОСТ 120.003-74. ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

31. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

32. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

33. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

34. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

35. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

36. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

37. ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.

38. ГОСТ 12.1.036-81. ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.

39. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

40. ГОСТ 12.2.061-81. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

## ***IV. Державні стандарти України з безпеки праці***

41. ДСТУ 2156-93. ССБП. Безпечність промислових підприємств. Терміни і визначення.

42. ДСТУ 2272-93. ССБП. Пожежна безпека. Терміни і визначення.

43. ДСТУ 2293-93. ССБП. Охорона праці. Терміни та визначення.

44. ДСТУ 2300-93. ССБП. Вібрація. Терміни та визначення.

45. ДСТУ 2325-93. ССБП. Шум. Терміни та визначення.

46. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

## *У. Довідкова література*

1. Алексеев Т.И., Козлов А.И., Курбатова О.Л. и др. Экология человека. — М., 2001.
2. Апостолок С.О., Джигирей В.С., Апостолок А.С. Ергономічні основи. — К., 2004.
3. Білявський Г.О., Фуруй Р.С., Костіков І.О. Основи екології. — К., 2004.
4. Богуславский В.Н. Строительная теплофизика. — М., 1982.
5. Богуславский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение — М., 1985.
6. Бурдіян Г., Дерев'яно В., Кривульченко А. Навколишнє середовище та його охорона. — К., 1993.
7. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие / Под ред. З.А. Арустамова. — М., 1999.
8. Васильчук М. В., Віпокурова Л. Е., Тесленко М. Я. Основи охорони праці. — К., 1997.
9. В.С.Клубань, А.П.Петров, В.С.Рябиков. Пожарная безопасность предприятия промышленности и агропромышленного комплекса. — М., 1987.
10. Геврик Є.О. Охорона праці. — К., 2003.
11. Геврик Є.О., Пешко Н.П. Гігієна праці на виробництві. — К., 2004.
12. Єлагін Г.І., Шкарабура М.Г., Кришталь М.А., Тищенко О.М.. Основи теорії розвитку і припинення горіння. — Черкаси, 2001.
13. Даценко І.І. Гігієна та екологія праці. — Львів, 2000.
14. Денисенко Г. Ф. Охрана труда.— М., 1985.
16. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С, Мельников О.В. Основи охорони праці. — Львів, 1999.
17. Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. — Львів, 2000.
18. Зацарний В.В., Сабарно Р.В. Охорона праці — К., 2006.
19. Кокорев Н.П. Гигиена труда на производстве — М., 1973.
20. Керб Л.П. Производственная санитария и охрана труда. — К., 1985.
21. Количественные оценки тяжести труда. Межотраслевые методические рекомендации. — М., 1988.
22. Крушельницька Я. В. Фізіологія і психологія праці. — К., 2000.
23. Кузьмин В.И. Охрана труда и противопожарная защита. — М., 1991.
24. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. та ін. Основи охорони праці. — К., 2000.
25. Кутиркін А.М., Лук'яненко Н.Д. Економіка охорони праці. — Донецьк, 1996.
26. Кучерявий В.П. Екологія — Львів, 2001.
27. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. — Львів, 2003.
28. Кучерявий В.П., Носовський Т.А. Еколого-технічні проблеми шумового забруднення деревообробного виробництва – Л.: Лісовий журнал — 1993 — № 5.
29. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды. — М., 1988.

30. Максименко Г.Т., Покровский В.М. Техника безопасности при применении пожароопасных, взрывоопасных и токсических материалов — К., 1987.
31. Методические рекомендации по комплексной оценке социально-экономической эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда. — М., 1985.
32. Методика визначення соціально-економічної ефективності заходів поліпшення умов і охорони праці. — К., 1999.
33. Науково-практичний коментар до закону України «Про охорону праці». — К., 1996.
34. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. — М., 1980.
35. Новиков Т.А. Основы общей экологии и охраны природы. — Л., 1979.
36. Носовський Т.А. Основи техніки безпеки. — К., 1992.
37. Носовський Т.А. Основи промислової екології. К., 1996.
38. Осокин В.В., Сорока И.В. Охрана труда в торговле. — Донецк, 1998.
39. Основи охорони праці. /К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. — К., 2003.
40. Плахтій Н.Д., Мендерецький В.В., Болібрех Б.В. та ін. Безпека життєдіяльності. — Кам'янець-Подільський, 2003.
41. Рыбалко В.И. Ответы на вопросы по охране труда и производственной среды. — Донецк, 1990.
42. Рекомендации о защите трудящихся от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах. МБТ. — Женева, 1991.
43. Сторожук В.М. Виробничі шуми: природа і шляхи зниження — К., 2003.
44. Ткачук К.Н., Гурін А.О., Бересневич П.В. та ін. Охорона праці — К., 1998.
45. Трахтенберг І.М. Гігієна праці та виробнича санітарія. — К., 1997.
46. Штабський Б.М., Гжегоцький М.Р. Ксенобіотики, гомеостаз і хімічна безпека. — Львів, 1999.
47. Экология и безопасность жизнедеятельности / Под ред. Л.А. Муравья. — М., 2000.
48. Экономика труда и социально-трудовые отношения / Под ред. Г.Т. Меликьяна, Р. П. Колосовой. — М., 1996.
49. Економічна енциклопедія. — К., 2000.

# ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	3
ВСТУП .....	5
<b>I. ПРАВОВІ Й ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	
<i>Розділ 1. ПРАВОВЕ ТА НОРМАТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ</i> .....	10
1.1. Законодавство України з охорони праці .....	10
1.2. Гарантії прав громадян на охорону праці .....	13
1.3. Охорона праці жінок, неповнолітніх та інвалідів .....	16
<i>Розділ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ</i> .....	19
2.1. Державне управління охороною праці .....	19
2.2. Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці .....	23
2.3. Нормативно-правові документи з охорони праці .....	27
2.4. Охорона праці на підприємстві .....	29
2.5. Управління та нагляд за охороною праці на підприємстві .....	33
2.6. Організація навчання з охорони праці .....	37
2.7. Фінансування охорони праці .....	40
2.8. Дотримання вимог щодо охорони праці в процесі проектування та будівництва .....	40
2.9. Міжнародна співпраця в галузі охорони праці .....	42
<i>Розділ 3. ВИРОБНИЧИЙ ТРАВМАТИЗМ І ПРОФЕСІЙНІ ЗАХВОРЮВАННЯ</i> .....	44
3.1. Нещасні випадки на виробництві та їх наслідки .....	44
3.2. Травматизм і профзахворюваність та їх причини .....	47
3.3. Розслідування нещасних випадків на виробництві .....	51
3.4. Методи аналізу травматизму та його попередження .....	54
3.5. Економічні аспекти охорони праці .....	59
<b>II. ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ</b>	
<i>Розділ 4. ЕКОЛОГІЧНІ, САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ ТА ЕРГОНОМІЧНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</i> .....	63
4.1. Аутоекологія і екологія людини .....	63
4.2. Екологічні фактори і їх дія .....	64
4.3. Реакції організму людини на дію факторів середовища .....	78
4.4. Гігієна та санітарія на виробництві .....	80
4.5. Здоров'я людини – інтегральний показник особистого і суспільного благополуччя .....	84
4.6. Ергономіка й охорона праці .....	85

<b>Розділ 5. ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ</b> .....	95
5.1. Основні параметри мікроклімату та їх вплив на організм.....	95
5.2. Оптимальні й допустимі параметри мікроклімату та шляхи захисту організму від перегріву чи переохолодження.....	100
5.3. Вентиляція повітря й опалення приміщень.....	103
5.4. Кондиціювання повітря.....	108
<b>Розділ 6. ВИРОБНИЧЕ ОСВІТЛЕННЯ</b> .....	122
6.1. Освітлення та світлотехнічні величини.....	122
6.2. Створення оптимальних умов освітленості на робочому місці.....	127
<b>Розділ 7. ЗАХИСТ ВІД ШУМУ, УЛЬТРА- ТА ІНФРАЗВУКУ Й ВІБРАЦІЇ</b> .....	135
7.1. Шуми та їх шкідливі наслідки.....	135
7.2. Захист від шуму, інфра- та ультразвуків.....	144
7.3. Вібрації та їх шкідливість для здоров'я людини.....	150
7.4. Засоби попередження та зниження вібрацій.....	155
7.5. Шумозахисні зелені насадження.....	157
<b>Розділ 8. ЗАХИСТ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ І ВИПРОМІНЮВАНЬ</b> .....	161
8.1. Електромагнітне поле та його вплив на здоров'я людини.....	161
8.2. Захист від електромагнітних випромінювань.....	165
8.3. Лазерне випромінювання та дотримання лазерної безпеки.....	167
8.4. Ультрафіолетове випромінювання та його вплив на організм людини.....	171
8.5. Іонізуюче випромінювання і його шкідливість.....	172
<b>Розділ 9. ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО УМОВ ПРАЦІ З КОМП'ЮТЕРОМ</b> .....	184
9.1. Комп'ютерна техніка та її вплив на організм людини.....	184
9.2. Шляхи оптимізації технічних, середовищних та ергономічних факторів.....	186
<b>Розділ 10. ГІГІЄНА РОЗУМОВОЇ ПРАЦІ</b> .....	199
10.1. Місце наукової праці в науково-технічному прогресі та проблеми здоров'я працівників.....	199
10.2. Шляхи оптимізації розумової праці.....	201
<b>Розділ 11. ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ЗАБРУДНЕННЯ</b> .....	207
11.1. Забруднення навколишнього середовища та його оцінка.....	207
11.2. Джерела та склад забруднення атмосферного повітря.....	219
11.3. Дія забрудненого повітря на організм людини.....	220
11.4. Заходи з охорони атмосферного повітря від забруднення.....	223
11.5. Оздоровлення повітряного середовища.....	225
11.6. Забруднення гідросфери стічними водами.....	240
11.7. Очистка стічних вод від твердих частинок та інших забруднювачів.....	247
11.8. Охорона літо- та педосфери.....	253

### III. ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ БЕЗПЕКИ

<i>Розділ 12. БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРАЦІ В СИСТЕМІ “ЛЮДИНА – МАШИНА – СЕРЕДОВИЩЕ”</i> .....	266
<i>Розділ 13. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МАШИН</i> .....	272
<i>Розділ 14. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ ТРАНСПОРТУ</i> .....	278
<i>Розділ 15. БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТРУБОПРОВІДІВ І ПОСУДИН, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ</i> .....	284
<i>Розділ 16. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА ТА БЛИСКАВКОЗАХИСТ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД</i> .....	291
16.1. Електричний струм і його дія на людину .....	291
16.2. Класифікація приміщень за електробезпекою .....	296
16.3. Класифікація та характеристика способів і засобів електробезпеки .....	297
16.4. Захисні заходи у випадку аварійного стану електроустаткування. ....	300
16.5. Статична електрика.....	307
16.6. Електрозахисні засоби.....	308
16.7. Надання допомоги людині, ураженій електричним струмом. ....	308
<i>Розділ 17. ТЕХНОГЕННІ АВАРІЇ ТА КАТАСТРОФИ</i> .....	311

### IV. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

<i>Розділ 18. ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТОК ПОЖЕЖ І ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ</i> .....	316
<i>Розділ 19. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ТЕРИТОРІЙ, БУДІВЕЛЬ, ПРИМІЩЕНЬ І СПОРУД</i> .....	322
<i>Розділ 20. ПОЖЕЖО-ТА ВИБУХОНЕБЕЗПЕКА НА ВИРОБНИЦТВІ</i> .....	332
<i>Розділ 21. ПОРЯДОК ДІЙ У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ</i> .....	338
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....	345
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	360



*Навчальне видання*

## **ОХОРОНА ПРАЦІ**

За ред. В. КУЧЕРЯВОГО

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

**Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено**

Редактор *В. В. Войтович*  
Художній і технічний редактор *В. І. Сава*  
Коректор *З. Я. Сорока*

Здано на складання 07.03.07. Підп. до друку 12.10.07. Формат 60×84/16.  
Гарнітура Times. Папір офс. Друк офс. Умов. друк. арк. 21,39.  
Обл.-вид. арк. 23,9. Наклад 22040 прим.  
Свідоцтво держресстру ДК № 63. Вид. № 10. Зам. № 3П.

Видавництво „Оріяна-Нова”  
79017, м. Львів,  
вул. Коциловського, 10

Віддруковано ВАТ “Патент”  
88006 м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101