

# ***ОХОРОНА ПРАЦІ***

**Навчальний посібник  
за загальною редакцією  
Я.І. Бедрія**

**ЦУЛ  
2002**

**Рецензенти:**

- П.В. Білей** — професор, доктор технічних наук, Український державний лісотехнічний університет.
- В.Є. Юринець** — професор, доктор фізико-математичних наук, Львівський державний університет ім. І. Франка.

За редакцією Я.І. Бедрія

Г 27 Охорона праці. Навчальний посібник. — Київ: ЦУЛ, 2002. — 322 с.

ISBN 966-8253-03-5

У посібнику викладені основні соціально-економічні, правові та організаційні питання охорони праці на виробництві, сучасні вимоги виробничої санітарії та навколишнього середовища, техніки безпеки, а також способи та засоби пожежогасіння.

Для студентів вищих навчальних закладів та інженерно-технічних працівників.

ISBN 966-8253-03-5

© Я.І. Бедрій, 2002

© ЦУЛ, 2002

**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b> .....	8
<b>Частина перша. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ, ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b> .....	10
<b>Розділ 1. Основні правові та нормативні положення про охорону праці</b> .....	10
1.1. Основні законодавчі акти .....	10
1.2. Гарантії прав громадян на працю, на відпочинок, охорону здоров'я та на охорону праці .....	13
1.3. Охорона праці жінок, неповнолітніх та інвалідів .....	16
1.4. Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці .....	18
1.5. Державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці .....	20
<b>Розділ 2. Організація охорони праці на підприємстві</b> .....	23
2.1. Управління охороною праці .....	23
2.2. Основні принципи управління охороною праці .....	26
2.3. Функції управління охороною праці .....	27
2.4. Організація управління охороною праці .....	31
2.5. Організація навчання з охорони праці .....	32
<b>Розділ 3. Виробничий травматизм та захворюваність</b> .....	36
3.1. Поняття про виробничий травматизм та професійні захворювання .....	36
3.2. Причини виробничого травматизму та захворювань .....	39
3.3. Розслідування нещасних випадків на виробництві .....	41
3.4. Методи аналізу травматизму .....	44
3.5. Відшкодування власником шкоди у разі ушкодження здоров'я працівників .....	47
3.6. Профілактика травматизму та захворювань .....	49
3.7. Шляхи попередження травматизму .....	51
<b>Розділ 4. Економічна ефективність оздоровчих заходів</b> .....	56
4.1. Економічне значення заходів щодо покращання умов та охорони праці .....	56
4.2. Витрати на заходи щодо покращання умов і охорони праці .....	57
4.3. Методика оцінки соціальної і соціально-економічної ефективності заходів щодо покращання умов і охорони праці .....	58

4.4. Методи економічної оцінки народно-господарських соціальних результатів поліпшення умов та охорони праці	60
4.5. Методи визначення госпрозрахункового економічного результату заходів щодо покращання умов та охорони праці	63
4.6. Методи розрахунків економічної ефективності заходів з покращання умов та охорони праці	66
<b>Частина друга. ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ</b>	
<b>Розділ 5. Основні питання безпеки праці</b>	68
5.1. Фактори, що впливають на умови праці	68
5.2. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	71
5.3. Шкідливі та отруйні речовини	73
5.4. Забезпечення безпеки праці	74
<b>Розділ 6. Основні вимоги щодо охорони праці при проектуванні промислових підприємств</b>	78
6.1. Задачі проектування	78
6.2. Нормативні матеріали при проектуванні промислових підприємств	78
6.3. Основні етапи проектування	79
6.4. Основні принципи проектування генерального плану підприємства	81
6.5. Основні вимоги до виробничих та інших об'єктів щодо охорони праці	82
<b>Розділ 7. Фізіологічна дія метеорологічних факторів на організм людини</b>	85
7.1. Метеорологічні фактори	85
7.2. Гігієнічне нормування параметрів мікроклімату	88
7.3. Теплообмін людини з навколишнім середовищем	90
7.4. Захист організму людини від перегрівання і охолодження	93
<b>Розділ 8. Вентиляція виробничих приміщень</b>	97
8.1. Основні поняття про вентиляцію	97
8.2. Природна вентиляція	98
8.3. Механічна вентиляція	101
8.4. Аварійна вентиляція	104
8.5. Загальнообмінна припливно-витяжна механічна вентиляція	105

8.6. Повітряні завіси	106
8.7. Кондиціонування повітря	107
8.8. Визначення повітрообміну в приміщенні	108
<b>Розділ 9. Виробниче освітлення</b>	112
9.1. Основні поняття та гігієнічні вимоги щодо виробничого освітлення	112
9.2. Класифікація виробничого освітлення	115
9.3. Джерела світла та основні освітлювальні прилади	121
<b>Розділ 10. Шум та вібрація як фактори професійних захворювань</b>	125
10.1. Шум та його вплив на організм людини	125
10.2. Засоби та методи захисту людини від дії шуму	127
10.3. Вібрація та її вплив на організм людини	130
10.4. Засоби та методи щодо зниження дії вібрації на людину	134
<b>Розділ 11. Захист від випромінювань</b>	134
11.1. Іонізуюче випромінювання та його дія на організм людини	137
11.2. Захист від дії іонізуючого випромінювання	140
11.3. Методи і прилади для вимірювання іонізуючих випромінювань	142
11.4. Електромагнітне випромінювання, його дія на людину і принципи захисту	146
11.5. Лазерне випромінювання та його дія на організм людини	148
11.6. Забезпечення лазерної безпеки	150
11.7. Ультрафіолетове випромінювання	150
11.8. Електромагнітний імпульс, його дія на навколишнє середовище	151
<b>Розділ 12. Захист навколишнього природного середовища від забруднення</b>	154
12.1. Екологічні проблеми України	154
12.2. Джерела забруднення атмосферного повітря	157
12.3. Очищення викидів від промислових забруднень	161
12.4. Джерела антропогенного забруднення гідросфери	165
12.4.1. Забруднення води	166
12.4.2. Очищення стічних вод	169
12.5. Нормування якості води у водоймах	171
12.6. Захист навколишнього середовища від відходів	179

12.7. Правові аспекти охорони навколишнього природного середовища .....	177
<b>Частина третя. ОСНОВИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ</b> .....	183
<b>Розділ 13. Безпечність технологічних процесів та устаткування</b> .....	183
13.1. Основні вимоги безпеки до виробничих процесів та обладнання .....	183
13.2. Основні вимоги безпеки щодо виробничого устаткування .....	188
13.3. Механізація та автоматизація виробництва .....	192
13.4. Автоматичні лінії та їх загальна характеристика .....	194
13.5. Ергономічні аспекти охорони праці .....	196
13.5.1. Завдання ергономіки .....	196
13.6. Виробнича естетика .....	199
<b>Розділ 14. Забезпечення безпеки при експлуатації котлів та їх елементів, які працюють під тиском</b> .....	202
14.1. Загальні положення .....	202
14.2. Основні вимоги при проектуванні, виготовленні та контролі на міцність котлів та їх елементів .....	203
14.3. Реєстрація котлів .....	207
14.4. Технічне опосвідчення котлів .....	208
14.5. Прилади безпечності парових котлів .....	212
<b>Розділ 15. Забезпечення безпеки при експлуатації вантажопідійомних машин і внутрішньозаводського транспорту</b> .....	226
15.1. Загальні положення .....	226
15.2. Технічні засоби безпеки вантажопідійомних машин (ГЗБВМ) .....	227
15.3. Реєстрація вантажопідійомних машин .....	229
15.4. Технічний огляд та випробування вантажопідійомних машин .....	230
<b>Розділ 16. Забезпечення електробезпеки</b> .....	238
16.1. Дія електричного струму на організм людини .....	238
16.2. Фактори, що впливають на ураження електричним струмом .....	241
16.3. Класифікація виробничих приміщень за електробезпекою .....	243
16.4. Небезпека ураження людини електричним струмом .....	244

16.5. Засоби електробезпеки .....	248
16.6. Розрахунок захисного заземлення .....	254
16.7. Електрозахисні засоби .....	261
16.8. Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом .....	262
<b>Розділ 17. Захист від статичної електрики</b> .....	265
17.1. Виникнення зарядів статичної електрики .....	265
17.2. Методи і прилади для вимірювання параметрів, які характеризують електризацію діелектриків .....	267
17.3. Нейтралізація зарядів і технічні дані нейтралізаторів статичної електрики .....	271
17.4. Заходи захисту від статичної електрики .....	276
<b>Частина четверта. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ</b> .....	278
<b>Розділ 18. Організація пожежної безпеки</b> .....	278
18.1. Пожежна охорона, пожежний нагляд та пожежна профілактика .....	278
18.2. Пожежна профілактика .....	280
<b>Розділ 19. Процес горіння та протипожежні вимоги до будівель та споруд</b> .....	282
19.1. Загальні відомості про горіння і пожежну небезпеку .....	282
19.2. Характеристика виробництв та протипожежні вимоги до будівель та споруд .....	287
19.3. Характеристика пожежо- та вибухонебезпечних приміщень .....	289
19.4. Основні вимоги до електрообладнання у вибухонебезпечних приміщеннях .....	291
19.5. Протипожежні перепони .....	295
19.6. Евакуаційні виходи .....	298
19.7. Основні вимоги щодо сумісного зберігання речовин та матеріалів .....	299
19.8. Зберігання, транспортування лакофарбових матеріалів та відходів виробництва .....	301
<b>Розділ 20. Способи і засоби для попередження та гасіння пожеж</b> .....	304
20.1. Способи пожежегасіння .....	304
20.2. Вогнегасні речовини .....	304
20.3. Протипожежне водопостачання .....	310
20.4. Спринклерні та дренчерні установки .....	312
20.5. Пожежний зв'язок і сигналізація .....	315
<b>Література</b> .....	319

## ВСТУП

Людина та її здоров'я — найбільша цінність Української держави. Держава докладає великих зусиль, створюючи умови безпечної життєдіяльності людини як в навколишньому середовищі, так і в середовищі праці.

Закон України “Про охорону праці” визначає: *“Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці”*.

Завдання охорони праці — забезпечення безпечних, нешкідливих і сприятливих умов праці через вирішення багатьох складних завдань. Вирішальне значення в розв'язанні цих завдань має науково-технічний прогрес. Використання досягнень науки та техніки сприяє підвищенню рівня безпеки праці, культури та організації виробництва, дозволяє полегшити працю, підсилити її привабливість.

Рівень безпеки людини з розвитком цивілізації постійно зростає. Розвиток науки і техніки, в цілому збільшуючи безпеку життєдіяльності людини, призвів до появи цілого ряду нових проблем.

Науковий аналіз виробничих травм доводить, що вони виникають, головним чином, внаслідок втрати міцності та надійності робочої техніки, небезпечного стану системи “людина-машина-середовище” та ряду технічних факторів. До технічних факторів відносять, насамперед, надійність техніки (конструктивні недоліки, технологічні та експлуатаційні порушення, руйнування деталей машин під дією корозії та корозійного розтріскування), організацію управління охороною праці (документація, правові норми, стандарти безпеки праці, методи навчання тощо), санітарно-гігієнічні умови в приміщеннях та на робочих місцях (шкідливі речовини в робочій зоні, виробниче освітлення, шум, вібрація, іонізуюче, електромагнітне, ультрафіолетове, лазерне випромінювання тощо).

Для вирішення цієї проблематики використовують досягнення науки і техніки, які прямо чи опосередковано забезпечують охорону праці, а також соціологію, право та економіку, технічну естетику, ергономіку, інженерну і соціальну психологію, фізіологію. Ці дисципліни входять в комплекс наук, які вивчають людину в процесі трудової діяльності.

Сучасне виробництво вимагає, щоб охорона праці базувалася на науково-технічній основі. Останнім рокам характерне широкое впровадження у виробництво напівавтоматичних та автоматичних машин, безпечних технологічних процесів з програмним керуванням. Енергетичні функції людини в системі “людина-машина” значно спрощуються. Вони полегшують працю робітників, роблять її комфортною. Роль людини зводиться до керування та контролю за роботою машин і ходом технологічних процесів.

Методологічною основою курсу “Охорона праці” є широко науковий аналіз умов праці, технологічних процесів, виробничого обладнання, робочих місць, трудових операцій, організації виробництва, навколишнього середовища з метою виявлення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, виникнення можливих аварійних ситуацій. На підставі такого аналізу розробляються заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, створення здорових і безпечних умов праці.

Викладене доводить, що навчальний посібник із курсу “Охорона праці” має чітко орієнтуватись на відповідну підготовку майбутніх інженерно-технічних працівників у вузах.

Тематично посібник складається з чотирьох частин: соціально-економічні, правові та організаційні питання охорони праці; основи виробничої санітарії та гігієни праці; основи техніки безпеки; основи пожежної безпеки.

У результаті вивчення даного курсу студенти повинні оволодіти не лише теорією, але й методикою інженерних розрахунків, які пов'язані з проектуванням сприятливих умов праці та навколишнього природного середовища, а також надійності і міцності конструктивних елементів машин і механізмів. Тому при висвітленні певних питань, пов'язаних із безпекою праці, автор рекомендує формули, за якими можна визначити параметри, що забезпечують повну безпеку праці.

Навчальний посібник написано у відповідності до програми, затвердженої Міністерством освіти та науки України. При підготовці посібника було використано результати наукових досліджень та багатолітній досвід викладання курсу “Охорона праці”.

Висловлюю також глибоку вдячність всім, хто допомагав готувати рукопис і видати посібник. Автор буде вдячний за всі зауваження і побажання щодо покращання його змісту і форми викладу.

## СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ, ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### Розділ 1. Основні правові та нормативні положення про охорону праці

#### 1.1. Основні законодавчі акти

Законодавство про охорону праці ґрунтується на положеннях, які відповідають Конституції України. Статті 43, 45, 46, 49, 50, 53, 56 і 64 Конституції України гарантують право громадян України на працю, відпочинок, охорону здоров'я, медичну допомогу та страхування, а також у випадку повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, у старості та в інших випадках.

Законодавчі документи та положення з охорони праці затверджені і видані в різний час Верховною Радою України, Кабінетом Міністрів України, Державним Комітетом України з нагляду за охороною праці.

Законодавство про охорону праці складається із Закону України "Про охорону праці". Кодексу законів про працю і інших нормативних актів.

Закон України "Про охорону праці" визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя та здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і організації або уповноваженим органом (далі — власник) і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Державна політика в галузі охорони праці закріплена Законом (стаття 4) і базується на принципах:

- пріоритету життя та здоров'я працівників відповідно до результатів виробничої діяльності підприємства, повної відповідальності власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці;

- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі національних програм із цих питань та з урахуванням інших напрямків економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань;
- установа єдиних нормативів з охорони праці для всіх підприємств, незалежно від форм власності та видів їх діяльності;
- використання економічних методів управління охороною праці, проведення політики пільгового оподаткування, що сприяє створенню безпечних та нешкідливих умов праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці;
- здійснення навчання населення, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з охорони праці;
- забезпечення координаційної діяльності державних органів, установ, організацій та громадських об'єднань, що вирішують різні проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва та проведення консультацій між власниками та працівниками, між усіма соціальними групами при прийнятті рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;
- міжнародного співробітництва в галузі охорони праці, використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов праці та її безпеки.

Усі норми, які відповідають законодавчим та нормативним актам про охорону праці, що діють в Україні, можна поділити на чотири групи.

До *першої групи* норм відносяться вимоги щодо охорони праці при проектуванні виробничих об'єктів та засобів виробництва. Ст. 24 Закону забороняє будівництво виробничих об'єктів, виготовлення нових технологій і засобів колективного та індивідуального захисту працюючих без попередньої експертизи (перевірки) проектною документацією та її відповідності нормативним актам про охорону праці.

Машини, механізми, устаткування, транспортні засоби та технологічні процеси, що впроваджуються у виробництво і в

стандартах на які є вимоги щодо забезпечення безпеки праці, життя і здоров'я людей, повинні мати сертифікати, що засвідчують безпеку їх використання, видані у встановленому порядку.

Забезпечення безпеки праці під час роботи на підприємстві передбачає *друга група* норм (ст. 17, 18): порядок опрацювання і затвердження положень, інструкцій та інших актів про охорону праці, що діють в межах підприємства; посадова особа здійснює контроль за дотриманням працівниками вимог щодо охорони праці; а працівник зобов'язаний знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці.

До *третьої групи* можна віднести норми, які регламентують видачу працівникам спецодягу та інших засобів індивідуального захисту, змиваючих та знешкоджуючих засобів і забезпечення лікувально-профілактичним харчуванням (ст. 9, 10).

Не менш важливе значення мають вимоги щодо обов'язкового медичного огляду працівників певних категорій (ст. 19), навчання працівників при прийнятті на роботу і в процесі роботи з питань охорони праці (ст. 20), а також фінансування заходів, що забезпечують відповідність умов праці нормативним вимогам та підвищенням існуючого рівня охорони праці на виробництві.

У *четвертій групі* норм значної уваги надається органам державного нагляду і громадського контролю за дотриманням законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці (ст. 44, 48), а також відповідальність за порушення законодавчих актів про охорону праці (ст. 49).

Рациональний режим праці та відпочинку — фізіологічно обґрунтоване чергування часу роботи та відпочинку впродовж зміни, тижня, місяця, року, яке забезпечує високу і стійку працездатність людини. Робочий час — установлений законом (або на його основі) час, упродовж якого трудівник відповідно до внутрішнього трудового розпорядку (розкладу, графіка або особистої вказівки адміністрації) повинен виконувати свої трудові обов'язки або іншу доручену йому роботу.

## 1.2. Гарантії прав громадян на працю, на відпочинок, охорону здоров'я та на охорону праці

Відповідно до Конституції України кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає або на яку вільно погоджується.

Держава створює умови для повного здійснення громадянами права на працю, гарантує рівні можливості у виборі професії та роду трудової діяльності, реалізовує програми професійно-технічного навчання, підготовки та перепідготовки кадрів відповідно до суспільних потреб.

Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом (ст. 43).

Згідно із статтею 7 Закону України "Про охорону праці", умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, робота машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують, і навколишнього середовища. Факт наявності такої ситуації підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства з участю представника профспілки і уповноваженого трудового колективу, а в разі виникнення конфлікту — відповідним органом державного нагляду за охороною праці з участю представника профспілки.

За період простою з цих причин (не з вини працівника) за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо власник порушує законодавство про охорону праці, умови колективного договору з цих питань. У цьому випадку працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Працівників, які за станом здоров'я потребують надання легшої роботи, власник повинен, відповідно до медичного висновку перевести, за їх згодою, на таку роботу тимчасово, або без обмеження строку.

Оплата праці при переведенні працівників за станом здоров'я на легшу роботу або виплата їм допомоги по соціальному страхуванню проводяться згідно із законодавством.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, дільниці, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду або службою охорони праці за працівниками зберігається місце роботи.

Стаття 45 Конституції України визначає право працюючих на відпочинок. Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи у нічний час.

Максимальна тривалість робочого часу, мінімальна тривалість відпочинку та оплачуваної щорічної відпустки, вихідні та святкові дні, а також інші умови здійснення цього права визначаються законом.

А в ст. 46 закріплені права на соціальний захист, що включає право на забезпечення працюючих у разі повної, часткової, або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках, передбачених законом.

Це право гарантується загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням за рахунок страхових внесків громадян, підприємств, установ і організацій, а також бюджетних та інших джерел соціального забезпечення;

створення мережі державних, комунальних, приватних закладів для догляду за непрацездатними. Пенсії, інші види соціальних виплат та допомоги, що є джерелом існування, мають забезпечувати рівень життя, не нижчий від прожиткового мінімуму, встановленого законом.

Відповідно до Закону (ст. 8, 9), усі працівники підлягають обов'язковому соціальному страхуванню власником від нещасних випадків і професійних захворювань.

Страхування здійснюється в порядку і на умовах, що визначаються законодавством і колективним договором (угодою, трудовим договором).

Протягом дії трудового договору власник повинен своєчасно інформувати працівника про зміни у виробничих умовах та в розмірах пільг і компенсацій, включаючи й ті, що надаються йому додатково.

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безкоштовно 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 та компенсації, що надаються у передбаченому законодавством порядку.

При роз'їзному характері роботи працівника йому виплачується грошова компенсація на придбання лікувально-профілактичного харчування, молока або ін., передбаченого колективним договором. На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням, або які виконуються у несприятливих температурних умовах, працівникам видається безкоштовно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також миючі та знешкоджуючі засоби. Засоби індивідуального захисту відповідно до нормативних актів про охорону праці власником повинні бути укомплектовані та зберігатися.

Конституція України визначає правові основи на охорону здоров'я, медичну допомогу та соцстрах. Охорона здоров'я забезпечується фінансуванням відповідних соціально-економічних, медико-санітарних і оздоровчо-профілактичних програм.

Держава створює умови для ефективного і доступного для всіх громадян медичного обслуговування. У державних і комунальних закладах охорони здоров'я медична допомога надається безплатно; існуюча мережа таких закладів не може бути скорочена. Держава сприяє розвитку лікувальних закладів усіх форм власності (ст. 49).

З метою забезпечення стану здоров'я працівників певних категорій власник зобов'язаний за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботами зі шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, а також щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року. Здійснення медичних оглядів покладається на медичні заклади, працівники яких несуть відповідальність згідно із законодавством за невідповідність медичного висновку стану



здоров'я працівника. Перелік професій, працівники яких підлягають медичному огляду, термін і порядок його проведення встановлюється Міністерством охорони здоров'я за погодженням з Держнаглядом праці.

Власник має право притягнути працівника, який ухиляється від проходження обов'язкового медичного огляду, до дисциплінарної відповідальності і зобов'язаний відсторонити його від роботи без збереження заробітної плати.

Власник на прохання працівника або за своєю ініціативою організовує позачерговий медичний огляд, якщо працівник вважає, що погіршення стану його здоров'я пов'язане з умовами праці.

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

У статті 24 Конституції України зазначено: "Рівність прав жінки і чоловіка забезпечується: наданням жінкам рівних прав з чоловіками можливостей у громадсько-політичній і культурній діяльності, у здобутті освіти і професійній підготовці, у праці та винагороді за неї; спеціальними заходами щодо охорони праці і здоров'я жінок, встановленням пенсійними пільг; створення умов, які дають жінкам можливість поєднувати працю з материнством; правовим захистом, матеріальною і моральною підтримкою материнства і дитинства, включаючи надання оплачуваних відпусток та інших пільг вагітним жінкам і матерям".

Статтею 14 Закону забороняється застосування праці жінок на важких роботах і роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, а також залучення жінок до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми.

Перелік важких робіт та робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок, а також граничні норми підймання і переміщення важких речей жінками затверджується Міністерством охорони здоров'я за погодженням з Державним Комітетом України з нагляду за охороною праці.

Праця вагітних жінок і жінок, які мають неповнолітніх дітей, регулюється чинним законодавством.

Статті гл. XII Кодексу законів про працю України забезпечують права жінок на максимально досконалі режими праці і відпочинку, обмеження праці жінок на роботах у нічний час (ст. 175) і т.ін.

Надзвичайно важливе значення мають нормативи, які враховують материнську функцію жінок: переведення на легшу роботу вагітних жінок і жінок, які мають дітей віком до трьох років (ст. 178); не допускається залучення до робіт у нічний час, до надурочних робіт і робіт у вихідні дні і направлення у відрядження вагітних жінок і жінок, які мають дітей віком до трьох років (ст. 176); жінкам надаються відпустки по вагітності і родах тривалістю сімдесят календарних днів до родів і п'ятдесят шість календарних днів після родів (ст. 179), перерви для годування дитини (ст. 183).

Гарантії трудових прав жінок чітко визначені ст. 184 Кодексу. Забороняється відмовляти жінкам у прийнятті на роботу і знижувати їм заробітну плату з мотивів, пов'язаних з вагітністю або наявністю дітей віком до трьох років.

Основна мета нашої держави — це соціальний захист працюючої молоді. Неповнолітні (особи, що не досягають вісімнадцяти років) у трудових правовідносинах прирівнюються у правах до повнолітніх, а в галузі охорони праці, робочого часу, відпусток та деяких інших умов праці користуються пільгами, встановленими законодавством України (ст. 187).

Законом України "Про охорону праці" (ст. 196) забороняється застосування праці неповнолітніх, тобто осіб, віком до вісімнадцяти років, на важких роботах і роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на підземних роботах. Порядок трудового і професійного навчання неповнолітніх професій, пов'язаний з цими роботами, визначається положенням, яке затверджується Держнаглядом праці.

Забороняється також залучати неповнолітніх дітей до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми.

Перелік важких робіт і робіт із шкідливими або небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх, а також граничні норми підймання і переміщення важких речей неповнолітніми затверджується Міністерством охорони здоров'я за погодженням з Держнаглядом праці.

Усі особи, молодші вісімнадцяти років, приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду і в подальшому, до досягнення 21 року, щороку підлягають обов'язковому медичному огляду (ст. 191). За згодою одного із батьків або особи, що його заміняє, можуть, як виняток, прийматись на роботу особи, які досягають п'ятнадцяти років (ст. 188).

Ст. 192 Кодексу забороняється залучати працівників, молодше вісімнадцяти років, до нічних, надурочних робіт та робіт у вихідні дні. А статтею 51 передбачено тривалість робочого часу для 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 працівникам, молодше вісімнадцяти років, (стаття 75 Кодексу), надаються в літній час або, на їх бажання, в будь-яку іншу пору року тривалістю один календарний місяць.

Категорії робіт для жінок і неповнолітніх затверджуються Міністерством охорони здоров'я України за погодженням з Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.

Охорона праці інвалідів зобов'язує керівника підприємства (далі — власника) у випадках, передбачених законодавством, організувати навчання, перекваліфікацію і працевлаштування інвалідів відповідно до медичних рекомендацій, встановлювати неповний робочий день або неповний робочий тиждень і створювати пільгові умови праці на прохання інвалідів. Залучення інвалідів до надурочних робіт і робіт у нічний час без їх згоди не допускається. Керівники підприємств, на яких працюють інваліди, зобов'язані створювати для них умови праці з урахуванням рекомендацій медико-соціальної експертизи та індивідуальних програм реабілітації, вживати додаткових заходів щодо безпеки праці, які відповідають Специфічним особливостям цієї категорії працівників.

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

Окремої уваги заслуговує діяльність органів державного нагляду громадського контролю за дотриманням законодавства про охорону праці (розділ 7 і 8 Закону).

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

- Державний Комітет України з нагляду за охороною праці;
- Державний Комітет України з ядерної та радіаційної безпеки;
- органи державного пожежного нагляду управління пожежної охорони та Міністерства внутрішніх справ України;
- органи та заклади санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України.

*Вищий нагляд* за дотриманням і правильним застосуванням законів про охорону праці здійснюється генеральним прокурором України і підпорядкованими йому прокурорами.

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, громадських об'єднань, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і Рад народних депутатів та діють відповідно до положень, що затверджуються Кабінетом Міністрів України.

Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці (державні інспектори) мають право.

- безперешкодно в будь-який час відвідувати підконтрольні підприємства для перевірки дотримання законодавства про охорону праці. отримувати від власника необхідні пояснення, матеріали та інформацію з даних питань;
- надсилати керівникам підприємств, а також їх посадовим особам, керівникам структурних підрозділів Ради Міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих Рад народних депутатів, міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади обов'язкові для виконання розпорядження (приписи) про усунення порушень і недоліків в галузі охорони праці;
- зупинити експлуатацію підприємств, окремих виробництв, цехів, дільниць, робочих місць і обладнання до усунення порушень, які створюють загрозу здоров'ю чи життю працюючих;
- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушеннях;
- надсилати власникам, керівникам підприємств подання про невідповідність окремих посадових осіб займаній посаді, передавати в необхідних випадках матеріали органам прокуратури для притягнення їх до кримінальної відповідальності.

Органи державного нагляду за охороною праці встановлюють порядок опрацювання і затвердження власниками положень, інструкцій та інших актів про охорону праці, що діють на підприємствах, розробляють типові документи з цих питань.

Власник повинен безкоштовно створити необхідні умови для роботи представників органів державного нагляду за охороною праці. *Громадський контроль* здійснюють:

- трудові колективи через уповноважених ними;

- професійні спілки в особі своїх виборчих органів і представників, що діють відповідно до типового положення, затвердженого Держнаглядом охорони праці.

*Уповноважені трудових колективів* із питань охорони праці мають право безперешкодно перевіряти на підприємстві виконання вимог щодо охорони праці і вносити обов'язкові для розгляду власником пропозиції про усунення виявлених порушень нормативних актів із безпеки і гігієни праці.

Для виконання цих обов'язків власник за свій рахунок організовує навчання і звільняє уповноваженого з питань охорони праці від роботи на непередбачений колективним договором строк із збереженням за ним середнього заробітку.

Професійні спілки здійснюють контроль за дотриманням власниками законодавчих і нормативних актів, створенням належних умов праці і виробничого побуту та забезпеченням їх засобами колективного та індивідуального захисту.

Згідно із ст. 49 Закону, працівники несуть відповідальність за порушення вимог щодо охорони праці. За порушення законодавчих та інших нормативних актів про Охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду і представників професійних спілок винні працівники притягуються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законодавством.

### 1.5. Державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці

Дуже важливим, з точки зору безпеки праці, є державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці.

Виходячи із загальних вимог охорони праці, які містяться в єдиних нормативних документах, міністерства та інші галузеві структури управління розробляють конкретні нормативні акти щодо створення нешкідливих і безпечних умов праці з урахуванням галузевої специфіки — правила, інструкції та інші документи з техніки безпеки, санітарні норми. Такі документи можуть бути спеціальними для однієї галузі (галузеві) або кількох галузей (міжгалузеві).

Галузеві нормативні документи з охорони праці підприємств та установ визначеного міністерства (або іншої управлінської структури) розробляються і затверджуються за встановленим

порядком установами цієї галузі разом або за погодженням із профспілкою.

Міжгалузеві законодавчі акти регламентують умови праці робіт, виробництв або типів обладнання, які є в різних галузях, наприклад. "Правила монтажу і безпечної експлуатації ліфтів", "Правила безпеки при виконанні розвантажувальних робіт" та ін. Щоб забезпечити безпеку і нешкідливість умов праці конкретних робочих місць або виробничих процесів, застосовуються спеціальні інструкції, які поділяються на типові (для галузі) та для працюючих на даному підприємстві. Вони можуть розроблятися як для робітників окремих професій (слюсар, електрик тощо), так і для окремих робіт (монтажні, ремонтні, налагоджувальні, експлуатаційні тощо).

Стандарти, технічні умови та інші нормативно-технічні документи та засоби праці і технологічні процеси повинні включати вимоги щодо охорони праці і погоджуватися з органами державного нагляду за охороною праці

Затверджені у встановленому порядку інструкції для працівників реєструються службою охорони праці підприємства у відповідному журналі та видаються керівникам підрозділів під розписку. Кожний керівник підрозділу підприємства повинен мати комплект діючих інструкцій для працівників усіх професій і видів робіт на даній ділянці.

Якщо треба підвищити рівень безпеки та покращити умови праці, міністерство (або інший центральний керівний орган) видає спеціальні накази або циркулярні листи, в яких передбачаються відповідні заходи. Якщо в правилах та інструкціях із техніки безпеки та виробничої санітарії відсутні вимоги, яких необхідно дотримуватись для забезпечення безпеки та нешкідливості, власник (адміністрація) підприємства за погодженням з профспілковим комітетом приймає необхідні заходи для запобігання травматизму.

У разі неможливості повного усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я умов праці власник зобов'язаний повідомити про це орган державного нагляду за охороною праці. За згодою працівників, яких це стосується, він може звернутися до зазначеного органу з клопотанням про встановлення необхідного строку для виконання програм щодо приведення умов праці на конкретному виробничому місці до нормативних вимог.

Орган державного нагляду розглядає мотивування власника, визначає повноту запланованої програми робіт і за наявності підстав може прийняти рішення про встановлення виключного порядку застосування відповідного нормативу з охорони праці з визначенням строків та умов тимчасового припинення чинності нормативного акта. Власник повідомляє відповідних працівників про рішення органу державного нагляду за охороною праці.

Державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці є обов'язковими для виконання у виробничих майстернях, лабораторіях, цехах, на дільницях та в інших місцях трудового і професійного навчання молоді.

Опрацювання та прийняття нових, перегляд і скасування чинних державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці проводиться органами державного нагляду за охороною праці за участю державного управління охороною праці і професійних спілок у порядку, визначеному Комітетом Міністрів України.

У разі набрання чинності державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці і неможливості усунення небезпечних та шкідливих для здоров'я умов праці, власник зобов'язаний повідомити про це орган державного нагляду за охороною праці.

Орган державного нагляду розглядає мотивування власника, визначає повноту запланованої програми робіт і за наявності підстав може прийняти рішення про встановлення виключного порядку застосування відповідного нормативу з охорони праці з визначенням строків та умов тимчасового прийняття чинності нормативного акту.

Документи, що належать до державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці базуються на останніх досягненнях науки, техніки і практичного досвіду, що сприяють поліпшенню безпеки, гігієни праці і виробничого середовища.

Згідно зі ст. 43 Закону, фундаментальні та прикладні наукові дослідження з проблем охорони праці, ідентифікації професійної небезпечності організуються в межах національної програми з цих питань і проводяться Національним науководослідним інститутом охорони праці, а також на госпрозрахункових засадах інститутами Академії наук України та іншими установами.

## Розділ 2. Організація охорони праці на підприємстві

### 2.1. Управління охороною праці

У будь-якій системі управління завжди є об'єкт, котрим управляють, а також орган, що здійснює управління. У процесі управління цей орган отримує відповідну інформацію про стан об'єкта і про стан зовнішнього середовища, в котрому знаходиться і з яким зв'язаний керуючий орган. На підставі цієї інформації керуючий орган розробляє керівну інформацію та приймає рішення. На підставі прийнятого рішення керуючий орган впливає на керований об'єкт.

Управління завжди здійснюється для досягнення відповідної мети.

Метою управління охороною праці є забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Ця мета досягається виконанням відповідних функцій управління, тобто комплексом взаємопов'язаних видів, що здійснюються суб'єктом управління цілеспрямовано на об'єкт управління.

Державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- Державний комітет України з нагляду за охороною праці;
- міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;
- місцева державна адміністрація, місцеві ради народних депутатів.

Усі ці ланки діяльності в системі управління охороною праці діють із повноваженнями, визначеними Законом України "Про охорону праці".

Об'єктом управління в системі управління охороною праці є діяльність функціональних служб і структурних підрозділів конкретних керівників та інженерно-технічних робітників підприємств із метою забезпечення безпечних, нешкідливих та сприятливих умов праці на робочих місцях, виробничих ланках, у цехах і на підприємстві в цілому.

Мета впровадження системи управління охороною праці (УОП) — це всебічне сприяння виконанню вимог, які повністю ліквідують, нейтралізують або знижують до допустимих норм вплив на працюючих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища, забезпечують усунення джерел небезпеки,

ізолювання від них персоналу, використання засобів, що усувають небезпечні ситуації та підвищують технічну безпеку, створюють надійні санітарно-гігієнічні та ергономічні умови. УОП передбачає встановлення конкретних кількісних показників діяльності виробничих підрозділів, підтримування котрих в заданих межах забезпечує досягнення основної мети щодо організації безпечних та нешкідливих умов праці.

Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого:

- створює відповідні служби і 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;
- розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує професійні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці, тощо;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством, вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих та га-

лузевих нормативних актів про охорону праці, забезпечує безкоштовно працівників нормативними актами про охорону праці;

- здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог щодо охорони праці;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками в галузі, охорони праці.

У випадку відсутності в нормативних актах про охорону праці вимог, які необхідно виконати для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці на певних роботах, власник зобов'язаний вжити погоджених з органами державного нагляду заходів, що забезпечують безпеку працівників.

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

Система цілей УОП — багаторівневий комплекс, який, у свою чергу, визначає цілі для різних рівнів управління охороною праці з врахуванням стадій виробничого циклу.

На рівні галузі встановлюються цілі стратегічного характеру щодо прийняття довготермінових планів наукового, технічного, економічного та соціального розвитку об'єктів (умов та безпеки праці) на підставі довготривалих прогнозів і програм розвитку.

На рівні виробничих об'єднань та підприємств визначаються цілі тактичного характеру: установа склади та структури підрозділів, методів взаємодії, аналіз рівня безпеки праці стимулювання. З переходом на госпрозрахунок та самофінансування виробничі об'єднання та підприємства повинні ставити стратегічні цілі.

На рівні цехів і дільниць встановлюються цілі оперативного характеру: послідовність оперативного виконання окремих функцій тощо.

Окремі виконавці, що впливають на умови праці, організаційно та технічно забезпечують їх оптимізацію і цілі безпеки праці.

Основні завдання, вирішення яких забезпечує досягнення цілей УОП на різних рівнях управління і стадіях організаційно-

виробничої діяльності, полягають у виконанні комплексу послідовних взаємопов'язаних дій щодо попередження травматизму та виробничих зумовлених захворювань.

Вирішення задач управління охороною праці має бути забезпечене взаємодією усіх структурних підрозділів, служб і фахівців, які визначаються керівником підприємства. Функції структурних підрозділів і служб, посадові обов'язки керівних та інженерно-технічних працівників щодо виконання задач управління охороною праці встановлюються на місцях на всіх рівнях, виходячи з структури, штатів і конкретних умов діяльності установи (підприємства).

## 2.2. Основні принципи управління охороною праці

Організація роботи щодо управління охороною праці базується на принципах теорії управління, основними з котрих є: системність, оптимальність, динамічність, наступність та стандартизація. Принцип системності полягає в тому, що процеси технології та безпеки розглядаються у взаємозв'язку.

Системність реалізації завдань управління охороною праці полягає у поєднанні розрізаних заходів із безпеки праці в єдину систему цілеспрямованих, постійно здійснюваних дій на всіх рівнях і стадіях управління виробництвом. Створюється система стандартів підприємства.

Управління охороною праці здійснюється шляхом збору та оцінки інформації, виявлення відхилень від установлених вимог та здійснення керуючих впливів на об'єкт управління за допомогою організаційно-розпоряджувальних, соціально-розпоряджувальних, соціально-психологічних і економічних методів.

Організаційно-функціональна схема УОП базується на координуючій ролі відділу охорони праці, який бере участь у здійсненні всіх функцій управління, пов'язаних із безпекою праці.

Державні органи управління охороною праці інформують населення України відповідного регіону, працівників галузі та трудові колективи про реалізацію державної політики з охорони праці, виконання національних, територіальних чи галузевих програм із цих питань, про рівень і причини аварійності, виробничого травматизму і професійних захворювань, про виконання своїх рішень щодо охорони життя та здоров'я працівників.

На державному рівні ведеться єдина державна статистична звітність з питань охорони праці.

## 2.3. Функції управління охороною праці

Система управління охороною праці містить об'єкт управління, інформаційно-контрольні зв'язки та керуючий орган. Об'єктом УОП є діяльність щодо забезпечення оптимальних умов та безпеки праці на робочих місцях, дільницях та в цехах.

Керуючим органом є служба охорони праці, керівники структурних підрозділів усіх рівнів керування галуззю, об'єднанням, підприємством. Управління здійснюється шляхом збору та оцінки інформації, виявлення відхилень від установлених вимог і здійсненням керуючих впливів на об'єкт управління за допомогою організаційно-розпорядних, економічних та соціально-психологічних методів.

УОП — це ієрархічна багаторівнева система, яка встановлює такі рівні управління:

- галузь (керівництво, науково-технічна рада, відділ охорони праці);
- об'єднання (керівництво, науково-технічна рада, відділ охорони праці);
- виробничі підприємства;
- цехи, дільниці цехів;
- робочі місця (конкретні виконавці)

Управління охороною праці здійснюється реалізацією наступних функцій:

- прогнозування та планування заходів щодо забезпечення безпеки праці;
- створення організаційної структури;
- кількісна оцінка рівня безпеки праці;
- збір та оформлення вихідної інформації про стан умов та безпеки праці;
- розробка та формування переліку управляючих впливів;
- стимулювання роботи щодо безпеки праці.

Відповідальність за здійснення управління охороною праці в галузі та в підрозділах покладається на їх керівників в межах їх посадової компетенції.

Згідно із статтею 23 Закону України "Про охорону праці", власник створює на підприємстві службу охорони праці. Типове положення про цю службу затверджується Державним Комітетом України з нагляду за охороною праці.

На підприємстві виробничої сфери з кількістю працюючих менше 50 чоловік функції служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

Організаційно-методичну роботу безпосередньо на підприємстві (якщо чисельність працюючих у ньому мала) з усіх функцій і задач управління охороною праці, підготовку управлінських рішень і контроль за їх реалізацією виконує інженер (старший інженер) з охорони праці або призначена власником особа, яка виконує його обов'язки за сумісництвом.

На працівників служб охорони праці не повинні покладатися обов'язки, не пов'язані з їх функціями. Усі заходи з охорони праці працівники служб охорони праці виконують у тісній взаємодії з керівництвом підприємств та їх підрозділів. Для загальної оцінки стану умов праці та планування заходів щодо їх покращення застосовується Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці, затверджена наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31.03.94 р. №27 (Держнаглядохоронпраці, 1995).

Спеціалісти з охорони праці мають право видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, отримувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці, вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують нормативів з охорони праці; зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих, надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише керівник підприємства.

Ліквідація служби охорони праці допускається лише у разі ліквідації підприємства.

Планування заходів з охорони праці — один з основних методів економічного управління. Планування роботи з безпеки праці передбачає постановку цілі, розробку програми, спрямова-

ної на її досягнення, та оцінку досягнутої ефективності. Пошук основних шляхів вирішення завдань безпеки праці та вибору потрібних заходів для їх реалізації слід узгодити з результатами прогнозування.

Галузеві плани забезпечують здійснення єдиного підходу до вирішення завдань безпеки праці в галузі, встановлюють основні напрямки розвитку, виявляють важливі проблеми та шляхи їх розв'язання, визначають обсяги наукових досліджень в галузі охорони праці і очікувані результати їх впровадження.

Планування в масштабі об'єднань і підприємств передбачає вирішення питань механізації та автоматизації виробничих процесів, ліквідацію ручної праці, розробку засобів часткової механізації, поліпшення вентиляції, впровадження засобів контролю техніки безпеки, створення комфортних умов на робочих місцях, заходів щодо попередження професійних захворювань і травматизму.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше чоловік рішення трудового колективу може створюватися з питань охорони праці.

Комісія складається з представників власника, профспілок, уповноважених трудового колективу, спеціалістів із безпеки, гігієни праці і представників інших служб підприємства.

Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства затверджується Держнаглядохоронпраці за погодженням з профспілками.

Рішення комісії мають рекомендаційний характер.

Контроль за станом умов і безпекою праці працюючих дозволяє виявити відхилення від вимог законодавства про працю, стандартів безпеки праці, якості виконання службами і підрозділами своїх обов'язків в галузі забезпечення належних умов та безпеки праці.

Ефективність контролю залежить від якості метрологічного забезпечення вимірювання параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів, визначення рівня безпеки виробничого обладнання і технологічних процесів, а також коефіцієнтів безпеки праці.

Фінансування та економічне стимулювання охорони праці розглядається як одна з найважливіших частин УОП.

На підприємствах, в галузях і на державному рівні у встановленому Кабінетом Міністрів України порядку створюються фонди охорони праці.

Такі ж фонди можуть створюватись органами місцевого і регіонального самоврядування для потреб регіону.

На підприємстві кошти вказаного фонду використовуються тільки на виконання заходів, що забезпечують доведення умов безпеки праці до нормативних вимог або підвищення існуючого рівня охорони праці на виробництві.

Кошти галузевих і державних фондів охорони праці витрачаються на здійснення галузевих і національних програм з питань охорони праці, науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт, що виконуються в межах цих програм, на сприяння становленню і розвитку спеціалізованих підприємств та виробництв, творчих колективів, науково-технічних центрів, експертних груп, на заохочення трудових колективів і окремих осіб, які плідно працюють над розв'язанням проблем охорони праці.

До державного, регіонального та галузевих фондів охорони праці надсилаються, поряд з коштами державного чи місцевих бюджетів, відрахуваннями підприємств та іншими надходженнями, кошти, отримані від застосування органами державного нагляду штрафних санкцій до власників згідно із статтею 31 цього Закону, а також кошти від стягнення цими органами штрафу з працівників, винних у порушенні вимог щодо охорони праці.

Кошти фондів охорони праці не підлягають оподаткуванню. Витрати на охорону праці, що передбачаються в державному і місцевих бюджетах, виділяються окремим рядком.

До працівників підприємства можуть застосовуватись будь-які заохочення за активну участь та ініціативу у здійсненні заходів щодо підвищення безпеки та поліпшення умов праці. Види заохочень визначаються колективним договором (угодою, трудовим договором).

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

Моральне і матеріальне стимулювання працівників за роботу щодо вдосконалення умов і безпеки праці має велике значення для підвищення ефективності виробництва, зниження рівня травматизму та захворювань, поліпшення умов праці та її безпеки. Обсяг матеріального заохочення диференціюється залежно від ролі службової особи та міри її впливу на безпеку праці.

Стимулювання здійснюється відповідно до розробленого підприємством, об'єднанням або галуззю положення.

## 2.4. Організація управління охороною праці

Організація роботи в галузі управління охороною праці полягає у виборі і формуванні такої структури управління охороною праці на виробництві, котра якнайкраще відповідає основній меті — забезпеченню безпеки і здорових умов праці.

Метою управління охороною праці є керування і координація роботи підрозділів та відділів в галузі охорони праці, планомірний і цілеспрямований вплив на фактори та умови, що визначають безпеку, нешкідливість, ступінь важкості та напруженості праці на всіх етапах формування виробничого процесу. Управління охороною праці організовується на основі: щоденного контролю умов праці на робочих місцях; щомісячної оцінки рівня безпеки праці в об'єднанні, підприємстві, цеху, на дільниці; щомісячної оцінки рівня безпеки праці в структурних підрозділах галузі.

Для підтримки постійної роботи в напрямку аналізу стану та вдосконалення умов праці на підприємствах лісового комплексу їх власники зобов'язані інформувати державні органи, які складають єдину статистичну звітність з охорони праці. Власник також зобов'язаний інформувати працівників про стан охорони праці, причини аварій, нещасних випадків і професійних захворювань і про заходи, які вжито для їхнього усунення та забезпечення на підприємстві умов і безпеки праці на рівні нормативних вимог.

Отримані дані скеровуються в ЕОМ і за спеціальною програмою розраховуються коефіцієнти безпеки праці по підприємству (цеху) щодо таких розділів: умови праці; безпечність технологічних машин, технологічних операцій; організація охорони праці. ЕОМ виконує відповідні розрахунки і видає рекомендації щодо керуючих впливів, в тому числі стимулювання.

У колективному договорі (угоді, трудовому договорі) сторони передбачають забезпечення працівникам соціальних гарантій у галузі охорони праці на рівні, не нижчому за передбачений законодавством, узгоджують їх обов'язки, а також погоджують комплексні заходи (плани) щодо забезпечення встановлених нормативів безпеки, умов, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійним захворюванням і аваріям. Власник фінансує заходи щодо охорони праці. На підприємствах, у галузях і на державному рівні в установленому Кабінетом Міністрів порядку створюються фонди охорони праці.



ці. Такі фонди можуть створюватись органами міського і регіонального самоврядування для потреб регіону. На підприємстві кошти цього фонду використовуються тільки на виконання заходів, що забезпечують доведення умов і безпеки праці до нормативних вимог або підвищення існуючого рівня охорони праці. Кошти фондів охорони праці не підлягають оподаткуванню.

## 2.5. Організація навчання з охорони праці

Згідно із Законом України “Про охорону праці”. Державний комітет України з нагляду за охороною праці наказом від 04.04.94 р. №30 затвердив “Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників із охорони праці”. У відповідності з цим документом, усі працівники при прийнятті на роботу і процесі роботи проходять на підприємстві інструктаж з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, з правил поведінки при аваріях. Навчання працівників правилам безпеки праці запроваджується в усіх підприємствах, установах незалежно від характеру і ступеня небезпеки виробництва. Форми такого навчання: інструктажі, технічні мінімуми, так зване курсове навчання, спеціальне навчання, навчання (перевірка знань) посадових осіб, підвищення кваліфікації, навчання студентів та учнів навчальних закладів.

Інструктаж з охорони праці проводиться в усіх підприємствах, установах і організаціях незалежно від характеру їх виробничої діяльності, освіти, кваліфікації, стажу, досвіду з даного фаху або посади працівників. Керівництво, організація і відповідальність за своєчасне і правильне проведення інструктажів покладається на власника (керівника) підприємства, установи, організації, а у підрозділах — на керівника підрозділу. За характером і інтервалами проведення інструктажі бувають: увідний і на робочому місці — первинний, позаплановий і цільовий.

*Увідний інструктаж* проводить інженер з охорони праці або особа, на яку покладені його обов'язки, з усіма особами, що приймаються на роботу, а також з тими, що прибули у відрядження, студентами, учнями, направленими на виробничу практику. Метою увідного інструктажу є:

- роз'яснення значення виробничої і трудової дисципліни, ознайомлення з характером майбутньої роботи, загальними умовами, з вимогами безпеки;

- ознайомлення з 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; вимогам особистої гігієни та виробничої санітарії;
- призначення і використання засобів індивідуального захисту, спецодягу і спецвзуття; ознайомлення з основними вимогами пожежної безпеки.

Про запровадження увідного інструктажу роблять запис у спеціальному журналі реєстру інструктажів із питань охорони праці, а також у документі про прийом працівника на роботу. Форма журналу така:

№ п/п	Дата проведення інструктажу	Прізвище, ім'я, п-б. інструктованого	Фах, посада інструктованого	Підрозділ	Прізвище, ім'я та п-б. інструктующого	Підпис	
						інструктованого	інструктующого
1	2	3	4	5	6	7	8

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

Інструктаж проводиться з одним або групою робітників у кабінеті охорони праці або в спеціально обладнаному приміщенні з використанням сучасних технічних засобів навчання, наочних посібників.

*Первинний інструктаж на робочому місці* повинні проходити всі особи, які поступають на роботу, а також ті, що переводяться з одного цеху в інший, робітники, які будуть виконувати нову для них роботу, учні, студенти, направлені на підприємство для проходження виробничої практики, особи, які перебувають у відрядженні і безпосередньо беруть участь у виробничому процесі на підприємстві. Інструктаж на робочому місці проводять керівники (майстри) тих структурних підрозділів, у безпосередній підлеглих яких будуть інструктовані працівники. На невеликих підприємствах, які не мають структурних підрозділів, інструктаж проводить керівник підприємства. Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб однієї професії, згідно з програмою, розробленою з урахуванням вимог відповід-

них інструкцій з охорони праці для робітників, інших нормативних актів про охорону праці, технічної документації і приблизного переліку питань. Програма розробляється керівником цеху, дільниці, погоджується із службою охорони праці і затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу. Усі робітники, у тому числі випускники професійних навчальних закладів, навчально-виробничих (курсів) комбінатів, після первинного інструктажу на робочому місці повинні протягом 2...15 змін (залежно від характеру праці і кваліфікації працівника) пройти стажування під керівництвом досвідчених кваліфікованих робітників або фахівців, призначених наказом (розпорядженням) по підприємству (цеху, дільниці, виробництву). Керівник підприємства (цеху, дільниці, виробництва) має право своїм наказом або розпорядженням звільнити від проходження стажування робітника, який має стаж роботи за своєю професією не менше трьох років і якщо він переходить з одного цеху в інший, і характер його роботи та тип обладнання, на якому він буде працювати, не змінюються.

*Повторний інструктаж на робочому місці* повинні проходити всі працівники, незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи: на роботах з підвищеною небезпекою праці — 1 раз у квартал; на інших роботах — 1 раз за півріччя. Його проводять індивідуально або з групою працівників однієї професії, бригади — за інструкціями для даної професії (посади).

*Позаплановий інструктаж* проводять при зміні правил, норм, інструкцій, технологічного процесу або обладнання, внаслідок чого змінюються умови безпеки праці, при порушенні працівником правил та інструкцій з охорони праці, застосуванні ним неправильних способів праці, які можуть призвести до травми або аварії, при нещасному випадку, при перервах у роботі: для робіт, до яких ставляться підвищені (додаткові) вимоги безпеки праці, — понад 30 календарних днів, для решти робіт — 60 і більше днів. Цей інструктаж проводять згідно з розпорядженням установ, які здійснюють державний нагляд за охороною праці (індивідуально або з групою працівників однієї професії).

Після проведення первинного, повторного і позапланового інструктажів робиться запис в журналі інструктажів на робочому місці з обов'язковим підписом інструктованого і інструктуючого. Журнал має бути встановленої форми, прошнурований, пронумерований і скріплений печаткою підприємства.

*Цільовий інструктаж* проводять із працівниками при виконанні разових робіт, безпосередньо не пов'язаних з фахом (завантажування, розвантажування, одноразові роботи поза підприємством, цехом та ін.); ліквідації аварії, стихійного лиха; виконання робіт, для яких оформляються наряд-допуск, дозвіл та інші документи; екскурсія на підприємство; організація масових заходів з учнями, студентами (походи, спортивні заходи тощо). Цільовий інструктаж фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, яка дозволяє виконувати роботи за переліком і згідно з відповідною інструкцією.

*Навчання посадових осіб*, згідно з переліком, затвердженим Державним комітетом із нагляду за охороною праці (наказ Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 11.10.93 р. №94), проводять до початку виконання ними своїх обов'язків і періодично один раз на три роки в установленому порядку. Для них також запроваджується перевірка знань з охорони праці в органах галузевого або регіонального управління охороною праці з участю представників органів державного нагляду та профспілок. У разі незадовільних знань працівники повинні пройти повторну підготовку.

Навчання працівників правилам безпеки праці запроваджується в усіх підприємствах, установах незалежно від характеру та ступеня небезпеки виробництва. Форми такого навчання: інструктажі, технічні мінімуми, курсове навчання (перевірка знань) посадових осіб, підвищення кваліфікації, навчання студентів та учнів навчальних закладів.

Міністерство освіти України запроваджує навчання з основ охорони праці в усіх навчальних закладах системи освіти, а також підготовку та підвищення кваліфікації фахівців з охорони праці з урахуванням особливостей відповідних галузей народного господарства за програмами, погодженими з Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.

Велике значення у забезпеченні високого рівня охорони праці має пропаганда знань, передового досвіду, новітніх досягнень науки і техніки в цій галузі. Основними методами та формами такої пропаганди є лекції, бесіди та консультації, плакати і навчально-наочні посібники, тематичні виставки, конкурси, кінофільми, діафільми та ін.

### 3.1. Поняття про виробничий травматизм та професійні захворювання

**Травматизм** — слово грецького походження (*trauma* — пошкодження, поранення). На виробництві травми (нещасні випадки) головним чином стаються внаслідок непередбаченої дії на робітника небезпечного виробничого фактору при виконанні ним своїх трудових обов'язків.

**Травма** — порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок дії небезпечних виробничих факторів.

**Виробнича травма** — це раптове механічне (забої, переломи, рани тощо), фізичне (рухомі вузли машин, механізмів, інструмент, оброблюваний матеріал, ненормальні метеорологічні умови, недостатня освітленість робочої зони, шум та вібрація тощо), хімічне (хімічні опіки, загальнотоксичні гострі отруєння тощо), біологічне (мікроорганізми, бактерії, віруси, рослини та тваринні макроорганізми), психофізіологічне (фізичне та нервово переважане організму людини), комбіноване та інше пошкодження людини у виробничих умовах. За ступенем важкості наслідків нещасні випадки поділяють на легкі (втрата працездатності на 1 день), важкі (втрата працездатності більше як на 1 день) і смертельні. Висновок про важкість травм дають лікарі медичних установ згідно з відповідними нормативними документами. Залежно від кількості потерпілих, нещасні випадки поділяються на поодинокі і групові. До останніх відносяться нещасні випадки, які сталися одночасно з двома і більше потерпілими. Незалежно від важкості отриманих травм, такі нещасні випадки кваліфікують як важкі.

Механічні та фізичні фактори переважно викликають травми. Теплові, хімічні, біологічні та психофізіологічні у більшості випадків зумовлюють захворювання. Однак, різкої межі за характером дії на організм людини між згаданими факторами немає.

**Нещасний випадок** — випадок із людиною внаслідок непередбаченого збігу обставин та умов, за котрих завдається шкода здоров'ю або настає смерть потерпілого. Нещасний випадок на виробництві пов'язується з дією на працівника небезпечного виробничого фактора.

Усі нещасні випадки відносяться до таких, що пов'язані з роботою, і до побутових. Віднесення травми до тієї чи іншої категорії являє собою юридичний акт і здійснюється на основі спеціальних правових норм і правил. Нещасний випадок на виробництві можна кваліфікувати як раптове пошкодження здоров'я працівника при виконанні трудових обов'язків або при обставинах, спеціально зумовлених законом. При цьому не має значення, чи працює робітник на підприємстві постійно, тимчасово або сезонно, є штатним чи позаштатним, працює на основній роботі чи за сумісництвом, оскільки у перерахованих випадках він вступив у трудові відносини з підприємством.

Визначення причин нещасних випадків на виробництві є складним і відповідальним моментом. Дуже часто в цій справі допускають грубі помилки, що невірно відображає фактичний бік справи і веде до неправильних висновків, спрямовує зусилля у боротьбі з виробничим травматизмом у хибному напрямку.

Статистика нещасних випадків свідчить про те, що, незважаючи на різноманітність засобів безпеки праці під час роботи на машинах (особливо універсальних), виробничий травматизм поки що має місце. Одна з причин цього — мала ефективність цих засобів. У зв'язку з викладеним існує гіпотеза про хвилеподібність уваги працюючих до безпеки, коли формується деякий середній рівень уваги до безпеки. Після того, як стався нещасний випадок, рівень уваги до безпеки праці на підприємстві різко зростає, а з часом поступово спадає.

**Професійне захворювання** — патологічний стан, зумовлений тривалою роботою за шкідливих умов праці і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією виробничих факторів.

Професійні захворювання та отруєння (надалі — профзахворювання) — це захворювання, котрі викликані впливом виробничих факторів і трудового процесу, а також захворювання, щодо яких встановлено причинний зв'язок з впливом певного виробничого фактора чи процесу та непрофесійні фактори, що викликають аналогічні зміни в організмі (бронхіт, алергійні захворювання, катаракта, втрата зору і слуху, силікоз та інші). Віднесення захворювання до професійного проводиться відповідно до списку професійних захворювань, затвердженого МОЗ.

Крім професійних, на виробництві виділяють групу, яку називають умовно виробничими захворюваннями. До них відносять

хвороби, які не відрізняються від звичайних хвороб. Наприклад, у працівників, котрі виконують фізичну роботу в незадовільних умовах, часто виникають захворювання, такі як радикуліт, варикозне розширення судин, виразка шлунку та інші. Якщо праця вимагає великого нервово-психічного напруження, то частіше виникають різні неврози і хвороби серцево-судинної системи.

Згідно з "Положенням про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях", затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 10 серпня 1993 р. №623, травми поділяють на легкі, важкі та зі смертельним наслідком. Крім того, травми можуть бути груповими (якщо травмується два і більше робітників).

За результатами розслідування на облік беруться нещасні випадки, які сталися:

- під час виконання трудових обов'язків (у тому числі під час відряджень), а також дій в інтересах підприємства без доручення власника;
- на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці роботи протягом робочого часу, включаючи встановлені перерви;
- протягом часу, необхідного для приведення в порядок знаряддя виробництва, засобів захисту, одягу перед початком або після закінчення роботи, а також для особистої гігієни;
- під час проїзду на роботу або з роботи на транспорті підприємства або сторонньої організації, яка надала його згідно з договором (заявкою), а також на власному транспорті, який використовується в інтересах виробництва;
- під час аварій (пожеж тощо), а також під час їхньої ліквідації на виробничих об'єктах;
- під час надання підприємством шефської допомоги;
- на транспортному засобі, стоянці транспортного засобу, в порту заходу судна, на території вахтового селища з працівниками, які перебували на змінному відпочинку (провідник, працівник рефрижераторної бригади, шофер-змінник, працівник морських і річкових суден, а також ті, що працюють за вахтово-експедиційним методом);
- у робочий час при прямуванні пішки, на громадському, власному транспортному засобі, або який належить підприємству чи сторонній організації, з працівником, ро-

бота якого пов'язана з переміщенням між об'єктами обслуговування;

- під час прямування пішки або на транспортному засобі до місця роботи чи назад за разовим завданням власника або уповноваженого ним органу без оформлення посвідчення про відрядження.

Рішення про складання акту за формою Н-І про такий нещасний випадок, взяття його на облік приймається комісією з розслідування, залежно від конкретних обставин і причин.

Якщо в результаті розслідування встановлено факт самогубства, звичайної смерті працівника або одержання травми під час учинення ним злочину, акт за формою Н-І не складається і нещасний випадок не береться на облік, як виробничий.

### 3.2. Причини виробничого травматизму та захворювань

Постійний і різнобічний аналіз травматизму та профзахворювань розглядається як одна з головних функцій керування безпекою праці та прийняття основних заходів щодо усунення причин травматизму та захворювань.

Загальноприйнята класифікація причин виробничого травматизму виглядає наступним чином.

*Технічні причини*, котрі можна охарактеризувати як причини, що залежать від рівня організації праці на виробництві, а саме: недосконалий технологічний процес, конструктивні недоліки обладнання, інструментів та пристосувань, недостатня механізація важких робіт; недосконале огороження, відсутність спеціальних захисних засобів, засобів сигналізації та блокувань, недостатня міцність та надійність машин, шкідливі властивості оброблюваного матеріалу тощо. Ці причини інколи називають конструктивними або інженерними.

*Організаційні причини*, що повністю залежать від рівня організації праці на виробництві. До них можна віднести: незадовільний стан території, проїздів, проходів, порушення правил експлуатації обладнання, транспортних засобів, порушення технологічного регламенту, порушення правил і норм при транспортуванні, складанні і зберіганні матеріалів і деталей; порушення норм і правил при плановому технічному обслуговуванні та ремонті обладнання, транспортних засобів і інструменту; недоліки при навчанні робітників безпечним методам праці; недо-

статній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання машин, механізмів і інструменту не за призначенням; відсутність або незадовільне огороження робочої зони; відсутність або невикористання засобів індивідуального захисту тощо.

*Санітарно-гігієнічні* причини, до котрих можна віднести: перевищення (відносно) запиленості та загазованості повітря робочої зони; відсутність або недостатнє природне освітлення, підвищену пульсацію світлового потоку; підвищений рівень шуму та вібрації, інфразвукових та ультразвукових коливань на робочому місці; підвищений рівень ультразвукової та інфрачервоної радіації тощо.

*Психофізіологічні* причини, до котрих відносяться фізичні, нервово-психічні перевантаження працюючих.

Психофізіологічні причини — грубі помилки в діях, пов'язані з фізіологічним (втомленість), психічним (підвищена дратливість) або хворобливим станом працівників. Найбільш частими конкретними причинами виробничого травматизму на виробничих підприємствах є: відсутність інструкцій з охорони праці; робота на несправному обладнанні або на обладнанні без засобів захисту; відсутність засобів проти випадкового ураження працівників електричним струмом; відсутність драбин, які б відповідали вимогам правил техніки безпеки; розвантаження і транспортування вантажів без застосування відповідних механізмів і пристосувань; користування несправним реманентом, пристосуванням та інструментом.

Людина може припускатися помилок у своїх діях унаслідок фізичного, статичного або динамічного перевантаження, розумового перенапруження, перенапруження аналізаторів (зорового, слухового, тактильного), монотонності праці, стресових ситуацій, хворобливого стану. Травму може викликати незадовільність анатомо-фізіологічних і психічних особливостей організму людини залежно від характеру виконуваної роботи. У сучасних складних технічних системах управління, в конструкціях машин, приладів і систем управління ще недостатньо враховуються фізіологічні і антропологічні особливості і можливості людини.

Незадовільна організація праці зумовлює надмірні фізичні і нервові перевантаження, що прискорює стомлюваність робітників. У такому стані знижується чутливість до різних подразників виробничого середовища, притуплюється увага, пильність. Це призводить до того, що ближче до кінця робочої зміни різко

підвищується кількість нещасних випадків, причинами яких є помилкові дії потерпілих.

Важливе значення серед факторів, які зумовлюють виробничий травматизм, мають попередні нещасні випадки, психофізіологічний стан потерпілих. При цьому несприятливий психофізіологічний стан може бути пов'язаний як з об'єктивними причинами (погана організація праці), так і суб'єктивними, залежними від особливостей особистого стану потерпілих (необережність, поспіх, втома, роздратування, ризик тощо).

Особисті якості працівників (швидкість реакції, активність, відповідальність, дисциплінованість і т. ін.) також впливають на їх схильність до нещасних випадків. Це вказує, що особисті якості потерпілих значно впливають на той факт, що в схожих екстремальних ситуаціях одні стають жертвами нещасних випадків, а другі — ні.

### 3.3. Розслідування нещасних випадків на виробництві

Ефективність боротьби з виробничим травматизмом значною мірою визначається якістю і повнотою причин та обставин розслідування нещасних випадків на виробництві. Ретельне визначення основних причин та обставин виробничих нещасних випадків і подальший їхній розклад по групах мають важливе значення для планування і розробки заходів запобігання травматизму і цілеспрямованого їх фінансування.

Згідно із Законом "Про охорону праці", власник повинен проводити розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно до "Положення з розслідування і обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях" (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 10.08.93 р. №623). Розслідування 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.

Метою розслідування нещасних випадків є встановлення обставин і причин, які призвели до них, а також документальне оформлення. Це необхідно для виявлення зв'язку нещасних випадків із виробництвом і прийняття заходів щодо запобігання їх, виявлення і покарання винних, вирішення питань про відшкоду-

вання матеріальних збитків, спричиненого каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'ю потерпілого, а також підприємству, яке знало матеріальних втрат через неправильні дії винних та ін. Про кожний нещасний випадок на підприємстві потерпілий або очевидець події повинен негайно повідомити безпосереднього керівника, який зобов'язаний невідкладно організувати першу допомогу потерпілому, повідомити про випадок керівника підприємства і зберегти до початку розслідування обстановку на місці в такому стані, як це було в момент нещасного випадку, якщо не загрожує життю і здоров'ю інших працівників і не призведе до аварії.

За підсумками розслідування нещасного випадку керівник підприємства складає акт за формою Н-1, один примірник якого він зобов'язаний видати потерпілому або іншій заінтересованій особі не пізніше трьох діб з моменту закінчення розслідування. Такий акт складається про кожний нещасний випадок, внаслідок якого працівник за медичним висновком утратив працездатність на один день і більше або виникла необхідність у переведенні його на іншу, більш легку роботу, терміном не менше ніж на один день. У разі відмови керівника підприємства скласти акт про нещасний випадок чи незгоди потерпілого або іншої заінтересованої особи зі змістом акту питання вирішується у порядку передбаченому законодавством про розгляд трудових суперечок. Органи з розгляду трудових суперечок при необхідності одержують відповідний висновок представника органу державного нагляду або органу державного управління охороною праці, або профспілкового органу.

Контроль за своєчасним і правильним розслідуванням, оформленням і обліком нещасних випадків, виконанням заходів з усунення причин, які викликали ці випадки, здійснюють органи державного управління і нагляду в галузі охорони праці. Громадський контроль здійснюють трудові колективи і профспілки.

Нещасні випадки, оформлені актом за формою Н-1, реєструються на підприємстві в спеціальному журналі. Підприємство сплачує штраф за кожний нещасний випадок та випадок професійного захворювання, які сталися на виробництві з його вини. Якщо встановлено факт приховування нещасного випадку, власник сплачує штраф у десятикратному розмірі. На основі актів за формою Н-1 підприємство складає звіт про потерпілих від нещасних випадків за визначеними формами і подає його у встановленому порядку до відповідних установ. Для запобігання нещасних випадків на виробництві на основі вивчення стану вироб-

ничого травматизму з використанням статистичної звітності, об'єднання та концерни розробляють разом з відповідними профспілковими комітетами заходи з профілактики травматизму і забезпечують їх виконання.

17 червня 1998 р. постановою Кабінету Міністрів України затверджено переглянуте Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях (далі — Положення).

Які ж основні зміни внесено до Положення?

*По-перше*, визначено, що Положення обов'язкове для виконання усіма власниками, про що раніше прямо не говорилося. Конкретніше вказано, на яких працівників поширюється дія Положення, а саме — на тих, які працюють за трудовим договором чи контрактом.

*По-друге*, внесені значні доповнення, що безпосередньо стосуються захисту працівників у випадку втрати ними працездатності або загибелі, а також враховуючи зміни, що сталися в законодавстві про працю, комісія вирішила опрацювати нову редакцію Положення. Проект нового Положення було погоджено з 14 міністерствами, Генеральною прокуратурою та Федерацією профспілок України.

Більш чітко викладено, коли нещасні випадки беруться на облік. Внесено поняття робочого часу, що визначається згідно з правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Якщо на підприємстві введено пропускний режим, то в правилах внутрішнього трудового розпорядку треба вказати, що робочий час працівника починається після його відмітки на прохідній.

В новій редакції більш конкретизовано питання взяття на облік нещасних випадків, що сталися під час використання транспорту підприємства та власного транспорту потерпілого в інтересах підприємства.

З метою соціального захисту потерпілих або осіб, які представляють їх інтереси, передбачено ознайомлення їх з матеріалами розслідування, тоді як раніше власник був зобов'язаний тільки надати їм акт за формою Н-1.

До Положення включено нові вимоги щодо прав посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці в разі незгоди власника скласти акт за формою Н-1, а, відтак, і нести за це відповідальність.

Упорядковано розділ розслідування професійних захворювань, Конкретизовано порядок їхнього обліку підприємствами, виробничі чинники на яких сприяли виникненню профзахворювання. Установлено порядок розслідування та обліку профзахворювань у репресованих, які працювали на підприємствах країн СНД та у пенсіонерів.

Передбачена розробка галузевих положень для розслідування аварій, які повинні бути гармонізовані з новим Положенням; враховані зміни, що відбуваються у зв'язку з утворенням Міністерства з питань надзвичайних ситуацій.

### 3.4. Методи аналізу травматизму

Метою аналізу виробничого травматизму є розробка заходів щодо попередження нещасних випадків. Для цього необхідно систематично аналізувати та виявляти причини, що їх зумовлюють. Найбільш розповсюдженими методами аналізу виробничого травматизму є такі: статистичний і монографічний, заслуговують уваги економічний, ергономічний, прогностичний методи.

*Статистичний метод* базується на аналізі статистичної документації з травматизму. Вихідними даними для аналізу є матеріали, що містяться в актах за формою Н-1, який складається про нещасний випадок, внаслідок якого працівник згідно з медичним висновком утратив 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-Т. Згадані документи містять наступні дані: кількість нещасних випадків, що викликали втрату працездатності на чотири і більше робочих днів за звітний період А; кількість днів непрацездатності, викликаних нещасними випадками за звітний період Д; середня спискова чисельність працюючих на підприємстві за звітний період Б.

За зібраними даними визначаються три показники виробничого травматизму:

показник частоти травматизму  $\Pi_{\text{ч}}$

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{A \cdot 1000}{B};$$

показник важкості травматизму  $\Pi_{\text{в}}$

$$\Pi_{\text{в}} = \frac{D}{A};$$

показник непрацездатності  $\Pi_{\text{н}}$

$$\Pi_{\text{н}} = \frac{D \cdot 1000}{B};$$

З метою кількісної оцінки рівня захворюваності на виробництві розраховують показник частоти випадків захворювань та показник важкості захворюваності.

Показники захворювання визначаються за формулами:

показник частоти захворювань  $\Pi_{\text{ч.з}}$

$$\Pi_{\text{ч.з}} = \frac{3 \cdot 1000}{B};$$

З метою кількісної оцінки рівня захворюваності на виробництві розраховують показник частоти випадків захворювань та показник важкості захворюваності.

показник важкості захворювань  $\Pi_{\text{в.з}}$

$$\Pi_{\text{в.з}} = \frac{D_3}{3};$$

де 3 — загальна кількість випадків захворювання за звітний період, що викликали втрату працездатності 4 і більше робочих днів;

$D_3$  — кількість днів непрацездатності, що викликали випадки захворювання за звітний період;

Б — середня спискова кількість працюючих на підприємстві за звітний період.

Результати розрахунків подаються у вигляді таблиць або гістограм. Власник підприємства зобов'язаний інформувати працівників про стан охорони праці, причини нещасних випадків, професійних захворювань та про заходи, котрих ужито для їх усунення та для забезпечення умов праці на рівні нормативних вимог.

*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). За цим методом поглиблено вивчають обставини нещасних випадків, а якщо виникає потреба, то проводять спеціальні дослідження і експерименти. Внаслідок вивчення великої кількості виробничих факторів з'ясовуються реальні причини нещасних випадків на основному робочому місці, на дільниці або на одній групі технологічного обладнання. Монографічний метод можна використати і для розробки заходів з охорони праці при проектуванні нових виробництв

**Економічний метод** полягає у визначенні економічних втрат від виробничого травматизму з метою визначення економічної доцільності розробки та впровадження заходів з охорони праці.

Однак цей метод не дозволяє з'ясувати причини травматизму, тому його вважають підметодом.

**Ергономічний метод** базується на комплексному вивченні системи "людина-машина (техніка)-середовище" (ЛМС).

Вирішення ергономічних проблем, котрі виникають в процесі експлуатації системи ЛМС, доцільно проводити у напрямку опрацювання методів об'єктивного прогнозу змін якості діяльності людини під впливом різних несприятливих факторів та умов зовнішнього середовища (активність Сонця, гравітація Місяця, магнітні та гравітаційні поля Землі тощо), удосконалення моделей індивідуальної та групової діяльності людей в різних умовах.

Ергономічний метод дозволяє досліджувати причини нещасних випадків залежно від індивідуальних особливостей людини і санітарно-гігієнічних умов; психофізіологічної структури діяльності; виду системи ЛМС і як вирішуються нею проблеми; елементарного акту діяльності, котрий зумовив нещасний випадок та інші. По кожному нещасному випадку заповнюється спеціальний акт, що за формою нагадує акт Н-1, який містить 22 групи питань.

**Прогностичний метод** базується на прогнозуванні (передбаченні) нещасних випадків на основі вивчення і виявлення потенційної небезпеки. Аналізуються всі облікові і 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 підметод**, що базується на детальному вивченні конструкції обладнання, виявленні його не-

доліків, характеру технологічних операцій і прогнозування можливих нещасних випадків;

- **екстраполяційний підметод**, що базується на виборі математичної функції, яка б достовірно описала явище травматизму;
- **підметод експертних оцінок**, що базується на вивченні думок кваліфікованих фахівців в галузі охорони праці шляхом анкетування.

Складність застосування підметодів при прогнозуванні умов праці визначається не тільки комплексним характером життєдіяльності, але й великою кількістю науково-технічних, виробничих, гігієнічних, організаційних, соціальних та інших факторів, що забезпечують ефективність всіх зусиль, що уживаються з метою забезпечення життєдіяльності.

### 3.5. Відшкодування власником шкоди у разі ушкодження здоров'я працівників

Згідно із Законом "Про охорону праці", власник зобов'язаний відшкодувати працівникові за шкоду, заподіяну йому каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним із виконанням трудових обов'язків, у повному розмірі втраченого заробітку, а також сплатити потерпілому (членам сім'ї та утриманням померлого) одноразову допомогу. При цьому пенсії та інші доходи, які одержують працівники, не враховуються. Порядок відшкодування визначено Правилами відшкодування власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом шкоди, заподіяної працівникові ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків, які затверджені Постановою Кабінету Міністрів України від 23.06.93 р. № 472.

Підприємство несе відповідальність за заподіяну шкоду за наявності двох умов: якщо нещасний випадок стався з вини підприємства і якщо каліцтво або інше ушкодження здоров'я зв'язане з виконуваною роботою. Розмір одноразової допомоги встановлюється колективним договором (угодою, трудовим договором), якщо відповідно до медичного висновку у потерпілого встановлено стійку втрату працездатності. Ця допомога повинна бути не менше суми, визначеної з розрахунку середньомісячного заробітку потерпілого за кожний відсоток втрати ним професійної працездатності.



Якщо нещасний випадок стався через невиконання потерпілим вимог нормативних актів про охорону праці, розмір одноразової допомоги може бути зменшено в порядку, визначеному трудовим колективом за поданням власника та профспілкового комітету підприємства, але не більше як на 50%. Факт наявності вини потерпілого встановлює комісія з розслідування нещасного випадку. Власник відшкодовує потерпілому витрати на лікування (в тому числі санаторно-курортне), протезування, придбання транспортних засобів, по догляду за ним та інші види медичної і соціальної допомоги відповідно до медичного висновку, що видається в установленому порядку, надає інвалідам праці, включаючи тих, що не працюють на підприємстві, допомогу у вирішенні соціально-побутових питань за їх рахунок, а при можливості — за рахунок підприємства.

Виплати сум, що належать потерпілому працівникові, за період його тимчасової непрацездатності або в порядку відшкодування шкоди та одноразової допомоги проводяться з фонду соціального страхування. Власник зобов'язаний повернути втрачені суми до цього фонду, якщо нещасний випадок або професійне захворювання сталися з його вини. За працівниками, які втратили працездатність внаслідок нещасного випадку на виробництві або внаслідок професійного захворювання зберігається місце роботи (посада) та середня заробітна плата на весь період до відновлення працездатності або визнання їх у встановленому порядку інвалідами. У разі, коли потерпілий не може виконувати своїх обов'язків, власник зобов'язаний забезпечити, відповідно до медичних рекомендацій, його перепідготовку і працевлаштування, встановити пільгові умови та режим роботи. Якщо власник не має змоги працевлаштувати на своєму підприємстві осіб, які частково втратили працездатність, але не стали інвалідами, він зобов'язаний відрахувати цільовим призначенням до Державного фонду сприяння зайнятості населення кошти у розмірі середньомісячної заробітної плати працівників за кожне нестворене робоче місце для таких осіб. У цьому разі працевлаштуванням цих осіб займається державна служба зайнятості населення.

Час перебування на інвалідності внаслідок нещасного випадку на виробництві через професійне захворювання зараховується до стажу роботи для призначення пенсії за віком, а також до стажу роботи зі шкідливими умовами, який дає право на призначення пенсії на пільгових умовах і у пільгових розмірах. Якщо

небезпечні або шкідливі умови праці призвели до моральної шкоди потерпілого, порушення його нормальних життєвих зв'язків, власник проводить відшкодування моральної шкоди, яке можливе без втрати потерпілим працездатності. Порядок відшкодування моральної шкоди визначається законодавством. У разі зміни стану здоров'я порядок перегляду розміру відшкодування шкоди і одноразової компенсації визначається Кабінетом Міністрів України. Розмір відшкодування і розмір одноразових компенсацій, що сплачується потерпілому (або членам сім'ї та утриманцям померлого), не підлягають оподаткуванню.

### 3.6. Профілактика травматизму та захворювань

Організаційна робота щодо попередження травматизму та захворювань повинна бути скерована на розробку планів заходів з охорони праці. Перед складанням таких заходів доцільно провести прогнозування виробничого травматизму, професійних захворювань та інших показників з охорони праці.

Прогнозування показників з охорони праці може бути пошуковим і нормативним. Пошукове прогнозування базується на даній ситуації і визначається станом системи в майбутньому. Нормативне прогнозування ведеться залежно від нормативної оцінки майбутнього стану системи до її дії у даний час.

Планування робіт з охорони праці буває перспективним (на 3...5 років), річним та оперативним (квартальним, місячним, декадним). Основною формою перспективного планування робіт з охорони праці є річні плани номенклатурних заходів щодо покращення умов та безпеки праці і санітарно-оздоровчих заходів. У табл. 3.1. подається план номенклатурних заходів з охорони праці.

Перспективний та річний плани складають з врахуванням результатів аналізу (паспортизації) санітарно-технічного стану умов праці на виробничих дільницях; аналізу причин виробничого травматизму, загальної і професійної захворюваності, за бажанням працюючих, за приписами органів державного нагляду та комітетів профспілок.

При складанні номенклатурних і річних планів щодо покращення умов праці враховуються найбільш актуальні на даний період заходи з охорони праці.

Таблиця 3.1.

Плани 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.					
...					
n					
II. Заходи щодо попередження нещасних випадків					
1.					
2.					
...					
n					
III. Загальні заходи щодо покращення умов праці					
1.					
2.					
...					
n					

В основу складення планів повинні бути покладені наступні принципи: перспективність, що характеризує вибір найбільш важливих завдань з охорони праці; комплексність, що забезпечує зв'язок діючих та перспективних планів з охорони праці з іншими планами виробництва (план соціального розвитку колективу, наукова організація праці, виробництва і управління; охорона праці жінок та підлітків; заходи з культури виробництва тощо); системність структури планів, що забезпечує зв'язок з іншими планами. Для швидкої ліквідації недоліків, які виявлені в процесі державного, відомчого та громадського контролю, розробляються оперативні плани з охорони праці.

### 3.7. Шляхи попередження травматизму

Розробка заходів щодо попередження нещасних випадків — головна мета всіх теоретичних та практичних робіт в галузі охорони праці.

Для забезпечення безпеки праці застосовуються засоби захисту, котрі поділяються на дві групи: колективного та індивідуального захисту.

*Засоби колективного захисту* виключають вплив на працюючого небезпечного виробничого фактора, що зумовлений рухом або переміщенням матеріального тіла.

*Засоби індивідуального захисту* видаються робітникам індивідуально. Вони забезпечують захист органів людини від дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Нижче наводиться характеристика та кваліфікація згаданих засобів захисту.

До засобів колективного захисту відносять огорожувальні пристрої. *Огорожувальні засоби* поділяють на дві групи: огорожувальні пристрої рухомих частин, але не різальних інструментів і огорожувальні пристрої різальних інструментів.

Пристрої першої групи можуть бути постійними, наглухо закріпленими, знімними, відкидними, висувними, пересувними або з дверцятами. Це залежить від особливостей огорожувального органа (вузла), особливостей його експлуатації, місця у верстаті. Часто використовуються знімні огорожувальні пристрої, котрі постійно закривають пасову, зубчасту, ланцюгову чи іншу передачу. Вони можуть бути у вигляді кожухів, козирків, планок, бар'єрів і екранів. За способом виготовлення вони поділяються на суцільні, несучільні і комбіновані.

Огорожувальні засоби різальних інструментів можуть огорожувати їх неробочу частину, тільки робочу їхню частину або ту і іншу. Здебільшого огороження виконують і інші функції, проте у всіх випадках вони мають виконувати основну функцію — огороження небезпечної для робітників зони.

Огороження можуть наглухо закривати інструмент (неробочу його частину), періодично переміщатися рукою робітника, бути кінематично пов'язаними і автоматичними.

Огороження не повинні бути громіздкими, не створювати незручностей у роботі, не знижувати продуктивності праці та якості обробки, але повинні бути технологічними, міцними і не обмежувати видимості робочої зони, легко зніматися та встанов-

ловатися і входити до комплексу верстата. Огородження блокується з пусковим пристроєм.

*Запобіжні засоби* призначені для ліквідації небезпечного виробничого фактора у джерелі його утворення.

За характером дії вони поділяються на блокувальні та обмежувальні. Блокувальні пристрої за конструктивним виконанням поділяють на муфти, штифти, клапани, шпонки, мембрани, пружини, сильфони і шайби.

Блокувальні пристрої призначені для вимкнення або запобігання можливості увімкнення джерела небезпеки при зняттю (відкритому) огорожувальному пристрої. Найбільш поширені в деревообробці електричні блокування, принцип роботи котрих полягає в автоматичному відключенні електричного живлення або неможливості увімкнення верстата при зняттю або відкинуту огороженні. Електромеханічне блокування застосовується на дверцятах електрошаф, котрі закривають електророзподільвальні пристрої, на дверцятах і люках, що ведуть в небезпечні зони тощо.

Принцип дії фотоелектричного блокування полягає в перетині світлового променя, спрямованого на фотоелемент і зміні величини світлового потоку, що падає на нього, внаслідок чого змінюється сила струму, котрий подається на вимірно-командний пристрій. Подається імпульс на увімкнення виконавчого механізму захисного пристрою.

Пневматичне та гідравлічне блокування застосовується у пневмо- та гідросистемах і виготовляється у вигляді клапанів та мембран. Запобіжні мембрани призначені для захисту хімічного устаткування від руйнування за умов аварійного зростання тиску. Основним недоліком запобіжних розривних мембран є те, що після їх спрацювання отвір скидання тиску залишається відкритим.

*Гальмівні пристрої* призначені для сповільнення або зупинки виробничого устаткування під час виникнення небезпечної виробничої ситуації.

За конструктивним виконанням гальмівні пристрої поділяються на колодкові, стрічкові, дискові, за формою — конічні і клинові. За способом спрацювання вони можуть бути ручними, автоматичними і напівавтоматичними. За принципом дії гальмівні пристрої поділяються на механічні, електромагнітні, пневматичні, гідравлічні та комбіновані. Гальмівні пристрої викорис-

товуються для швидкої зупинки валів, шпинделів після виключення верстата.

*Пристрої автоматичного контролю та сигналізації* призначені для контролю передавання та відтворення інформації (кольорової, звукової, світлової тощо) із метою привернення уваги працюючих та прийняття ними рішень за прояву або можливого виникнення небезпечного виробничого фактора. За призначенням ці пристрої поділяються на інформаційні, попереджувальні, аварійні та відповідні. За характером спрацювання сигналу — постійні або пульсуючі. За контрольованим параметром сигналізація може контролювати тиск, температуру, вологість, загазованість, шум, вібрацію, частоту обертання, початок пуску тощо.

Сигналізація застосовується самостійно або разом з огорожувальними, запобіжними, пусковими пристроями, пристроями керування обладнанням. Слід надавати перевагу такій сигналізації, котра сигналізує, попереджує та автоматично усуває небезпеку. Світлова, звукова або світлозвукова сигналізація подається під час групового обслуговування агрегатів, багатоповерхового розташування устаткування, перед пуском для попередження працюючих про необхідність вживання заходів перестороги.

*Пристрої дистанційного керування* призначені для управління технологічними процесами або виробничим устаткуванням за межами небезпечної зони. Це найефективніші засоби безпеки, завдяки яким робітники виводяться із зон інтенсивного переміщення предметів праці, шумних та гарячих дільниць і можуть навіть перебувати в іншому приміщенні. Упровадження потокових механізованих та автоматизованих ліній супроводжується застосуванням дистанційного управління та підвищенням безпеки праці.

*Засоби індивідуального захисту* застосовують в тих випадках, коли безпека робіт не може бути забезпечена конструкцією обладнання, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та засобами колективного захисту. Вони підлягають оцінці за захисними, фізіологічними та експлуатаційними показниками.

Засоби захисту шкірного покриву (спеціальний одяг) видаються робітникам та інженерно-технічним працівникам для захисту тіла від забруднення, механічних впливів, води, вологи, кислот, лугів, підвищених або понижених температур, радіоактивних речовин, нафти і жирів, для захисту від біологічних факторів.

Залежно від призначення та виду шкідливого фактора, спецодяг виготовляють із гладкофарбованого полосника з просочуванням, лавсанобавовняної тканини, сукняної напіввовняної тканини з поліпропіленом, кислотозахисного сукна, нетканого прошивного нітронового полотна.

Для захисту працюючих від впливу вологи застосовують спецодяг з бавовнянопаперових та льняних тканин з водозахисним просочуванням і гумовим покриттям.

Спецодяг загального призначення, що захищає робітників від виробничого забруднення, механічних пошкоджень і холоду, виготовляється зі звичайних бавовняно-паперових тканин.

*Засоби захисту органів дихання та слуху* забезпечують ефективний захист людини від шкідливого впливу різних забруднень (пилу, газу, пари, аерозолей), які є в повітрі робочої зони та від нестачі кисню.

Слід зауважити, що необхідна безпека повинна забезпечуватись гігієнічним нормуванням із встановленням гранично допустимої концентрації (ГДК) або гранично допустимого рівня (ГДР) шкідливих факторів. Цьому сприяє ефективна загальнообмінна та місцева вентиляція, застосування водяного зрошування запиленого повітряного середовища тощо. Спеціальними захисними засобами є протигази та респіратори. Ці засоби поділяються на фільтруючі та ізолюючі.

Фільтруючі засоби забезпечують захист в умовах обмеженого вмісту шкідливих речовин.

Ізолюючі засоби застосовують під час аварій та великих викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Засобами захисту слуху від інтенсивного шуму (якщо його неможливо знизити конструктивними засобами) є навушники та заглушки. Навушники знижують високочастотний шум на 40 дБ, а вушні вкладиші — до 25 дБ.

Засоби захисту голови, обличчя і очей попереджують вплив пилу, стружки та падаючих предметів застосуванням спеціальних окулярів, масок, щитків, капелюхів та касок. Окуляри застосовуються в токарних цехах, під час заточування інструментів тощо. Маски, щитки і капелюхи використовуються в ремонтних цехах, а каски — на завантажувально-розвантажувальних роботах.

*Засоби захисту ніг та рук.* Для зовнішніх робіт під час холодного та перехідного періоду року використовується валяне взуття, а для робіт із використанням кислот, лугів та клеїв — гу-

мові чоботи. Під час роботи у вогких, холодних умовах одягають утеплені клеєні та гумові чоботи.

Засобом захисту рук від механічних пошкоджень, опіків, холоду є рукавиці і рукавички. Найчастіше використовують бавовняно-паперові рукавиці.

Під час роботи зі слабкими кислотами та лугами для захисту пальців рук використовують гумові напальчники, а для захисту від порізів і забруднень — шкіряні напальчники.

*Засоби запобігання ураження електричним струмом.* Поряд із колективними засобами захисту слід використовувати індивідуальні засоби. До них відносять діелектричні рукавички, боти, чоботи, калоші, виготовлені зі спеціальної діелектричної гуми. Особливу увагу слід звертати на справність засобів, перед використанням оглядати їх.

Допоміжні захисні засоби призначені для захисту персоналу від падіння з висоти (запобіжні пояси та страхувальні канати), для безпечного підймання на висоту (драбини, кігті), а також для захисту від світлового, теплового, механічного та хімічного впливів (захисні окуляри, протигази, рукавиці, спецодяг)

За порушення нормативних актів про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду з питань охорони праці керівники підприємств, організацій, установ можуть притягатися органами Держнаглядохоронпраці до сплати штрафу. Максимальний розмір штрафу не може перевищувати 2% місячного фонду заробітної плати підприємства, організації, установи. Штрафи накладаються керівниками Держнаглядохоронпраці та місцевих органів.

#### 4.1. Економічне значення заходів щодо покращання умов та охорони праці

Упровадження ринкових відносин в економіку України та комерціалізація всіх сторін життя суспільства не сприяють підвищенню рівня безпеки промислового виробництва, в тому числі в деревообробній галузі. Проте відомо, що покращання умов праці, підтримання на належному рівні шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, зниження показників виробничого травматизму та професійної захворюваності супроводжується не лише соціальним, але й економічним ефектом. Зростає період професійної активності працюючих, зростає продуктивність праці, скорочуються видатки, пов'язані з виробничим травматизмом та професійною захворюваністю, скорочуються видатки на пільги та компенсації.

Наукові дослідження доводять, що раціональний комплекс заходів, скерованих на покращання умов праці, може забезпечити приріст продуктивності праці на 15...20% і більше. Дослідження доводять, що великий вплив має освітленість робочих місць. Так, природне освітлення збільшує продуктивність праці на 10%, а раціональне штучне освітлення — на 6...13%. Правильна організація робочого місця збільшує продуктивність праці на 21%, функціональна музика — до 12%, раціонально пофарбоване приміщення та обладнання — на 25% тощо.,

Продуктивність праці різко знижується при високій температурі повітря робочої зони і складає при 26...30 °С усього 20...50% від його рівня при 18 °С.

Покращання умов праці, впровадження заходів щодо забезпечення безпеки праці супроводжується зниженням показників виробничого травматизму та професійної захворюваності. Зростає ефективний фонд робочого часу, що зумовлює економічний ефект.

Ще одним резервом економії матеріальних ресурсів, пов'язаних з покращанням умов праці, є скорочення витрат на пільги та компенсації працюючим за роботу у шкідливих умовах.

Для розрахунку економічної ефективності від упровадження заходів щодо покращання умов і охорони праці існує методика визначення суми госпрозрахункового і соціального ефектів у грошовій формі.

#### 4.2. Витрати на заходи щодо покращання умов і охорони праці

Одним із головних завдань економічного обґрунтування заходів щодо покращання умов і охорони праці є виділення витрат на реалізацію заходів, що включають капітальні вкладення і експлуатаційні витрати.

До капітальних вкладень відносяться одноразові витрати, котрі використовуються для створення основних фондів для покращання умов та охорони праці.

До експлуатаційних витрат відносяться: поточні витрати на утримання і обслуговування основних фондів; додаткові поточні витрати на утримання і обслуговування основного технологічного обладнання при його вдосконаленні з метою покращання умов праці і попередження травматизму; витрати та проведення заходів з охорони праці за рахунок дільниць і загальнозаводських витрат.

При порівнянні одноразових та довготермінових витрат або, якщо вони рівні, річних експлуатаційних витрат та капіталовкладень по роках розрахункового періоду використовується формула:

$$B = C + E_n K,$$

де  $C$  — експлуатаційні витрати на заходи щодо покращання умов і охорони праці, грн/рік;

$K$  — капітальні витрати з метою покращання умов і охорони праці, грн;

$E_n$  — нормативний коефіцієнт окупності капіталовкладень, 1/рік.

Коефіцієнт  $E$  для заходів щодо покращання умов і охорони праці приймають рівним 0,08. Цим стимулюється впровадження крупних заходів із метою докорінного покращання умов і охорони праці.

При виконанні довготермінових заходів із зміною в часі розмірів експлуатаційних витрат і капіталовкладень сумарні витрати визначаються з врахуванням фактору часу за формулою:

$$B_{\text{сум}} = \sum_{t=t_0}^T \frac{K_t + C_t}{(1 + E_{\text{нм}})^{(t+t_0)}};$$

де  $K_t$  — капіталовкладення в заходи в  $t$ -му році, грн;

$C_t$  — річні експлуатаційні витрати в  $t$ -му році, грн;

$E_{\text{нм}}$  — нормативний коефіцієнт, приведений до різних витрат, дорівнює 0,1;

$t_{\sigma}$  — базовий момент часу, до якого приводять витрати  $t$ -го року (за базовий момент часу приймають або початок, або закінчення відповідного планового періоду (рік, 3...5 років), в якому будуть впроваджувати передбачені заходи по всіх зрівнюваних варіантах);

$t_0, T$  — відповідно рік початку і рік закінчення звітного (планового періоду).

Витрати виробництва на впровадження організаційно-технічних і санітарно-оздоровчих заходів з охорони праці виконуються згідно з планом номенклатурних заходів, які внесені до колективного договору.

#### 4.3. Методика оцінки соціальної і соціально-економічної ефективності заходів щодо покращання умов і охорони праці

Для оцінки соціального ефекту від упровадження заходів щодо покращання умов та охорони праці можуть бути використані наступні соціально-економічні показники.

*Скорочення числа робочих місць, що не відповідають вимогам санітарно-гігієнічних умов праці:*

$$\Delta K_{c.z.m.} = E_{c.z.m.} / \mathcal{C}_{p.m.};$$

де  $E_{c.z.m.}$  — соціальний ефект від покращання санітарно-гігієнічних умов праці і котрий визначається як приріст після впровадження заходів числа робочих місць, на котрих умови праці в комплексі відповідають санітарно-гігієнічним вимогам;

$\mathcal{C}_{p.m.}$  — загальне число робочих місць.

*Скорочення чисельності робітників, що знаходяться в умовах, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормативам:*

$$\Delta \mathcal{C}_{c.z.p.} = E_{c.z.p.} / \mathcal{C}_p;$$

де  $E_{c.z.p.}$  — соціальний ефект від покращання санітарно-гігієнічних умов праці, що визначається як приріст числа робітників, у котрих умови праці відповідають нормативам;

$\mathcal{C}_p$  — загальна чисельність робітників.

*Збільшення числа машин, механізмів та виробничих приміщень, приведених до відповідності з вимогами ССБП, БНіП та іншими нормативно-технічними документами:*

$$\Delta K_{m.n.} = E_{m.n.} / \mathcal{C}_{m.n.};$$

де  $E_{m.n.}$  — соціальний ефект від збільшення кількості та питомої ваги машин, механізмів, виробничих приміщень, приведених до відповідності з нормативними вимогами;

$\mathcal{C}_{m.n.}$  — загальне число машин, механізмів, приміщень.

*Скорочення виробничого травматизму:*

$$\Delta K_{\kappa} = E_{\kappa} / \mathcal{C}_p; \quad \Delta K_{n.} = E_{n.} / N_{n.},$$

де  $\Delta K_{\kappa}$  — скорочення частоти травматизму;

$\Delta K_{n.}$  — зниження важкості травматизму;

$E_{\kappa}, E_{n.}$  — соціальний ефект від зменшення числа випадків та важкості травматизму, розраховується як різниця цих показників до та після впровадження заходів;

$N_{n.}$  — число травм у звітному (базовому) році.

*Скорочення захворюваності:*

$$\Delta K_{\kappa.z.} = E_{\kappa.z.} / \mathcal{C}; \quad \Delta K_{m.z.} = E_{m.z.} / N_{c.z.};$$

де  $\Delta K_{\kappa.z.}$  — зменшення числа випадків захворювань з тимчасовою втратою працездатності через несприятливі умови праці;

$\Delta K_{m.z.}$  — зниження тривалості захворювань;

$E_{\kappa.z.}, E_{m.z.}$  — соціальний ефект від зменшення числа випадків та тривалості хвороб;

$N_{c.z.}$  — число випадків захворювань у звітному (базовому) році.

*Скорочення числа випадків виходу на інвалідність внаслідок травм або захворювань:*

$$\Delta \mathcal{C}_i = E_i / \mathcal{C}_p,$$

де  $\Delta \mathcal{C}_i$  — число осіб, що отримали інвалідність;

$\mathcal{C}_p$  — загальне число працівників;

$E_i$  — соціальний ефект, досягнутий за рахунок скорочення інвалідності (різниця відповідного числа робітників, що отримали інвалідність до та після впровадження заходів).

*Скорочення плинності кадрів через несприятливі умови праці:*

$$K_{n.} = E_{n.} / \mathcal{C}_p,$$

де  $E_{n.}$  — соціальний ефект, що проявляється в скороченні числа випадків звільнення за власним бажанням у зв'язку з несприятливими умовами праці.

Економія робочого часу в зв'язку зі зниженням плинності кадрів у розрахунку на одного працівника:

$$\Delta K_{p.n} = E_{c.ек.} / \tau_p,$$

де  $E_{c.ек.}$  — соціально-економічний ефект від скорочення витрат робочого часу в зв'язку з плинністю кадрів.

#### 4.4. Методи економічної оцінки народногосподарських соціальних результатів поліпшення умов та охорони праці

Економічна оцінка народногосподарських соціальних результатів здійснюється тільки для сфери матеріального виробництва за наступними формулами.

Приріст обсягу нормативної чистої продукції, зумовлений скороченням соціальних втрат суспільства в зв'язку із захворюваністю, травматизмом, плинністю кадрів через несприятливі умови праці;

$$E_1^m = \sum_{m=1}^n \Delta B_m \text{ НЧП}_m,$$

де  $\Delta B_m$  — приріст  $m$ -го виду продукції;

$\text{НЧП}_m$  — норматив чистої продукції  $m$ -го виду, грн./натуральна одиниця;

$m$  — вид продукції,  $m = 1, 2, 3, \dots, n$ ;

$$\Delta B_m = (D_1 - D_2) V_p,$$

де  $D_1, D_2$  — загальна кількість днів, втрачених у зв'язку з захворюваністю, травматизмом та плинністю кадрів через несприятливі умови праці до та після проведення заходів, люд.-дні;

$V_p$  — середній виробіток на одного працівника в натуральних одиницях.

Зниження собівартості та ріст прибутку за рахунок економії на підготовку та перепідготовку робітничих кадрів у зв'язку з заміною робітників, що отримали травми, захворіли та вибули через плинність кадрів:

$$E_2^m = \tau_m Q_{mn} + \tau_o Q_o,$$

де  $\tau_m$  — скорочення числа працівників, що потребують перекваліфікації внаслідок захворюваності, травм у зв'язку з умовами праці, люд./год;

$Q_{mn}$  — середні затрати на перекваліфікацію робітника, грн./люд.;  
 $\tau_o$  — скорочення числа працівників, що приймаються замість тих, що вибули і потребують навчання, чол./рік;

$Q_o$  — середні по галузі видатки на навчання одного прийнятого робітника, грн.

Економія засобів бюджету державного соціального страхування в зв'язку зі скороченням захворюваності та травматизму через несприятливі умови праці, що являють собою суму економії засобів на оплату виплат через тимчасову непрацездатність та на виплату пенсій інвалідам праці, а також скорочення затрат на санаторно-курортне лікування робітників:

$$E_3^m = \Delta D Q_n \tau + 12 \sum_{p=1}^3 \Delta \tau_p Q_p + \Delta \tau_{ск} H_{ск} Q_{ск},$$

де  $\Delta D$  — скорочення тимчасової непрацездатності через захворювання та травми внаслідок несприятливих умов праці, дні/рік;

$Q_n$  — розмір виплат в даній галузі (народному господарстві), грн./день;

$\Delta \tau_p$  — скорочення числа працівників, що отримали інвалідність  $p$ -ої групи, внаслідок скорочення числа травм та захворювань, чол./рік;

$Q_p$  — середній розмір пенсії  $p$ -ої групи інвалідності, грн./(міс.чол.);

$p = 1, 2, 3$  — номер групи інвалідності;

$\Delta \tau_{ск}$  — скорочення числа працівників, що потребують санаторно-курортного лікування, чол./рік.;

$H_{ск}$  — середня тривалість санаторно-курортного лікування, дні/чол.;

$Q_{ск}$  — середня вартість одного дня перебування в санаторно-курортному закладі, грн./день.

Економія коштів бюджету охорони здоров'я у зв'язку зі зниженням необхідності госпіталізації та поліклінічного обслуговування робітників унаслідок зниження захворюваності та травм, викликаних несприятливими умовами праці:

$$E_4^m = \Delta \tau_2 Q_2 H_2 + \Delta \tau_3 Q_3 H_3,$$

де  $\Delta \tau_2$  — зменшення числа працівників, що госпіталізуються у зв'язку з захворюваннями та травмами через несприятливі умови праці, чол./рік;

$H_2$  — середня тривалість госпіталізації одного чоловіка, дні/чол;  
 $Q_2$  — норматив затрат на один день перебування хворих у стаціонарі, грн./ліжко-день;

$\Delta C_0$  — скорочення числа звернень в поліклініку, число звернень/рік;

$Q_0$  — середні затрати, що припадають на одне звернення в поліклініку,

Приріст нормативної чистої продукції (НЧП), зумовлений підвищенням продуктивності праці завдяки покращенню його умов:

$$E_3^m = \sum_{m=1}^n \Delta B_m^p \cdot НЧП_m,$$

де  $\Delta B_m^p$  — приріст обсягу  $m$ -го виду продукції внаслідок підвищення продуктивності праці внаслідок покращення його умов ( $m = 1, 2, 3, \dots, n$ ):

$$\Delta B_m^p = C_{сер} \cdot V \cdot \Delta П,$$

де  $C_{сер}$  — середньоспискова чисельність річних працівників, чол./рік;  
 $V$  — річний виробіток продукції, за винятком браку, натуральні од./чол.;

$\Delta П$  — приріст продуктивності праці завдяки покращенню її умов.

Економія коштів бюджету державного соціального страхування на пільгові пенсії за віком у зв'язку зі зменшенням важких і шкідливих умов праці завдяки проведеним заходам:

$$E_6^m = \Delta C_m \cdot Q_m \cdot 12$$

де  $C_m$  — скорочення числа працівників, що мають право отримувати пенсію на пільгових умовах, чол./рік;

$Q_m$  — розмір пенсій, грн./(міс.чол.);

12 — число місяців в році.

Сумарна оцінка соціально-економічного ефекту заходів щодо поліпшення умов та охорони праці в матеріальному виробництві дорівнює сумі часткових ефектів:

$$E_{ij}^m = \sum_{i=j=1}^m E_{ij},$$

де  $E_{ij}^m$  — економічна оцінка  $i$ -го показника  $j$ -го виду соціального результату покращення умов праці в матеріальному виробництві.

#### 4.5. Методи визначення госпрозрахункового економічного результату заходів щодо покращення умов та охорони праці

Госпрозрахунковий економічний результат, зумовлений здійсненням заходів щодо покращення умов праці та підвищення його безпеки, визначається наступним чином:

$$P = E_3 + E_{у.п.} + E_{н.к.} + E_c,$$

де  $E_3$  — економія заробітної платні від зниження трудомісткості продукції та вивільнення працівників, грн.;

$E_{у.п.}$  — відносно економія умовно-постійних витрат за рахунок зростання обсягу виробництва продукції, грн.;

$E_{н.к.}$  — скорочення витрат на пільги та компенсації, грн.;

$E_c$  — скорочення витрат і непродуктивних витрат, зростання чистої продукції і інші результати, грн.

Річна економія заробітної платні розраховується за однією з наступних формул залежно від особливостей виробництва і наявності вихідних даних:

$$E_3 = E_{3.м.} + E_{с.с.} \quad \text{або} \quad E_3 = E_{3.ч.} + E_{с.с.};$$

де  $E_{3.м.}$  — річна економія заробітної платні від зниження трудомісткості продукції, грн.;

$E_{3.ч.}$  — річна економія заробітної платні від зменшення чисельності працівників, грн.;

$E_{с.с.}$  — річна економія відрахувань на соціальне страхування, грн.

Річна економія заробітної платні від зниження трудомісткості продукції визначається за однією з наступних формул. При відрядній і відрядно-преміальній оплаті праці:

$$E_{3.м.1} = (Z_{н.1} - Z_{н.2})(1 + Z_{н.дод.}/100),$$

де  $Z_{н.1}$  і  $Z_{н.2}$  — річний фонд основної зарплати робітників погодинників до і після впровадження заходів, грн.;

$Z_{н.дод.}$  — додаткова заробітна платня у робітників-відрядників, %. При відрядній оплаті праці:

$$E_{3.м.2} = (P_{с.1} - P_{с.2})(1 + Z_{с.дод.}/100)B_2,$$

де  $P_{с.1}$  і  $P_{с.2}$  — відрядна розцінка за одиницю продукції (робіт) до та після впровадження заходів, грн.;

$Z_{с.дод.}$  — додаткова заробітна платня у робітників-відрядників, грн.;



$B_2$  — обсяг виробництва після покращання умов праці в натуральних одиницях.

Річна економія заробітної платні від зменшення чисельності працівників розраховується за формулою:

$$E_{i.c.} = E_c Z_{сер} - \Delta\Phi_{сер} \mathcal{U}_2,$$

де  $E_c$  — абсолютне вивільнення чисельності працівників, чол.;  
 $Z_{сер}$  — середньорічна заробітна платня одного працівника (основна і додаткова) до впровадження заходів, грн.;

$\Delta\Phi_{сер}$  — приріст середньої заробітної платні одного працівника, викликаний впровадженням заходів, грн.;

$\mathcal{U}_2$  — чисельність працюючих після впровадження заходів, чол.

Річна економія відрахувань на соціальне страхування визначається наступним чином:

$$E_{c.c.} = E_{c.m} e/100,$$

де  $e$  — відрахування на соціальне страхування, %.

Річна відносна економія умовно-постійних витрат, які утворюються в зв'язку зі зростанням обсягу виробництва при здійсненні багатоцільових заходів, розраховується за формулою:

$$E_{y.n.} = \Delta B \cdot U;$$

де  $\Delta B$  — приріст випуску продукції, натуральні одиниці;

$U$  — умовно-постійні витрати на одиницю продукції, грн.

Річна економія собівартості продукції від покращання соціальних показників визначається наступним чином:

$$E_c = E_n + E_{з.з.} + E_{п.з.} + E_{п.к.},$$

де  $E_n$  — річна економія від скорочення нещасних випадків, грн.;

$E_{з.з.}$  — річна економія від зниження захворюваності, грн.;

$E_{п.з.}$  — річна економія від зниження профзахворюваності, грн.;

$E_{п.к.}$  — річна економія від зниження плінності кадрів, грн.

Річна економія собівартості продукції, зумовлена зниженням виробничого травматизму, визначається за формулою:

$$E_n = D_1 (Z_c \alpha + \beta X_3) (1 - K_{nm2} / K_{nm1}) + D_i (H_{i1} - H_{i2}) + D_n (H_{n1} - H_{n2});$$

де  $D_1$  — річні втрати робочого часу до впровадження заходів у потерпілих від нещасних випадків, тимчасова непрацездатність котрих закінчилась в тому ж році поверненням працівника на виробництво, лод.-дні;

$Z_c$  — середня денна заробітна платня одного робітника, грн.;

$\alpha$  — коефіцієнт, що враховує інші втрати від згаданих нещасних випадків, крім собівартості продукції;

$\beta$  — коефіцієнт, що враховує втрати підприємства за один день хвороби залежно від змінного виробітку;

$X_3$  — змінний виробіток одного робітника у звітному році, грн.;

$K_{nm2}, K_{nm1}$  — коефіцієнти непрацездатності по вказаних нещасних випадках (визначається як кількість днів непрацездатності в розрахунку на 1000 працюючих) до та після впровадження заходів;

$D_i, D_n$  — втрати підприємства від одного нещасного випадку з інвалідним і летальним наслідком, грн.;

$H_{i1}, H_{i2}$  — кількість нещасних випадків з інвалідним наслідком до та після впровадження заходів;

$H_{n1}, H_{n2}$  — кількість нещасних випадків з летальним наслідком до та після впровадження заходів.

Річна економія собівартості продукції (скорочення видатків), зумовлена зниженням рівня загальної захворюваності, визначається наступним чином:

$$E_{з.з.} = \beta X_{з.з.} D_{з1} (1 - K_{om2} / K_{om1}) \rho;$$

де  $D_{з1}$  — річні втрати робочого часу до впровадження заходів в зв'язку з загальною захворюваністю, лод.-дні;

$K_{om2}, K_{om1}$  — коефіцієнти втрат робочого часу через загальну захворюваність до та після впровадження заходів (кількість днів непрацездатності на 100 працівників);

$\rho$  — коефіцієнт, що враховує частку втрат робочого часу через загальну захворюваність із тимчасовою втраченою працездатністю, пов'язаною з несприятливими умовами праці.

Річна економія собівартості продукції (скорочення видатків), зумовлена зниженням професійної захворюваності, визначається за формулами:

$$E_{п.з.} = (N_1 - N_2) K_m;$$

де  $N_1, N_2$  — кількість випадків професійних захворювань з незворотними процесами до і після впровадження заходів

(для порівняння беруться середньорічні дані за п'ятирічний період);

$K_m$  — матеріальні наслідки від одного випадку професійного захворювання;

Економія від скорочення кількості професійних захворювань, при яких основну частину матеріальних втрат складають втрати за тимчасовою непрацездатністю (наприклад, дерматити, пилові бронхіти), визначається за попередньою формулою, де  $\rho = 1$ .

Економія собівартості продукції (скорочення видатків), зумовлена зниженням плинності кадрів, визначається за формулою:

$$E_{n.k.} = gX_2n(1 - Kn_2 / Kn_1)\alpha;$$

де  $X_2$  — середній річний виробіток одного робітника у звітному році, грн.;

$n$  — кількість звільнень за рік у зв'язку з незадовільними умовами праці до впровадження заходів, чол.;

$K_{n2}, K_{n1}$  — коефіцієнти плинності кадрів до та після впровадження заходів;

$\alpha$  — коефіцієнт звільнень за власним бажанням, у зв'язку з несприятливими умовами праці;

$g$  — коефіцієнт втрат підприємства в залежності від річного виробітку робітника (за даними НИПІОТстрома  $g = 0,037$ ).

При розрахунках річної економії собівартості продукції кількість днів непрацездатності від нещасних випадків, захворювань, звільнень повинно враховуватись для тієї групи робітників, умови праці яких покращені в результаті впровадження заходів.

#### 4.6. Методи розрахунків економічної ефективності заходів з покращання умов та охорони праці

Річний економічний ефект від здійснення заходів з покращання умов та охорони праці визначається за формулами:

$$E_p = P - Z, \text{ або } E_p = P - (C + E_n K),$$

де  $P$  — отриманий економічний результат, грн.;

$Z$  — приведені до річної співрозмірності поточні і капітальні затрати на заходи з покращання умов та охорони праці, грн./рік;

$C$  — річні експлуатаційні витрати на заходи з покращання умов та охорони праці, грн.;

$E_n = 0,08$  — нормативний коефіцієнт економічної ефективності для капіталовкладень на здійснення заходів з покращання умов та охорони праці;

$K$  — капіталовкладення на заходи, спрямовані для покращання умов та охорони праці.

Порівняння варіантів заходів різної спрямованості в галузі покращання умов та охорони праці і вибір кращого з них слід проводити за максимумом річного економічного ефекту.

Загальна (абсолютна) економічна ефективність капітальних вкладень в заходи з покращання умов та охорони праці визначається як відношення отриманого результату до приведених затрат:

$$E_k = P / Z.$$

Загальна (абсолютна) економічна ефективність капітальних вкладень в заходи з покращання умов та охорони праці визначається за необхідності з виразу:

$$E_k = (P - C) / K.$$

Показник (коефіцієнт) ефективності капітальних вкладень слід порівняти з нормативним ( $E_n = 0,08$ ). Якщо  $E_k > E_n$ , то капіталовкладення можна вважати ефективними.

Величина, обернена до коефіцієнта ефективності і що характеризує термін окупності капітальних вкладень, розраховується за формулою:

$$T = K / (P - C) = 1 / E_k.$$

Отриманий термін окупності капітальних вкладень слід порівнювати з нормативним ( $T = 12,5$  років), якщо він менший за нормативний, то капіталовкладення вважаються ефективними.

## ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ

### Розділ 5. Основні питання безпеки праці

#### 5.1. Фактори, що впливають на умови праці

У процесі праці людина перебуває в контакті з предметом праці, знаряддями праці та іншими людьми. Крім цього, на людину діють різні фактори виробничого середовища, зокрема, температура, вологість та швидкість руху повітря, параметри котрих не відповідають нормативним значенням, надмірний шум, вібрація, шкідливі виділення, електромагнітне та радіоактивне випромінювання тощо. Усе це характеризує умови, в яких працює людина.

Таким чином, поняття умов праці складається з комплексу факторів, які впливають на діяльність людини. Усунути негативний вплив, тобто забезпечити нешкідливі та сприятливі умови праці, можна, виключаючи на робочих місцях шкідливі виробничі фактори, послаблюючи їх дію до допустимих норм чи меж, чи забезпечуючи оптимальні умови праці. Вирішувати ці задачі повинна виробнича санітарія.

Виробнича санітарія — це система організаційних заходів і технічних засобів, які запобігають або зменшують дію шкідливих виробничих факторів на працюючих.

Умови праці — це умови, що формуються в процесі праці людини, яка є головною продуктивною силою суспільства. Процес праці здійснюється лише при єднанні уречевлених продуктивних сил із робочою силою людини. Зміни у зречевлених елементах продуктивних сил (у засобах та знаряддях праці, в предметах праці та технології обробки) спричиняють зміни в умовах праці. У процесі праці формуються специфічні для кожного виду виробництва умови праці. Це залежить від особливостей вироблюваної продукції, сукупності застосованого обладнання, інструментів, пристосовувань, сировини та матеріалів, методики технології та організації виробництва. Ці чинники перебувають у тісному взаємозв'язку, впливають на процес формування умов праці. Отже, вирішення складного завдання формування сприятливих

умов праці залежить, перш за все, від створення безпечної техніки, технології та належної організації виробництва.

Умови праці визначаються двома основними показниками: характером виробничого процесу, пов'язаного з робочою позою, нервово-психічним станом, напругою м'язів робітника та ін., а також виробничими обставинами під час роботи, які впливають на його здоров'я, нервово-м'язову та психічну діяльність. Складовими виробничих обставин є:

- організаційні форми виробничих процесів;
- прийнятий регламент;
- темп і ритм роботи;
- режим праці та відпочинку;
- санітарно-гігієнічні умови у виробничому приміщенні та на робочому місці;
- умови, які забезпечують безперебійну високопродуктивну працю (організацію робочих місць, виробничий інструмент та ін.);
- форми керування виробничим процесом;
- соціальний мікроклімат у виробничому колективі.

Несприятливі умови праці примушують організм людини витрачати енергію на переборювання впливу шкідливих факторів. Унаслідок цього зростає втома організму, що підвищує ймовірність нещасного випадку, оскільки зморений організм не може з необхідною ефективністю реагувати на зміни, що відбуваються навкруги, навіть якщо ці зміни, безпечні для нього. Дія несприятливих умов праці може бути також причиною захворювань робітників — професійних чи виробничих зумовлених.

Безпека — це стан умов праці, при якому з визначеною ймовірністю виключена небезпека, тобто можливість пошкодження здоров'я людини. Безпека — головна мета охорони праці. Отже, охорона праці — це засіб досягнення безпеки людини на виробництві шляхом усунення небезпечних і шкідливих факторів.

Повніший аналіз умов та безпеки праці можна здійснити, враховуючи такі фактори (ГОСТ 12.0.003–74):

- рухомі машини та механізми;
- незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
- вироби, заготовки, матеріали, що переміщуються;
- підвищення запиленості та загазованість повітря робочої зони;

- підвищення або зниження температури поверхні обладнання, матеріалів, повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці, інфразвукових та ультразвукових коливань, вібрації;
- підвищений або понижений барометричний тиск у робочій зоні та його різка зміна;
- підвищену або понижену відносну вологість, рухомість та іонізація повітря;
- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може пройти через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрифікації та електромагнітних коливань;
- підвищена напруженість електричного чи магнітного поля;
- відсутність або нестача природного світла;
- понижена контрастність;
- прямий або відбитий блиск;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації;
- нервово-психічні навантаження.

Перелічені фактори відносяться до небезпечних та шкідливих. Вони проявляються раптово або поступово. Раптове виникнення небезпеки супроводжується травматичними наслідками — виробничими травмами. Поступовий вплив небезпечних факторів спричиняє професійні захворювання або хронічне отруєння. Але, як раптова, так і поступова дія виробничої небезпеки завжди призводить до патологічних процесів в організмі. Отже, поняття “шкідливість” входить в поняття “небезпека”.

*Небезпека* — це такий стан умов праці, коли людина з певним ступенем ймовірності підлягає дії небезпечних або шкідливих факторів.

Діяльність людини, супроводжувана потенційною небезпекою, може призводити до травм, захворювань, погіршення самопочуття та інших наслідків. Потенційність небезпеки полягає в прихованому, неявному характері прояву за певних, нерідко важко передбачуваних умов. Сутність небезпеки полягає в тому, що можливий такий вплив на людину, котрий призводить до травм, захворювань, погіршення самопочуття та інших небажаних наслідків.

## 5.2. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Стандартне визначення небезпечних та шкідливих виробничих факторів міститься в ССБП.

*Небезпечний виробничий фактор* — це фактор, дія якого на працюючого при певних умовах приводить до травми або іншого раптового різкого погіршення стану його здоров'я.

*Шкідливий виробничий фактор* — це фактор, дія якого на працюючого при певних умовах приводить до захворювання або зниження працездатності.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізичні.

До *фізичних* небезпечних і шкідливих факторів відносяться: рухомі елементи машин і механізмів; вироби, що переміщуються; матеріали; заготовки; руйнування конструкцій; надлишкова запиленість і загазованість повітря в робочій зоні; невідповідна температура поверхні обладнання; підвищена або понижена температура повітря в робочій зоні; підвищений рівень шуму, вібрацій, ультразвуку, інфразвукових коливань; підвищений або понижений барометричний тиск; підвищена або понижена відносна вологість; рух, іонізація повітря; підвищений рівень статичної електрики, електромагнітних коливань, відсутність або недостатнє природне освітлення; недостатня штучна освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; прямий та відбитий блиск; підвищена пульсація світлового потоку; підвищені рівні ультрафіолетової та інфрачервоної радіації; гострі краї, жорсткість поверхні деталей, інструментів та обладнання; розташування робочих місць на значній висоті відносно землі; невагомість.

До *хімічних* небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, котрі впливають на репродуктивну функцію. За шляхом проникнення в організм людини вони поділяються на такі, що проникають через дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт, слизові оболонки і поверхні тіла людини.

До *біологічних* небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби) і продукти їхньої життєдіяльності, а також макроорганізми (рослинні і тваринні).

До *психофізичних* небезпечних і шкідливих виробничих фак-

торів відносяться фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження каталізаторів, монотонність праці, емоційне перевантаження).

Нервово — психічні навантаження спричиняються переробкою великої кількості інформації і стосуються операторів пультів управління при порушенні режиму праці і відпочинку.

Перелічені шкідливі фактори можуть викликати у працюючих такі професійні хвороби, як пилові бронхіти, пневмоконіози, вібраційну хворобу, захворювання нервової системи та ін. Крім того, несприятливе виробниче середовище може впливати на здоров'я майбутніх поколінь людей.

Носіями небезпечних та шкідливих факторів є предмети праці, засоби виробництва, продукти праці, енергія, природно-кліматичне середовище, флора, фауна, люди, навколишнє середовище.

Небезпечні та шкідливі фактори характеризуються потенціалом, якістю, часом існування або дії на людину, імовірністю появи, розмірами зони дії.

Потенціалом визначається виробничий фактор із кількісного боку, наприклад, рівень шуму, сила електричного струму, концентрація газів у повітрі, дисперсність пилу. Якість фактора відбиває його специфічні особливості, які впливають на організм людини. Це, наприклад, частотний спектр шуму, дисперсність пилу, рід електричного струму. Простір, де постійно діють або періодично виникають небезпечні й шкідливі фактори, які можуть діяти на людину, називають небезпечною зоною.

*Небезпечні зони* можуть бути постійними або тимчасовими. Вони характеризуються геометричними розмірами, а змінні зони — ще й імовірністю виникнення. Небезпечні зони можуть бути локальними і розгорнутими. Локальною називається зона, розміри якої співвідносні з розмірами людини. Розгорнутою називається зона, що суттєво перевищує розміри людини.

Важливим поняттям в охороні праці є поняття про *небезпечну ситуацію*. Умови, за яких складається можливість дії на людину шкідливих і небезпечних факторів, визначає небезпечну ситуацію (небезпечний момент). Небезпечна ситуація пов'язана з просторовим і часовим суміщенням людини і небезпечної зони. Для характеристики небезпечних моментів і небезпечних ситуацій вводяться часовий та імовірнісний параметри. Часовий параметр — це можливий або фактичний час існування небезпечної ситуації.

За можливим характером впливу на людину фактори

поділяються на прості (електричний струм, підвищена забрудненість повітря тощо) та похідні, які викликаються взаємодією простих факторів (вибухи, пожежі).

За наслідками розрізняють фактори, котрі викликають втому людини (нервово — психічне та фізичне перевантаження), захворювання (загальні та професійні), травматизм, аварії, пожежі.

За збитком розрізняють фактори, котрі завдають соціального збитку (погіршують здоров'я, знижують тривалість життя, перешкоджають гармонійному розвитку особи тощо) та економічного збитку (зниження продуктивності праці, невиходи на роботу, оплата листків тимчасової непрацездатності).

Оздоровчі заходи повинні бути спрямовані на боротьбу з підвищеною запиленістю та загазованістю повітря, вібрацією, шумом, на нормалізацію мікроклімату і фізичних навантажень, усунення інших небезпечних і шкідливих виробничих факторів,

Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини. З огляду на це для робітників, які працюють у шкідливих умовах, проводяться обов'язкові попередні (при вступі на роботу) та періодичні (1 раз на 3, 6, 12 та 24 місяці, залежно від шкідливості виробничого процесу) медичні огляди.

### 5.3. Шкідливі та отруйні речовини

До виробничих приміщень можуть потрапляти гази, пари, пил та інші шкідливі та отруйні речовини.

Шкідливою називається речовина, яка у контакті з організмом людини, при порушенні вимог безпеки, спричиняє виробничу травму, професійне захворювання або відхилення в стані здоров'я, які можуть бути виявлені як в процесі роботи, так і у віддалені строки життя теперішніх та наступних поколінь.

За ступенем безпеки шкідливі та отруйні речовини за дією на організм людини поділяються на чотири класи:

- I — надзвичайно небезпечні;
- II — високонебезпечні;
- III — помірно небезпечні;
- IV — малонебезпечні.

Крім газоподібних та пароподібних шкідливих речовин, на здоров'я працівників може впливати підвищена запиленість повітря. При цьому пил може бути токсичним, що викликає фібрози (кремній, азбест та ін.), та нетоксичним.

Значний вплив на важкість ураження організму людини шкідливими та отруйними хімічними речовинами і пилом має їх концентрація у повітрі робочої зони, а також тривалість дії. Ступінь небезпечності пилу залежить також від його дисперсності (відсоткове співвідношення розмірів часток), форми, твердості, волокнистості, електрзарядженості його часток. Найнебезпечнішими є частки пилу розміром до 5 мкм.

Для того, щоб виключити професійні отруєння та захворювання, санітарними нормами встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, тобто такі концентрації, які при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом восьми годин чи при іншій тривалості, але не більше 41 години на тиждень, протягом усього робочого стажу не можуть викликати захворювання чи відхилення в стані здоров'я.

Значення ГДК деяких шкідливих речовин, які зустрічаються на підприємствах лісового комплексу, наведені в табл. 5.1.

#### 5.4. Забезпечення безпеки праці

Успіх роботи щодо забезпечення сприятливих умов праці значною мірою залежить від аналізу стану рівня безпеки праці, рангування небезпечних та шкідливих виробничих факторів із врахуванням особливостей трудового процесу. Підвищення рівня безпеки досягається проведенням комплексу інженерно-технічних та організаційних заходів. Ці заходи, перебуваючи у тісному зв'язку, впливають на процес формування безпечних умов праці.

Наприклад, чим кращий стан на виробничому підприємстві будівель та споруд, обладнання, інструментів та пристосувань, чим досконаліша технологія та організація виробництва, тим менша, за всіх інших обставин, імовірність формування несприятливих умов праці і тим менше потрібно спеціальних захисних заходів. Отже, вирішення складного завдання формування сприятливих умов праці залежить, перш за все, від створення безпечної технології, техніки та організації виробництва.

Техніка, технологія та організація виробництва поки що не відносяться до розряду абсолютно безпечних факторів навколишнього середовища. Такими вони, ймовірно, не стануть і в найближчому майбутньому. Це пояснюється, перш за все, встановленим рівнем їх розвитку та труднощами їх перспективного будівництва, застосуванням значного обсягу ручної праці.

Таблиця 5.1.  
Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Речовина	Значення ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Перевантажений агрегатний стан в умовах виробництва	Клас небезпечності	Особливості дії на організм
1	2	3	4	5
Акронін	0.2	п	II	
Аміак	20	п	IV	
Ацетон	200	п	IV	
Бензин	100	п	IV	
Бензол	15/п	п	II	
Вуглець оксид	20	п	IV	О
Газ (у перерахунку на вуглець)	300	п	IV	
Карбамід (сечовина)	10	а	III	
Карбафос	0.5	п+а	II	
Кислота сірчана	1	а	II	
Кислота соляна	5	п	II	
Мастила мінеральні нафтові	5	п	II	
Метафос	0.1	п+а	I	
Синтетичні мпochi засоби	5	а	III	
Сода кальцинована	2	а	III	
Спирт метиловий	5	п	III	
Спирт етиловий	1000	п	IV	
Уайт-спірит (у перерахунку на вуглець)	300	п	IV	
Хлор	1	п	I	
Хлорофос	0.5	п+а	II	

Умовні позначення: п — пари чи газу; а — аерозолі; п+а — суміш парів та аерозолей; О — речовини з гостро спрямованим механізмом дії, які потребують автоматичного контролю за їх концентрацією у повітрі; А — речовини, що викликають алергічні захворювання у виробничих умовах; Ф — аерозолі, переважно фіброзної дії; в чисельнику — максимальна, у знаменнику — середньозмінна ГДК.

Керівник (власник) підприємства повинен періодично організовувати за узгодженням з санітарно-епідеміологічними станціями проведення вимірювань параметрів шуму, вібрації, освітлення, загазованості, запиленості у виробничих приміщеннях. Результати вимірів повинні заноситись до санітарно-технічних паспортів цехів та підприємства, карти робочих місць.

Температура, відносна вологість та швидкість руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88 "ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования".

Рівні виробничого шуму не повинні перевищувати значень, встановлених СН 32.23-85 "Санітарні норми допустимого шуму на робочих місцях".

Вібронебезпечне обладнання необхідно встановлювати у виробничому приміщенні з урахуванням забезпечення на робочих місцях гігієнічних норм вібрацій згідно з ГОСТ 12.-1.012-90 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования".

Гранично допустимі концентрації токсичних речовин у повітрі — це такі концентрації шкідливих хімічних речовин, що знаходяться в повітрі виробничих приміщень у вигляді пари, газу, пилу, які при щоденній дії протягом робочої зміни не повинні викликати у робітників будь — яких негативних змін в організмі або захворювань.

Для виявлення ранніх форм захворювань та розробки оздоровчих заходів особи, які стають до роботи, підлягають медичному огляду. обов'язковими є попередні медичні огляди для тих, кого приймають на роботу, пов'язану з небезпечними шкідливими речовинами та несприятливими виробничими факторами. Існує перелік робіт, до виконання яких допускаються особи, що пройшли обов'язкові попередні медичні огляди перед початком роботи та періодичні медичні огляди. Такі огляди проводять лікарсько-профілактичні заклади, котрі обслуговують дане підприємство, виробництво.

Медично-профілактичні заклади разом з санітарними службами, адміністрацією, профспілковим комітетом підприємства щорічно узагальнюють результати періодичних медоглядів працюючих і складають на кінець року заключний акт про наслідки оглядів. Якщо під час медичного огляду виявлено ознаки професійного захворювання, то працівник направляється на спеціальне обстеження для уточнення діагнозу та встановлення зв'язку захворювання з професійною діяльністю.

Дані про захворювання та отруєння на виробництві підлягають ретельному аналізу та узагальненню, на основі чого розробляються заходи для запобігання профзахворювань та профотруєнь, які повинні включатись до колективного договору.

Профілактичні заходи щодо попередження виникнення профзахворювань та отруєнь:

- заміна шкідливих і особливо отруйних речовин на виробництві на менш шкідливі і отруйні;
- механізація та автоматизація виробничих процесів, раціоналізація технології та герметизація апаратури;
- стандартизація сировини з метою зниження отруйних домішок;
- виділення найбільш небезпечних шкідливих процесів в спеціальні ізольовані приміщення;
- загальнообмінна вентиляція, місцева вентиляція, встановлення витяжних шаф;
- заходи з особистої гігієни та періодичний медогляд;
- санітарно-технічна пропаганда та інструктаж.

До індивідуальних засобів захисту від токсичних речовин відносяться:

- респіратори та противогази (захист органів дихання);
- спецокуляри зі щільно прилягаючими оправами (захист очей);
- спецодяг, спецвзуття, рукавиці, мазі і пасти, мило (захист шкіри).

Розміщення виробничого обладнання повинно забезпечувати безпеку працюючих та відповідати ергономічній і технологічній раціональності.

Арматура центрального чи місцевого опалення з температурою нагріву поверхні 80 °С та більше, що розміщена в робочих проходах та поблизу робочих місць, повинна бути загорожена, щоб уникнути випадкових опіків.

Вологе прибирання електроприміщень та інших технічних приміщень повинні проводити прибиральники, які пройшли інструктаж із питань охорони праці, під наглядом одного з працівників, що обслуговують встановлене в цих приміщеннях обладнання.

Робочі місця повинні бути атестовані відповідно до вимог Постанови Кабінету Міністрів України "Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці".

## Розділ 6. Основні вимоги щодо охорони праці при проектуванні промислових підприємств

### 6.1. Задачі проектування

Проектування промислових підприємств здійснюється на підставі рішень, що прийняті в схемах та проектах районного планування, в генеральних планах міст, селищ та інших населених пунктів. При цьому належить реалізувати економічні, технічні та організаційні задачі.

Економічні задачі пов'язані з визначенням найбільш доцільного об'єкта будівництва, з обґрунтуванням бази та номенклатури продукції, місць її збуту, джерел постачання робочої сили, матеріалами, паливом, електроенергією, розмірів капітальних вкладень, потреб в житлі і культурному будівництві.

Технічні задачі пов'язані, перш за все, з обґрунтуванням та розробкою технології, розрахунками технологічного та іншого устаткування, сировини та матеріалів, електроенергії та палива. Сюди належить вибір типу та розмірів будівель, проектування генерального плану підприємства і заходів з охорони праці та навколишнього середовища.

Організаційні задачі реалізуються розробкою організації виробництва, структури управління підприємством, раціональної організації праці і робочих місць, встановленням документації та форм технічної звітності тощо.

Перераховані задачі вирішуються при проектуванні нового будівництва. При розширенні та реконструкції діючих підприємств часто необхідно вирішувати питання розширення чи продовження цехів, транспортних потоків, мереж забезпечення, і на генеральних планах необхідно шукати місце розширення і т. ін.

### 6.2. Нормативні матеріали при проектуванні промислових підприємств

Забезпечення здорових і безпечних умов праці починається з доцільного вибору території для розміщення підприємств і раціонального розташування на ній виробничих і допоміжних будівель і споруд.

При проектуванні промислових підприємств важливо враховувати Закон України "Про охорону праці", Закон України

"Про охорону навколишнього середовища", "Про екологічну експертизу", а також нормативні акти та документи з проектування і будівництва. Основними нормативними матеріалами слід вважати державні будівельні норми і правила (ДБН), у яких найповніше зібрано діючі нормативи.

Особливої уваги заслуговує ДБН 2.2.1-95 (Основні положення проектування).

Проектування промислових підприємств здійснюється на підставі рішень, що прийняті в проектах районного планування, в генеральних планах міст, селищ, інших населених пунктів, а також в схемах генеральних планів груп підприємств із спільними об'єктами.

Проект промислового підприємства — це єдиний комплекс, в якому питання охорони праці, технології виробництва і собівартості продукції повинні бути вирішені одночасно з можливістю будівництва будинків та допоміжних споруд сучасними індустріальними методами. Ці питання невіддільні від конструктивного рішення будинків.

### 6.3. Основні етапи проектування

Проектні організації займаються розробкою комплексу документів пошукового, будівельного, технологічного та іншого характеру. У проектуванні беруть участь різні організації, що займаються розробкою документації у вигляді креслень, розрахунків та опису, що обумовлюють склад та зміст будівельно-монтажних робіт. Координацію робіт здійснює головний інженер проекту, який несе відповідальність за якість та термін розробки проектів. Проектування виробничих об'єктів, розробка нових технологій, засобів колективного та індивідуального захисту працюючих повинні проводитись з урахуванням вимог щодо охорони праці.

Процес проектування складається з трьох етапів, що виконуються послідовно: передпроектних, проектних та післяпроектних робіт.

*Передпроектні роботи* є основою для виконання проектних робіт. Вони включають в загальному вигляді складання техніко-економічного обґрунтування, завдання на проектування, затвердження його та видачу проектній організації.

*Техніко-економічне обґрунтування* — основний документ перед-проектних робіт. Воно містить обґрунтування та розрахунки



доцільності будівництва в даному районі, аналіз впливу планованого будівництва на розвиток інших галузей, співставлення з іншими передовими підприємствами.

У випадку будівництва нового промислового об'єкта важливим видом передпроектних робіт є вибір майданчика для будівництва та пошук на ньому. Вибір майданчика для будівництва здійснює комісія з представників замовника, проектно-організацій і місцевих організацій.

Комісія, що вибирає майданчик, складає акт, який підписують її члени і затверджує замовник у встановленому порядку.

Матеріали передпроектних робіт та техніко-економічне обґрунтування проекту є підставою для складання завдання на проектування.

У завданні на проектування підприємств встановлюють вимоги для запровадження нової техніки і передового досвіду, показники ефективності капітальних вкладень, зниження трудомісткості будівництва, зростання продуктивності праці та запровадження нових технологічних процесів, що відповідають нормативним актам про охорону праці.

*Проектні роботи* включають у загальному вигляді виконання всіх частин проекту, склад та зміст яких обумовлюється, головним чином, важливістю проєктованого об'єкта. Цим диктується необхідна деталізація проектних розробок і рішень, а також стадії проектування.

Проект повинен складатись з таких розділів:

- загальна пояснювальна записка;
- генеральний план і транспорт;
- управління підприємством;
- рівень автоматизації;
- заходи з охорони праці і навколишнього середовища;
- основні техніко-економічні показники;
- дані про обсяг будівельно-монтажних робіт;
- кошторисна документація; і архітектурно-будівельне креслення; паспорт проекту.

Розроблена у відповідності з нормами, правилами та стандартами проектна документація підписується головним інженером проекту і передається на експертизу. Фінансування робіт може проводитись лише після отримання позитивних результатів експертизи.

Проектні організації зобов'язані здійснювати авторський нагляд за дотриманням проектних рішень з питань охорони пра-

ці при будівництві та експлуатації запроектованих ними підприємств та об'єктів. Авторський нагляд здійснюється на підставі договору, який укладається проектною організацією з власником.

Експертиза проєктів, прийняття в експлуатацію виробничих об'єктів та видача дозволу на початок роботи підприємства проводяться Державним комітетом України з нагляду за охороною праці в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

При розробці матеріалів необхідно керуватись Державними будівельними нормами України (ДБН А.2.2.1-95), які передбачають доцільність проектно-документації та способів її реалізації.

#### 6.4. Основні принципи проектування генерального плану підприємства

Генеральний план підприємства розробляють паралельно з розробкою інших розділів проекту. Це зумовлюється їх тісною взаємозалежністю, причому на всіх стадіях проектування: на передпроектному етапі і при суто проектуванні. Вже при виборі місця розташування підприємства та промислового майданчика потрібно знати склад підприємства, що обумовлюється завданням на проектування та доданими до нього особливими вимогами. Одночасно опрацьовується попередня схема генерального плану щодо розташування промислових, адміністративно-побутових та інших об'єктів.

Генеральний план підприємства повинен бути узгодженим із ситуаційним планом району будівництва, де представлено зв'язок з населеними пунктами і промисловими підприємствами району як щодо транспортних, так і інженерних мереж.

Орієнтація будівель за сторонами світу повинна максимально забезпечувати природні умови освітлення.

Враховуючи протипожежні вимоги, слід орієнтувати об'єкти з урахуванням троянди вітрів, коли об'єкти підвищеної пожежної небезпеки та селище розташовують із врахуванням пануючого напрямку вітру відносно заводського димаря.

Заводоуправління слід розташовувати з таким розрахунком, щоб доступ розташованих у ньому служб як для власних робітників та службовців, так і для відвідувачів був можливим без заходу на територію підприємства.

Склади палива потрібно розміщувати з урахуванням транспортування від місць утворення до споживачів, а технічних ма-

теріалів — також з урахуванням їх постачання. Склади палива та мастильних речовин слід ізолювати від інших будинків і цехів та розташовувати на допустимій відстані.

Пожежне депо слід розташовувати або на території заводу, або поза нею, але на відстані не більше 300 м. Від нього повинен бути зручний та вільний проїзд до всіх об'єктів.

Мережа внутрізаводських доріг повинна бути по можливості замкнутою, кільцевою і без тупиків. Основні дороги повинні бути шириною: двосторонні — 6 м, односторонні — 3,5 м.

При проектуванні генерального плану слід врахувати екологічні вимоги щодо розміщення, проектування, будівництва, реконструкції, введення в дію підприємств та інших об'єктів, передбачити заходи охорони навколишнього природного середовища від шкідливого біологічного впливу, шкідливого впливу фізичних факторів та радіоактивного забруднення, від забруднення виробничими, побутовими та іншими відходами.

Архітектурна сторона генерального плану повинна бути витримана, проїзди чітко визначені, осі будівель по можливості паралельні, фасади будинків, що виходять на магістральну дорогу, розміщені по прямій лінії, план будинку повинен розроблятися з врахуванням вимог єдиної модульної системи і т.д. Територія повинна бути озеленена, а селищна зона повинна відділятися від заводу санітарною зоною.

### **6.5. Основні вимоги до виробничих та інших об'єктів щодо охорони праці**

При розташуванні на будівельному майданчику промислових, адміністративних та інших об'єктів необхідно враховувати правильну їх орієнтацію по сторонах горизонту, рельєфу місцевості, пануючого напрямку вітру, а також необхідно враховувати протипожежні розриви та ступінь вогнестійкості будівель і споруд та вимоги санітарних норм.

Уведення в експлуатацію нових і реконструйованих об'єктів виробничого та соціально-культурного призначення, впровадження у виробництво нових машин, механізмів та інших засобів виробництва, а також впровадження нових технологій без дозволу органів державного нагляду за охороною праці заборонено.

Машини, механізми, устаткування, транспортні засоби і технологічні процеси, що впроваджуються у виробництво і в

стандартах на які є вимоги щодо забезпечення безпеки праці, життя і здоров'я людей, повинні мати сертифікати, що засвідчують безпеку їх використання, видані у встановленому порядку.

У виробничих процесах можуть діяти небезпечні та шкідливі фактори, а саме: машини та механізми під час руху; підвищена запыошеність або загазованість повітря робочої зони; підвищена або понижена рухомість повітря; відсутність або недостатність природного світла;

недостатня освітленість робочої зони; надлишковий шум і вібрація. Перелічені фактори нормуються спеціальними стандартами і забезпечуються як активними, так і пасивними засобами.

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

При розташуванні промислових об'єктів слід враховувати і розташування побутових приміщень. Ці приміщення повинні забезпечувати соціально-побутові потреби працюючих у процесі роботи, їх склад визначається ДБН А 2.2.-1-95 "Державні будівельні норми України".

Розташування побутових приміщень різного призначення доцільно планувати в одному приміщенні або в окремому корпусі, або в прибудові до виробничої будівлі. Виробничі будівлі повинні бути з'єднані з побутовими приміщеннями переходами, які опалюються. Віддаль від виробничих місць, які знаходяться на відкритому повітрі або в приміщенні, яке не опалюється, до побутового приміщення не повинно перевищувати 300...500 м (залежно від кліматичного району).

Санітарно-гігієнічні вимоги, розміщення, розміри і обладнання допоміжних приміщень викладені за нині діючими нормами і правилами (ДБН А. 2.2-95).

Промисловий об'єкт повинен розташовуватись на рівному, дещо підвищеному місці, із добрим продуванням вітрами. Майданчик для житлової забудови не повинен розташовуватись вище промислового майданчика, оскільки в противному разі зводиться нанівець перевага високих труб для вентиляційних викидів.

Взаємне розміщення підприємств і населених пунктів визначається середньою розою вітрів для теплого періоду року. Викиди мають виноситися від житлових кварталів.

Важливим видом допоміжних приміщень являються санітарно-побутові приміщення, до яких відносяться: кімната для куріння, приміщення особистої гігієни жінки, пункт медичної допомоги, а також деякі спеціальні приміщення — для сушіння одягу і взуття, інгаляторій, приміщення для обігрівання робітників і т. ін.

Склад і кількість побутових приміщень різного призначення визначається санітарною характеристикою виробничого процесу. Умови в цих приміщеннях повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Державні будівельні норми України (ДБН А.2.2.1-95) передбачають санітарно-захисні зони між підприємствами та житловими кварталами. Розміри цих зон вибирають залежно від потужності підприємства, технологічного процесу, характеру й кількості шкідливих речовин.

Для підприємств, що є джерелами забруднення атмосфери промисловими викидами (залежно від потужності, умов здійснення технологічного процесу, кількісного та якісного складу шкідливих виділень тощо), встановлені такі розміри санітарно-захисних зон відповідно до класу шкідливості підприємств: 1 клас — 1000 м, 2 клас — 500 м, 3 клас — 300 м, 4 клас — 100 м, 5 клас — 50 м.

До 1, 2 та 3-го класу відносяться в основному підприємства хімічної та металургійної промисловості,<sup>1</sup> деякі підприємства по видобутку руди, виробництву будівельних матеріалів.

До 4-го класу, поряд з підприємствами хімічної та металургійної промисловості, відносяться підприємства металооброблюваної промисловості з чавунним (в кількості 10000 тон/рік) та кольоровим (в кількості 100 тон/рік) литвом, ряд підприємств по виробництву будівельних матеріалів, обробці деревини, багато підприємств текстильної, легкої, харчової промисловості.

До 5-го класу, крім деяких виробництв хімічної та металургійної промисловості, відносяться підприємства металооброблювальної промисловості з термічною обробкою без ливарних процесів, великі друкарні, меблеві фабрики.

Санітарно-захисні зони повинні бути озеленені, адже саме тоді вони повною мірою можуть виконувати роль захисних бар'єрів від виробничого пилу, газів, шуму.

## Розділ 7. Фізіологічна дія метеорологічних факторів на організм людини

### 7.1. Метеорологічні фактори

Для нормальної життєдіяльності людини важливим є забезпечення нормальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях, котрі суттєво впливають на самопочуття людини.

В поняття “метеорологічні умови”, або “мікроклімат”, виробничих приміщень входять ті фізичні фактори виробничого середовища, які впливають на тепловий стан організму і котрі необхідно постійно контролювати. Це температура, вологість, швидкість руху повітря, барометричний тиск і теплове випромінювання. Від стану виробничого середовища залежить самопочуття і здоров'я людини.

Атмосферне повітря складається із суміші азоту (78,08%), кисню (20,95%), аргону (0,93%), вуглекислоти (0,03%) і дуже незначної кількості інших газів (усього 0,01%). Крім того, атмосферне повітря має домішки органічного і неорганічного походження, а також воду у всіх станах.

Якщо кількість кисню в повітрі зменшиться до 12%, то утруднюється дихання. В таких умовах людина напружує дихальний апарат, дихає частіше; такий стан людина витримує до 0,5 години.

Отже, оздоровлення повітряного середовища виробничих приміщень — одна з основних проблем життєдіяльності людини.

Повітря треба розглядати як середовище, що постійно приймає тепло, яке виділяє людський організм. Величина тепловиділення організмом людини залежить від ступеня фізичної напруги в даних кліматичних умовах і складає від 85 (стан спокою) до 500 Дж/с (важка робота). Для нормального проходження фізіологічного процесу в організмі людини теплота, яка виділяється організмом людини, повинна повністю відводитися в середовище.

Нормальне теплове самопочуття буде тоді, коли тепловиділення організмом людини повністю поглинається навколишнім середовищем, при цьому температура внутрішніх органів постійна на рівні 36,6 °С.

Завдяки властивостям людського організму зберігається температура тіла, незважаючи на значні зміни метеорологічних умов за рахунок постійної роботи механізму терморегуляції, котрий пов'язаний з діяльністю нервових центрів.

*Терморегуляцією* називається суміш фізіологічних процесів організму, які спрямовані на підтримання температури тіла на більш-менш сталому рівні незалежно від навколишнього середовища.

При температурі повітря в межах від 15 до 25 °С теплопродукція організму знаходиться приблизно на постійному рівні (зона спокою). Коли відбувається зниження температури повітря, теплопродукція підвищується, в першу чергу, за рахунок роботи м'язів і активного обміну речовин. А при підвищенні температури повітря підвищується процес тепловіддачі. Віддача кількості тепла організмом людини в середовище залежить від споживання людиною кисню, відповідно до інтенсивності виробничої діяльності. В стані спокою людина споживає протягом 1 хв 0,2...0,25 л кисню, при виконанні роботи середньої важкості — від 0,5 до 1,0 л, а при важкій роботі — до 1,4 л. Слід мати на увазі, що такої кількості кисню при особливо інтенсивній роботі може бути замало і виникає кисневий голод.

*Перегрівання організму* відбувається за умов надлишкового конвективного випромінювання тепла нагрітих поверхонь. Розрізняють дві фази перегрівання. Перша — фізіологічна, при котрій вступають в активну реакцію пристосувальні функції організму. При цьому активізується робота серцево-судинної та дихальної систем, відбувається інтенсивне потовиділення, котре сягає 5 л за зміну. З потом втрачається велика кількість мінеральних солей та вітамінів С і В<sub>1</sub>.

Дослідженнями встановлено, що в кінці 5-ти годинного перебування в зоні з температурою повітря більше 31 °С і вологості 80...90% працездатність падає до 62%. Значно падає сила в м'язах рук (на 30...40%), приблизно у 2 рази погіршується координація рухів рук. Продуктивність праці падає пропорційно метеорологічним умовам.

*Охолодження організму* можливе найчастіше в зимовий і перехідний періоди року при виконанні робіт на відкритому повітрі, або робіт, які проводяться в неопалюваних виробничих і складських приміщеннях.

Тривала дія низької температури може викликати різні небажані зміни в організмі людини. Охолодження пов'язане зі значними тепловиділеннями через кінцівки рук і ніг. На охолодження впливає вологість і швидкість руху повітря. Розрізняють охолодження загальне та місцеве.

Загальне та місцеве охолодження організму є причиною різних захворювань: міозитів, невритів, радикулітів тощо, а також загальних та інфекційних захворювань. Будь-який ступінь охолодження характеризується зниженням частоти серцебиття і гальмує діяльність кори головного мозку, що суттєво впливає на працездатність людини.

Міське переохолодження може настати навіть при температурі вище 0 °С. Наприклад, при тривалому охолодженні ніг у гумовому взутті водою, температура якої 8 °С, а також унаслідок потіння ніг в гумових чоботах при таких же температурах.

*Вологість повітря* визначається ступенем його насиченості водяною парою. Маємо, такі основні параметри вологого повітря.

Абсолютна вологість — це маса водяної пари в одиниці об'єму вологого повітря, тобто густина водяної пари у повітрі, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho_n = \frac{P_n}{R_n T},$$

де  $P_n$  — стан пари, що залежить від тиску і температури;

$R_n$  — газова стала пари, яка виражає роботу розширення 1 кг пари при постійному тиску  $R = 461,58$  Дж/кг °С;

$T$  — абсолютна температура, К.

Вологоємність повітря — це абсолютна вологість повітря, насиченого водяними парами при даній температурі, кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho_n = \frac{P_n}{R_n T},$$

де  $P_n$  — тиск насиченої водяної пари при даній температурі, кг/м<sup>3</sup>.

Відносна вологість повітря — це відношення абсолютної вологості повітря до вологоємності у відсотках, що визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{\rho_n}{\rho_n} \quad \text{або} \quad \varphi = \frac{P_n}{P_n},$$

Вологість повітря суттєво впливає на терморегуляцію людського організму. Підвищення відносної вологості повітря у виробничому приміщенні (75...85%) ускладнює терморегуляцію, зменшує тепловиділення організмом. Фізіологічно оптимальною є відносна вологість в межах 40...60%.

За санітарними нормами проектування промислових підприємств СН 245-71 і ГОСТ 12.1.005-86 залежно від характеру виконуваних робіт найбільш сприятливими для людського ор-

ганізму є: відносна вологість 60...50% — при температурі 18...22 °С; не більше 55% — при температурі 28 °С; не більше 60% — при температурі 27 °С; не більше 65% — при температурі 26 °С; не більше 70% — при температурі 25 °С; не більше 75% — при температурі 24 °С і нижче.

**Швидкість руху повітря.** Значення руху повітря для теплового балансу організму людини доцільно пов'язувати з температурою та вологістю повітря. Рух повітря в атмосферному просторі, як температура та вологість, водночас практично не підлягають визначенню.

Рух повітря є важливим фактором, який суттєво впливає на комфортні умови для життєдіяльності людини. Швидкість руху повітря залежно від його температури може впливати по-різному на людину. При високих температурах повітря його рух забезпечує нормальне самопочуття людини, а при відсутності руху стан організму погіршується, що може викликати тепловий удар. Людина здатна відчувати рух повітря при його швидкості 0,1 м/с. Залежно від характеру виконуваних робіт, температури, вологості допускається швидкість руху повітря в межах 0,3...0,5 м/с і не повинна перевищувати 1,0...1,5 м/с.

Отже, температура, вологість і швидкість руху повітря є факторами, що комплексно впливають на самопочуття людини.

## 7.2. Гігієнічне нормування параметрів мікроклімату

Умови праці значною мірою залежать від стану виробничого середовища, яке характеризується мікрокліматом. Комфортні параметри виробничого мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря) для кожного конкретного випадку визначаються в нормативному документі — Системі стандартів безпеки праці (ССБП) ГОСТ 12.1.005–88 і є обов'язковим для всіх виробництв і для виробництв у різних географічних розташуваннях.

В основу принципу нормування метеорологічних умов виробничого середовища покладена диференційна характеристика оптимальних і допустимих метеорологічних умов у робочому середовищі залежно від теплової характеристики виробничого приміщення, категорії робіт і періоду року.

Під *оптимальними* мікрокліматичними умовами розуміють такі співвідношення параметрів мікроклімату, котрі при дії

на людину забезпечують нормальний функціональний тепловий стан організму без залучення механізму терморегуляції. Унаслідок цього забезпечується тепловий комфорт, що значною мірою впливає на працездатність.

*Допустимими* мікрокліматичними умовами називають такі співвідношення параметрів мікроклімату, котрі за тривалої та систематичної дії на людину можуть викликати зміни і швидко нормалізувати функціональний і тепловий стан організму при напруженій роботі механізму терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічної рівноваги. Водночас може виникнути дискомфорт-не тепловідчуття, погіршується самопочуття, знижується працездатність. Залежно від важкості і характеру всі роботи поділяють на чотири категорії (табл. 7.1).

Таблиця 7.1.  
Категорії і характеристики робіт

Категорії робіт	Характеристика 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, які пов'язані з ходінням і переміщенням вантажів до 10 кг.
Важка - III	Роботи, які пов'язані із систематичним напруженням, постійним переміщенням і перенесенням (понад 10 кг) вантажів.

Оптимальні та допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочих місцях для різного періоду року залежно від категорії роботи подано в табл. 7.2.

**Таблиця 7.2.**  
**Оптимальні та допустимі метеорологічні фактори виробничих приміщень**

Період року	Категорія робіт	Температура, °C		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		оптимальна	допустима	оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
Холодний та перехідний	Легка - I	20...23	19...25	60...40	75	0,2	0,2
	Середньої важкості - П а	18...20	17...23	60...40	75	0,2	0,3
	Середньої важкості - П б	17...19	17...23	60...40	75	0,3	0,4
	Важка - III	16...18	13...19	60...40	75	0,3	0,5
Теплий	Легка - I	22...25	22...25	60...40		0,2	
	Середньої важкості - П а	21...23		60...40		0,3	
	Середньої важкості - П б	20...22		60...40		0,4	
	Важка - III	18...21		60...40		0,5	

Ці три фактори тісно пов'язані між собою, визначають тепловий баланс тіла людини, її самопочуття та працездатність.

### 7.3. Теплообмін людини з навколишнім середовищем

Надзвичайно важливим для життєдіяльності людини є постійне виділення тепла в навколишнє середовище.

Одним з важливих інтегральних показників теплового стану організму людини вважається середня температура тіла — 36,5 °C. Температура шкірного покриву людини об'єктивно визначає реакцію організму на дію температурного фактора, оскільки його температурний режим суттєво впливає на тепловиділення.

Організм людини, як зазначалося, завдяки терморегуляції здатний віддавати надлишкове тепло в навколишнє середовище внаслідок випромінювання, конвекції, випаровування і кондукції.

**Випромінювання** — це теплообмін унаслідок електромагнітних коливань між тілами, які розділені магнітним середовищем. Теплова енергія перетворюється на поверхні тіла в коливну,

передається на другу (холодну), де знову перетворюється в тепло. У виробничих умовах людина сама випромінює тепло, теплові випромінювання від нагрітого обладнання, від сонця тощо.

Теплообмін підсистеми “людина — навколишнє середовище” може бути визначений за рівнянням Стефана-Больцо:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_0}} \left[ \left( \frac{t}{100} \right)^4 - \left( \frac{t_n}{100} \right)^4 \right] S_1,$$

де  $C_1, C_2$  — коефіцієнти, що враховують теплообмін випромінюванням поверхонь;

$C_0 = 5,7 \text{ Вт/м}^2\text{K}^4$  — коефіцієнт, що враховує випромінювання абсолютно чорного тіла;

$t$  — середня температура поверхні тіла та одягу людини, К;

$t_n$  — середня температура навколишнього середовища, К;

$S_1$  — площа тіла людини, що поглинає тепло.

Якщо організм поглинає теплові випромінювання від нагрітого обладнання площею  $S_2$ , то рівняння може бути подане у такому вигляді:

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

Враховуючи рівняння Стефана-Больцо ( $Q$ ) і рівняння теплових випромінювань ( $Q_1$ ), теплообмін випромінюванням зумовлюється температурою тіла людини, повітря та обладнання. Дію вітру ці рівняння не враховують.

**Конвекція** — це перенесення тепла рухомим середовищем у рідинах або газах. При конвекції відбувається обмін теплом між поверхнею людського тіла та поверхнею, на котру діє потік повітря. Конвективний теплообмін залежить від температури тіла та повітря, швидкості руху повітря, фізіологічного стану людини, поверхні тіла і т. ін.

Конвективний теплообмін підсистеми “людина — навколишнє середовище” визначається законом Ньютона:

$$Q_2 = \alpha_s (t - t_n) S,$$

де  $t$  — температура поверхні тіла людини, °C;

$t_n$  — температура навколишнього середовища, °C;

$S$  — ефективна поверхня тіла людини (для розрахунків приймають  $S = 1,8 \text{ м}^2$ );

$\alpha_k$  — коефіцієнт, який враховує тепловиділення конвекцією (за нормальних параметрів мікроклімату часто приймають  $\alpha = 4,06 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ ).

На конвективний теплообмін людини з навколишнім середовищем впливає швидкість руху повітря, а також відносна вологість, оскільки коефіцієнт теплопровідності повітря є функцією барометричного тиску і вологості повітря. Величина конвективного теплообміну значною мірою залежить від швидкості руху повітря. Тепловіддача  $Q_3$  залежить від інтенсивності випаровування вологи шкірним покривом людини:

$$Q_3 = f(P_{\max}, p, V),$$

де  $P_{\max}$  — густина водяної пари у повітрі при максимальній насиченості для даної температури;

$p$  — густина водяної пари шкірного покриву;

$V$  — швидкість руху повітря.

З підвищенням температури повітря збільшується значення  $P_{\max}$ . Так, при роботі на відкритому повітрі (якщо  $V = 0$ ) при  $t_n = -10^\circ\text{C}$ ,  $P_{\max} = 2 \text{ г/м}^3$  і при  $t = 30^\circ\text{C}$ ,  $P_{\max} = 30 \text{ г/м}^3$ . Суттєве значення для теплообміну має швидкість руху повітря.

Передачу тепла теплопровідністю через одяг людини можна уявити як теплообмін між тілом і середовищем при їх безпосередньому контакті. Якщо врахувати, що теплопровідність відбувається через однорідну стінку в однорідному температурному полі, то рівняння теплопровідності (рівняння Фур'є) може бути визначене за виразом:

$$Q_3 = \frac{\lambda_0}{\Delta_0(t - t_n)},$$

де  $\lambda_0$  — коефіцієнт, який враховує теплопровідність тканин одягу людини,  $\text{Вт/м}^\circ\text{C}$ .

$\Delta_0$  — товщина тканин одягу людини, м.

Оскільки теплопровідність тканин одягу мала, то важливу роль в процесі тепловиділення виконує конвективна передача з потоком крові.

**Кондукція** — це теплообмін, котрий відбувається при безпосередньому дотику людини до гарячих чи холодних машин, верстатів, інструментів, матеріалів:

$$Q_4 = K(t \pm t_n)ST$$

де  $t$  — температура поверхні тіла, °C;

$t_n$  — температура навколишнього середовища, °C;

$S$  — площа охолодження (нагрівання) тіла людини,  $\text{м}^2$ ;

$K$  — коефіцієнт теплопередачі теплопровідністю,  $\text{Вт/м}^2 \text{ К}$ ;

$T$  — час охолодження (нагрівання), год.

Характер теплообміну суттєво залежить від співвідношення величин  $t$  і  $t_n$ . Якщо,  $t_n = t$ , то тепловіддача відбувається, перш за все, за рахунок випромінювання і конвекції. Якщо  $t_n = t$ , то тепловіддача відбувається за рахунок випаровування.

Теплові дії викликають різні психофізіологічні зміни в організмі працівників. Потовиділення негативно впливає на роботу серцевосудинної і дихальної систем, при цьому частота серцебиття збільшується до 100...150, кров'яний тиск підвищується. Суттєво погіршується стан організму при зростанні температури до 30...35 °C. Функції терморегуляції суттєво порушуються, що викликає біль голови, спрагу, шум в органах слуху, слабкість, а також може викликати тепловий удар, оскільки температура тіла підвищується до 40...42 °C, що веде до втрати свідомості.

Забезпечення комфортних метеорологічних умов виробничого середовища — складне комплексне інженерне завдання.

#### 7.4. Захист організму людини від перегрівання і охолодження

**Захист від перегрівання організму.** Для попередження перегрівання організму у виробничих приміщеннях повинні бути створені такі метеорологічні умови, які здатні забезпечити нормальний виробничий процес і самопочуття працівників. Метеорологічні умови виробничих приміщень регламентуються СН 245–71 залежно від тепловиділень, характеру виконуваних робіт, пори року, вологості і швидкості руху повітря.

Вплив надлишкових теплових напруг на людину, яка працює в умовах підвищених температур і дій теплових випромінювань, визначається за формулою:

$$H = \frac{P}{P_{\max}},$$

де  $\Pi$  — втрата тепла при нормальному потовиділенні для даних умов;

$\Pi_{max}$  — максимально можлива втрата тепла людиною при потовиділенні.

Легка теплова напруга при  $N_t < 40\%$ ; важка — при  $N_t = 70...90\%$ . Нормальні умови праці у виробничих приміщеннях забезпечуються цілою низкою заходів, які зумовлюють інженерії напрямки.

*Раціональне розміщення обладнання.* Важливий фактор умов праці в цехах із тепловиділеннями — розміщення виробничого обладнання та організація робочих місць згідно з діючими стандартами. Враховуючи вимоги цих стандартів, слід розміщувати обладнання, що виділяє тепло, безпосередньо під аераційними ліхтарями, а також доцільно передбачати окремі приміщення.

*Механізація та автоматизація виробництва* забезпечує високу безпеку праці. Перехід від механізації до автоматизації ще більше віддаляє робітника від шкідливих і небезпечних зон.

Автоматизація базується на сучасній технології і прогресивних методах управління, що передбачає повне звільнення людини від виснажливих виробничих факторів. При повній автоматизації функції людини значно скорочуються. Уся її роль зводиться до керування та контролю за роботою машин і ходом технологічних процесів.

*Раціональна теплова ізоляція обладнання.* Нині існує багато видів теплоізоляційних матеріалів. До неорганічних матеріалів можна віднести: діатоніт, азбест, азбоцемент, совеліт, слоуда, азбозуріт, мінеральна вата, скловата, піноскло, пінобетон, керамзит, пемза тощо. Органічними ізоляційними матеріалами є торфоізоляційні і деревні плити, деревна тирса, фіброліт, арболіт і т. ін.

Ефективність теплової ізоляції зумовлюється типом обладнання. При температурі теплоізолюючої поверхні 500...600 °С застосовують азбест, совеліт, мінеральну вату; при температурі 800...900 °С — азбозуріт, діатомітову цеглу; при температурі понад 1000 °С — вермікуліт, спеціальні керамічні пластини та ін.

*Екранування.* Ефективним засобом захисту людини від тепловиділень є екранування. Екрани застосовуються для екранування джерел випромінювання і робочих місць. Захисні екрани бувають прозорі та непрозорі, подвійні і заповнені водою або повітрям, сітчасті, скляні тощо. За принципом дії огорожувальні засоби здатні поглинати та відбивати тепловипромінювання.

Ефективність теплозахисного екрана оцінюють часткою поглинутого тепла і може бути визначений за виразом:

$$\eta_c = \frac{I_{E2} - I_{E1}}{I_{E1}} \cdot 100 \%,$$

де  $I_{E2}$  і  $I_{E1}$  — інтенсивність випромінюваних доз на робочому місці до і після встановлення екрана.

Екрани, які відбивають тепловиділення, виготовляють з листових матеріалів світлих кольорів (алюміній листовий, біле листове залізо, алюмінієва фарба, фольга на азбесті тощо). Ефективність таких теплозахисних екранів досягає 80...90%.

Теплопоглинальні екрани здебільшого використовують як стіни, спеціальні огорожі, щити або подвійні щити, виготовлені з різних матеріалів (цегла, вогнетривке скло, металізований азбест і т. ін.) Ефективність теплозахисту склом від випромінювання при температурі 100 °С досягає 86%.

*Вентиляція і кондиціонування повітря* є найбільш ефективним засобом нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях (детальніше див. розд. 8).

*Захист від охолодження.* Для захисту організму людини від охолодження у виробничих та інших приміщеннях доцільно передбачати такі метеорологічні умови, при яких забезпечується нормальний теплообмін між організмом і навколишнім середовищем.

В холодний період передбачають засоби, які запобігають проникненню великої кількості холодного повітря через технологічні отвори, ворота, двері, шлюзи внаслідок частого або тривалого їхнього відкривання. Засобами захисту можуть бути тамбури або повітряно-теплові завіси. Повітряно-теплові завіси доцільно влаштовувати біля воріт, що відкриваються частіше, ніж 5 разів або не менше, ніж на 40 хвилин за зміну в районах із температурою повітря для холодного і перехідного періоду року  $-15$  °С і нижче.

При роботі в холодний і перехідний період року на відкритому повітрі або в приміщеннях, які не опалюються, необхідно мати приміщення з температурою повітря 26 °С. Найбільш ефективно обладнати такі приміщення променевим опаленням. Робітники, які працюють в умовах переохолодження, обов'язково забезпечуються індивідуальними засобами захисту

*Раціоналізація режимів праці та відпочинку.* Життєдіяльність людини у виробничих приміщеннях забезпечується цілою низкою заходів. Зниження втоми, забезпечення високої продуктив-



ності праці з найменшою напруженістю досягається чіткою організацією режиму праці і відпочинку.

При виконанні робіт, які вимагають значних зусиль із використанням мускульної сили, рекомендуються короткочасні перерви 10...12 хв. При виконанні особливо важких робіт (металурги, ковалі та ін.) доцільно порівняти час роботи з проміжком відпочинку 15...20 хв., а також бажано встановити неповний робочий день. Для працівників у зимову пору року на відкритому повітрі важливо влаштувати кімнату з опалення, що створить комфортні умови для відпочинку.

Елементами раціонального режиму праці і відпочинку є виробнича гімнастика і комплекс заходів з психофізіологічного розвантаження, в тому числі функціональна музика. Ефект психоемоційного розвантаження обумовлюється естетичним оформленням інтер'єру, вигідних меблів, що значною мірою пов'язане з ергономікою, трансляцією спеціально підібраних музичних творів, забезпеченням тонізуючими напоями тощо. Ці заходи суттєво впливають на психологічне розвантаження, естетичний настрій і покращання самопочуття.

## Розділ 8. Вентиляція виробничих приміщень

### 8.1. Основні поняття про вентиляцію

Для ефективної трудової діяльності слід забезпечувати нормальні метеорологічні умови та необхідну чистоту повітря. Унаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище можуть надходити різні шкідливі речовини. Такі виділення погіршують якість повітря, а також можуть негативно впливати на життєдіяльність людини.

У виробничих приміщеннях верстати, машини, обладнання, сировина виділяють у навколишнє середовище значну кількість різних газів, пилу. Крім того, на якість повітря у виробничих приміщеннях впливає надлишок теплоти, що її випромінюють верстати, апарати, преси, печі, нагріті вироби тощо. Ефективним засобом забезпечення чистоти і допустимих параметрів мікроклімату повітря робочої зони є вентиляційна система.

*Вентиляцією* називають організований та регульований повітрообмін, який забезпечує видалення із приміщення забрудненого повітря і приплив на його місце чистого з метою створення сприятливого для здоров'я людей повітряного середовища. Залежно від засобів спонукання повітря до руху, вентиляція може бути природною (гравітаційною), штучною (механічною) та комбінованою; за призначенням — робочою та аварійною.

За способом повітрообміну системи вентиляції поділяють на загальнообмінну та місцеву. *Загальнообмінну вентиляцію* застосовують для утворення та забезпечення нормативних параметрів навколишнього середовища в робочій зоні приміщення. Загальнообмінна вентиляція використовується в тому випадку, коли шкідливі виділення надходять у приміщення, де не фіксовані робочі місця.

Потрібна кількість повітря, що переміщується загальнообмінною вентиляцією, визначається за умовами асиміляції або розведення шкідливих домішок чистим повітрям до допустимих концентрацій. Кількість повітря, яке необхідно подати у приміщення, залежить від наявності надлишкової теплоти, газів, пари. Для розрахунків використовують різні методи (детальніше див. 8.8.).

Інтенсивність загальнообмінної вентиляції приміщень визначається кратністю повітрообміну:

$$n = Q_n / V,$$

де  $Q_n$  — кількість вентилязованого повітря, м<sup>3</sup>/год;

$n$  — внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

Кратність повітрообміну припливу та витяжки нормується залежно від призначення приміщень.

**Місцева вентиляція** призначається для забезпечення працюючих чистим повітрям безпосередньо на робочому місці та вилучення шкідливих речовин від джерел їхнього виділення та скупчення. Вона буває припливною та витяжною. Місцева припливна вентиляція створює сприятливі умови в обмеженій зоні приміщення, а витяжка запобігає розповсюдженню шкідливих речовин у робочій зоні та в приміщеннях.

Залежно від умов роботи в зоні виділення шкідливих речовин припливні вентиляційні улаштування поділяють на стаціонарні (повітряні оазиси, завіси), пересувні (повітряні душі) та влаштовані (ручні інструменти, засоби індивідуального захисту, технологічне обладнання). Улаштування витяжної місцевої вентиляції має відповідати визначеним вимогам: місця, де виникають шкідливі речовини, повинні ретельно ізолюватись, вентиляційні конструкції її не повинні заважати роботі на основному обладнанні, шкідливі домішки, забруднення повітря треба вилучати у напрямку його природного руху.

Улаштування місцевої витяжної вентиляції бувають відкритого та закритого типів. Найбільш ефективними є закриті витяжки (відсмоктувачі), до яких відносяться, наприклад, витяжні шафи.

## 8.2. Природна вентиляція

За типом повітрообмінному природну вентиляцію поділяють на загальнообмінну неорганізовану та загальнообмінну організовану, яка базується на аерації.

**Загальнообмінна неорганізована природна вентиляція** (інфільтрація, або природне провітрювання) — здійснюється зміною повітря в приміщенні через нещільності в огороженнях і елементах будівельних конструкцій, завдяки різниці тиску ззовні і всередині приміщення. Такий повітрообмін залежить від багатьох факторів — сили і напрямку вітру, температури повітря всередині приміщення і ззовні споруди, виду огороження і якості будівельних робіт. Однак, інфільтрація спостерігається і в житлових будівлях і може досягати 0,5...0,75 об'єму будівлі за годину, а для промислових підприємств — 1...1,5.

Для забезпечення постійного повітрообміну за умови підтримки чистоти повітря в приміщенні служить *Загальнообмінна організована природна вентиляція*. Організована, або регульована, природна вентиляція може бути каналною та безканалною (аерація).

Канальна природна витяжна вентиляція без організованого припливу чистого повітря використовується в житлових та адміністративних будівлях. Розрахунковий гравітаційний тиск таких систем вентиляції визначається при температурі зовнішнього повітря 5 °С. вважаючи, що все воно використовується витяжним каналом, без врахування протидії припливу повітря в будівлю.

**Аерація** — це загальнообмінна організована керована природна вентиляція приміщення, проходить за рахунок різниці гравітаційного тиску зовнішнього та внутрішнього повітря і дії вітру. Повітрообмін в приміщенні забезпечується наявністю отворів в стінах (вікна) та в перекриттях (ліхтарі) (рис. 8.1).

Аерацію улаштовують, коли з її допомогою можуть бути забезпечені нормальні умови повітряного середовища та коли вона доступна за технічними умовами. Норми повітря на людину за природною каналною вентиляцією становлять: 30 м<sup>3</sup>/год — коли об'єм приміщення, що припадає на одну людину, менше 20 м<sup>3</sup>; 20 м<sup>3</sup>/год — коли об'єм приміщення, що припадає на одну людину, понад 20 м<sup>3</sup>.

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

При проектуванні вентиляційних систем з природним припливом зовнішнього повітря у виробниче приміщення в холодну пору року доцільно передбачити заходи, які запобігають;

- зниженню температури повітря в робочій зоні нижче допустимої норми;
- накопиченню в приміщенні водяної пари;
- конденсації вологи на стінах та металевих поверхнях.

Вилучення забрудненого повітря з приміщень через спеціальні канали здійснюють як під впливом природного його руху внаслідок різниці температур, так і за допомогою дефлекторів.

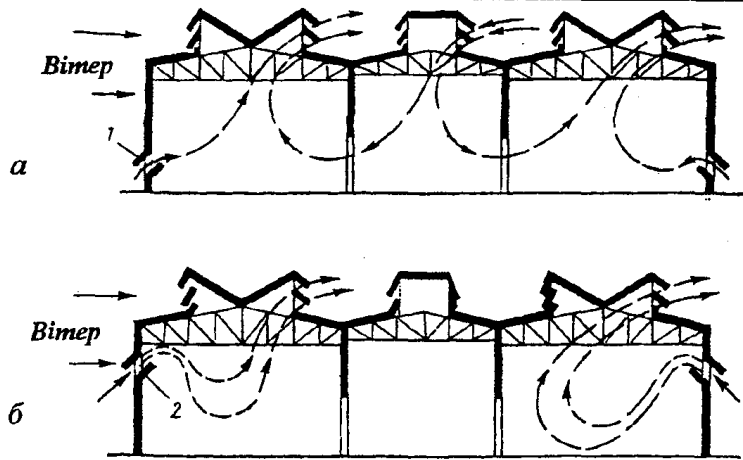


Рис. 8.1. Схема аерації цеху:

а — в теплу пору року; б — в холодну; 1 — нижні отвори; 2 — верхні отвори (фрамуги).

**Дефлектори** — це спеціальні пристрої, які використовують для видалення забрудненого або перегрітого повітря з виробничих приміщень, гаражів, депо, побутових приміщень, а також для локального повітрообміну.

Ефективність роботи дефлекторів залежить від конструктивних особливостей, розмірів, довжини припливно-витяжних каналів, сили вітру та висоти встановлення дефлектора. Для видалення великої кількості повітря розміри дефлектора повинні бути достатньо великими, або використати декілька малих дефлекторів, рівних за продуктивністю великому.

Для збільшення природної тяги за рахунок енергії вітру над витяжними каналами встановлюють спеціальні насадки, які отримали назву дефлекторів. Дія дефлектора базується на тому, що при його обтіканні вітром приблизно на  $5/7$  поверхні насадки утворюється розрідження, внаслідок чого у витяжному каналі збільшується тяга.

Найбільш ефективний і досконалий в аеродинамічному відношенні — дефлектор ЦАП (рис. 8.2). За формою січення він може бути циліндричний, квадратний.

Дефлектори доцільно влаштовувати над виступаючими частинами конструктивних елементів на покрівлі. Не доцільно влаштовувати дефлектори біля протипожежних перешкод. Це може викликати підвищення тиску повітря, коли через дефлектор зовні

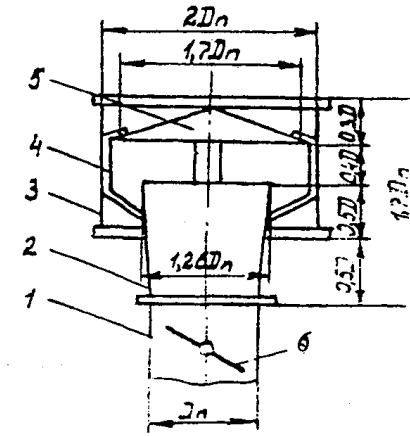


Рис. 8.2. Дефлектор:

1 — витяжна труба; 2 — дифузор; 3 — корпус; 4 — лапка кріплення; 5 — ковпак; 6 — затулка.

буде поступати у приміщення токсичне, вибухонебезпечне повітря.

Дефлектори необхідно розташувати на найвищих ділянках покрівлі, вище гребня даху в зоні ефективної дії вітру.

Перевагою природної вентиляції є її дешевизна та простота експлуатації. Основний її недолік у тому, що повітря надходить у приміщення без попереднього очищення, а видалене відпрацьоване повітря також не очищується і забруднює довкілля.

Для уникнення надмірної витяжки при перевищенні розрахункових швидкостей вітру, а також для запобігання переохолодження приміщення взимку, у вихідні та святкові дні, канали дефлекторів обладнують регульованими клапанами, засувками, заслінками тощо.

### 8.3. Механічна вентиляція

Вентиляція, за допомогою якої повітря подається у виробничі приміщення або видаляється з них по вентиляційних системах, із використанням спеціальних механічних збудників, називається механічною.

Механічна вентиляція порівняно з природною має ряд переваг:

- 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.

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

За способом подачі і видалення повітря розрізняють чотири схеми загальнообмінної вентиляції: припливна, витяжна, припливно-витяжна і система з рециркуляцією.

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

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

При надходженні у приміщення парів та газів, що здатні створювати вибухонебезпечні суміші і мають густину більшу, ніж густина повітря в робочій зоні, а також якщо при виділенні значної кількості тепла не забезпечуються нормальні повітряно-теплові потоки у всі пори року, доцільно передбачити влаштування системи вентиляції, яка показана на рис. 8.3, а. В цій системі здійснюється видалення з нижньої зони  $2/3$  кількості повітря, а із верхньої —  $1/3$ .

У приміщеннях, у повітрі яких виділяються пари та газів, що здатні створювати вибухонебезпечні суміші і мають густину меншу, ніж густина повітря в робочій зоні, якщо ці виділення забезпечуються стійкими повітряно-тепловими потоками у всі пори року, доцільно передбачити влаштування системи вентиляції, яка показана на рис. 8.3, б. В цій системі здійснюється видалення з верхньої зони  $2/3$  кількості повітря, а із нижньої —  $1/3$ .

Для витяжних систем місцевих вентиляцій, які відсмоктують (забирають) шкідливі речовини 1-го та 2-го класів небезпеки, а також вибухонебезпечні речовини, слід установлювати спеціальний пристрій, заблокований з електродвигунами вентиляторів та з пусковими пристроями технологічного обладнання з метою запобігання їх увімкнення у випадку недіючих місцевих

відсмоктувачів вентиляційної системи.

Забороняється об'єднувати в одну витяжну установку відсмоктувальні трубопроводи від технологічного обладнання, під час роботи якого в повітря виділяються пара, газів і пил, хімічні сполуки, або механічна суміш яких супроводжується підвищенням температури, що може спричинити спалах, горіння або вибух, а також речовин, від взаємодії яких утворюється вибухонебезпечна суміш або горючі речовини, здатні осідати чи конденсуватися усередині повітропроводів.

Якщо у виробничому приміщенні цеху є устаткування, під час роботи якого виділяється пил з нижньою межею спалахування  $65 \text{ г/м}^3$  і нижче, то цех слід відносити до вибухонебезпечного виробництва. Такі дільниці цеху необхідно ізолювати від загальних виробничих приміщень незгораючими пилонепроникними огорожами з межею вогнестійкості  $0,75$  год.

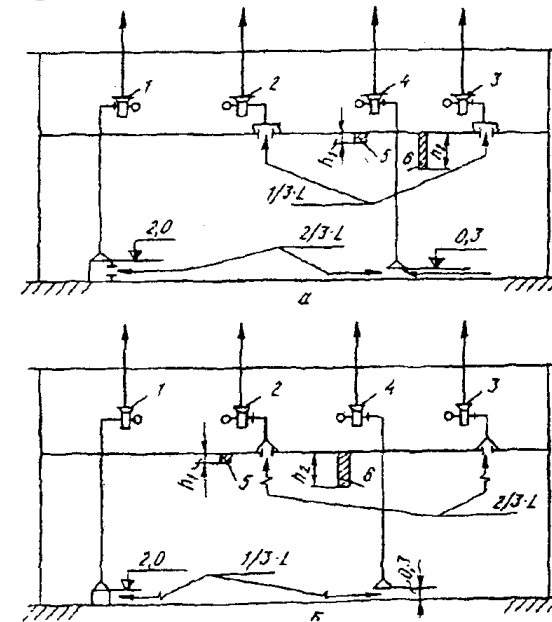


Рис. 8.3. Схема вентиляційної системи для приміщень, в повітрі яких виділяються вибухонебезпечні або шкідливі пари та газів: а — густина більша, ніж густина повітря в робочій зоні, б — густина менша, ніж густина повітря в робочій зоні; 1 — видалення повітря місцевою вентиляцією; 2, 3 — загальнообмінна вентиляція для видалення повітря із верхньої зони; 4 — то же, із нижньої зони; 5, 6 — суцільна будівельна конструкція  $h_1 \leq 0,4 \text{ м}$ ,  $h_2 > 0,4 \text{ м}$ .

#### 8.4. Аварійна вентиляція

Аварійна вентиляція використовується у виробничих приміщеннях, де можливе виділення в повітря; великої кількості шкідливих та вибухонебезпечних речовин унаслідок порушення технологічного режиму або аварій. Аварійна вентиляція, як правило, передбачається витяжною, яка за годину забезпечує не менше як восьмикратний повний обмін повітря в цих приміщеннях з урахуванням роботи механічної витяжної вентиляції. При цьому слід пам'ятати, що механічна витяжна вентиляція компенсувати аварійну не може.

Розрахунок аварійної вентиляції передбачає визначення аварійного повітрообміну і часу, за який концентрація шкідливої речовини повинна бути знижена до ГДК за допомогою аварійної вентиляційної системи.

З диференційного рівняння повітрообміну дістанемо формулу, за якою визначається час, протягом якого концентрація шкідливої речовини знижена до гранично допустимої концентрації:

$$\tau = \lg \frac{m-1}{n-1} / (0,434Kp_a),$$

де величина  $m = G_a / G_n = v_a / v_n$  — це відношення кількості шкідливих газів, що виділяються при аварії, до кількості їх при нормальному процесі, або відношення питомих газових виділень на 1 м<sup>3</sup> об'єму приміщення при аварійному стані ( $v_a = G_a / V$ ) до нормальних питомих виділень ( $v_n = G_n / V$ ,  $V$  — об'єм приміщення);

$n = Kp_a / Kp_n$  — це відношення кратності роботи аварійної вентиляції до кратності при нормальній роботі.

Систему аварійної вентиляції в приміщеннях виробництв категорій А і Б доцільно передбачати з механічним спонуканням, вентиляторами у вибухобезпечному виконанні згідно з "Правилами влаштування електроустановок".

Електродвигуни, використовувані у вентиляційних камерах, які обслуговують вибухонебезпечні приміщення, можуть мати нормальне виконання, якщо на подавальних ділянках повітропроводів будуть установлені зворотні клапани. Конструкція цих клапанів повинна виключати можливість проникання газоповітряної суміші у вентиляційну систему після зупинки вентилятора.

Викидання повітря з установок аварійної вентиляції має відбуватись на рівні встановлення осьових, вентиляторів, неза-

лежно від того, скільки поверхів у будівлі, головне, щоб не ближче як за 20 м від можливих джерел горіння (вогневих печей, димарів тощо), а також щоб вибухонебезпечні суміші не викидались у місця, де постійно перебувають або проходять люди на заводській і прилеглий до неї території. Якщо з боку будівлі, де встановлено вентилятори, розміщено відкриті виробничі майданчики (етажерки), що безпосередньо прилягають до цеху, викидати відсмоктане повітря потрібно вище майданчиків з таким розрахунком, що шкідливі й вибухонебезпечні речовини будуть максимально розсіюватись в атмосфері.

Аварійну вентиляцію доцільно заблокувати з газоаналізаторами або сигналізаторами, щоб із підвищенням концентрації пари і газів у приміщенні вона автоматично вмикалась у роботу цих пристроїв. Крім автоматичного, слід також передбачати ручне її вмикання, пускові пристрої якого варто розміщувати біля одних, з основних вхідних дверей зовні приміщення.

#### 8.5. Загальнообмінна припливно-витяжна механічна вентиляція

Припливно-витяжні системи вентиляції найбільш поширені, тому що забезпечують нормативні параметри повітря в приміщенні. У приміщеннях виробництв категорій А і Б і в приміщеннях, в повітрі яких присутні шкідливі речовини 1-го та 2-го класів небезпеки, слід передбачити загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію, яка забезпечує кратність повітрообміну відповідно до нині діючих нормативів (БНіП). В цьому разі слід враховувати одно- та неоспрямованість дії різних шкідливих речовин.

До шкідливих речовин односпрямованої дії відносяться шкідливі речовини, котрі близькі за хімічною будовою та характером впливу на організм людини.

Вміст шкідливих речовин в повітрі не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), котрі оцінюються в міліграмах на метр кубічний.

Відсмоктувальні повітропроводи припливно-витяжної системи, що йдуть в інших виробничих приміщеннях вибухо- та пожежонебезпечних виробництв, об'єднувати між собою загальнообмінною витяжною системою не дозволяється. Влаштування припливних і витяжних вентиляційних каналів під підлогою забороняється.

У багатоповерхових виробничих будівлях витяжні установки вибухо-та пожежонебезпечних виробництв повинні бути окремими для приміщень кожного поверху.

Вихлопні труби для викидання відсмоктуваного повітря вибухо-та пожежонебезпечних виробництв не повинні мати ковпаків. Вентиляційне устаткування і повітропроводи припливно-витяжної системи мають бути надійно заземлені згідно з "Правилами улаштування електроустановок".

У виробничих приміщеннях, де змонтовано систему автоматичної сигналізації про виникнення пожежі та систему її гасіння, з ними можна заблокувати системи вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного обігрівання. В цьому випадку вони будуть автоматично вимикатись під час спрацювання системи сигналізації або гасіння пожежі.

Вентиляційна система з *рециркуляцією повітря* — це замкнена припливно-витяжна система вентиляції з подачею свіжого повітря не менше 10...15% від загального об'єму. Вентиляцію з рециркуляцією повітря влаштовують в приміщеннях, де відсутні шкідливі речовини 1-го та 2-го класів небезпеки, а також в приміщеннях з вибухо- та пожежонебезпечними виробництвами категорій А і Б.

Трубопровід для викидання повітря в атмосферу слід проектувати такого самого перетину, як і припливно-витяжної. Дросель-клапан на кінці цього повітропроводу повинен бути заблокований з приладом, що ресструє концентрацію вибухонебезпечних газів в установці, якщо ця концентрація перевищує 30% від нижньої межі вибуховості пари, відсмоктане повітря викидається в атмосферу.

## 8.6. Повітряні завіси

Під час холодного та перехідного періоду року через ворота в приміщення цеху вривається холодне зовнішнє повітря. Це повітря охолоджує приміщення, викликає простудні захворювання.

Засобами захисту можуть бути тамбури, шлюзи, однак, коли з різних причин ці засоби не можуть бути застосовані, влаштовують повітряні завіси.

*Повітряні* або *повітряно-теплові завіси* (ПТЗ) влаштовують біля воріт; що відкриваються частіше, ніж 5 разів або не менше, ніж на 40 хв. за зміну в районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря для холодного періоду року — 15 °С і нижче, якщо виключена можливість влаштування тамбурів або шлюзів.

Повітряну завісу можна розглядати як плоский неізо-термічний струмінь, дія котрого розвивається на межі двох середовищ: зовнішнього і внутрішнього повітря.

При відкриванні воріт у відкритий отвір надходить потік зовнішнього повітря. Причина цього — вітер, розрідження в нижній частині будівлі внаслідок різних густин внутрішнього і зовнішнього повітря і розрідження в приміщенні внаслідок переважання об'єму повітря витяжної вентиляції над припливною.

Повітряно-теплові завіси характеризуються подачею повітря знизу або збоку воріт (отворів) через щілини під кутом 45° до площини воріт. Повітряний струмінь, направлений на зустріч холодному потоку повітря, зменшує його приплив через ворота, двері або інші технологічні отвори. Якщо кут нахилу струменя до площини воріт 50° і більше, то струмінь "налипає" на підлогу і при цьому втрачається сенс завіси.

Температуру повітря, що подається повітряно-тепловою завісою, рекомендується підтримувати не вище 50° — для зовнішніх дверей і 70° — для воріт та технологічних отворів. Швидкість нагрітого повітря рекомендується в межах 10...15 м/с.

Вентиляційна система повітряно-теплової завіси при виникненні пожежі повинна вимикатися автоматично або за допомогою спеціальних кнопок з пульта керування. Вентиляційну установку та інші металеві конструкції заземлюють згідно з "Правилами улаштування електроустановок".

## 8.7. Кондиціонування повітря

Кондиціонування повітря застосовується для створення найбільш оптимальних умов і автоматичного забезпечення в закритих приміщеннях та спорудах наступних якостей (кондицій) повітря робочої зони: температури; відносної вологості; чистоти; газового та іонного складу; швидкості руху повітря.

Комплект технічних засобів, що забезпечує бажану обробку повітря (фільтрацію, підігрів, охолодження, підсушування та зволоження), транспортування і розподілення його в приміщенні, влаштування засобів ізоляції шуму, що виникає під час роботи обладнання, джерела тепло- та холодопостачання, засоби автоматичного регулювання, контролю і керування, а також допоміжне обладнання складають систему кондиціонування повітря.

Кондиціонування повітря має суттєве значення для безпеки життєдіяльності людини, а також для забезпечення режимів у технологічних процесах, при яких не допускається коливання температури та вологості. Системи кондиціонування поділяються на: місцеві (обслуговують одне приміщення); центральні (обслуговують кілька приміщень або будівлю в цілому).

У приміщеннях, де застосовують місцеві системи кондиціонування, агрегат для кондиціонування повітря розташовують безпосередньо в приміщенні, що обслуговується, або в безпосередній близькості від нього. В центральних системах кондиціонування повітря обробляється в кондиціонерах, які встановлюються в окремі приміщення.

Кондиціонування повітря може бути повним і неповним.

*Повне* кондиціонування повітря — це коли забезпечується сталість температури, відносної, вологості, рухомості, чистоти та інших якостей повітря. *Неповне* кондиціонування забезпечує лише частину з цих параметрів.

У виробничих приміщеннях, де люди перебувають певний час, використовується кондиціонування повітря з врахуванням санітарно-гігієнічних норм.

Установка кондиціонування повітря, яка продовжує працювати після виникнення в цеху пожежі, як правило, сприяє розповсюдженню вогню в інші приміщення. Тому обов'язково слід передбачити, щоб після виникнення пожежі установка кондиціонування повітря автоматично вимикалась одночасно з пуском електродвигуна пожежного насоса.

## 8.8. Визначення повітрообміну в приміщенні

Основними шкідливостями у виробничих приміщеннях є надлишкова запиленість та загазованість, надлишкові температура та вологість. Якщо у повітрі робочої зони приміщення є декілька шкідливих речовин однонаправленої дії, то у розрахунках беруть той об'єм повітря, що є найбільшим, тобто для речовини найнебезпечнішої для здоров'я людини.

*Визначення повітрообміну за кількістю видалення газу (м<sup>3</sup>/год):*

$$Q_z = G_z / (Z_2 - Z_1),$$

де  $G_z$  — кількість газу, що виділяється в приміщенні, г/год;  
 $Z_2$  — гранично допустима концентрація газу, мг/м<sup>3</sup>;

$Z_1$  — концентрація газу в повітрі, яке подається в приміщення, мг/м<sup>3</sup>.

*Визначення повітрообміну за кількістю видалення пилу (м<sup>3</sup>/год):*

$$Q_n = G_n / (S_2 - S_1),$$

де  $G_n$  — кількість пилу, що виділяється в приміщенні, г/год;

$S_2$  — гранично допустима концентрація пилу, мг/м<sup>3</sup>;

$S_1$  — концентрація пилу в повітрі, яке подається в приміщення, мг/м<sup>3</sup>.

*Визначення повітрообміну за кількістю видалення надлишкової вологи вентиляційною системою (кг/год):*

$$Q_\phi = nG_\phi / (d_2 - d_1),$$

де  $n$  — коефіцієнт, що враховує кількість вологи, яка припливає в робочу зону;

$G_\phi$  — кількість вологи, що виділяється в приміщенні, г/год;

$d_2$  — вологоємність повітря, яке видаляється із приміщення, г/кг сух. повітря;

$d_1$  — вологоємність припливного повітря, г/кг сух. повітря.

Значення абсолютної вологоємності повітря  $d_2$  та  $d_1$  визначається за таблицями фізичної характеристики повітря або з допомогою I-d — діаграми залежності від нормативної величини відносної вологості повітря, що видаляється із приміщення.

*Визначення повітрообміну за кількістю видалення надлишкового тепла (кг/год):*

$$Q_m = mG_{н.т.} / [C(t_{вид} - t_{пр})],$$

де  $m$  — коефіцієнт, що враховує кількість тепла, яке припливає в робочу зону;

$G_{н.т.}$  — надлишкове тепло, що видаляється із приміщення вентиляційною системою, °С;

$C$  — питома теплоємність повітря, яке видаляється із приміщення, кДж/кг°С;

$t_{вид}$  — температура повітря, яке видаляється із приміщення вентиляційною системою, °С;

$t_{пр}$  — температура припливного повітря у приміщення, °С.

$$t_{вид} = t_{р.з} + \psi(H - 2),$$

де  $t_{р.з}$  — температура повітря в робочій зоні (на висоті 2 м від підлоги), °С;

$\psi$  — зміна температури за висотою приміщення (температурний градієнт — градус на 1 м висоти);

$H$  — віддаль від підлоги до середини витяжного отвору, м;

Визначення повітрообміну за кількістю одночасного видалення надлишкового тепла та вологи (кг/год):

$$Q_{m\phi} = G_{n.m.} / (I_2 - I_1) = G_{\phi} / (d_2 - d_1),$$

де  $G_{n.m.}$  — кількість тепла, що виділяється в робочій зоні, з врахуванням прихованого тепла, що знаходиться у водяній парі приміщенні, Вт;

$G_{\phi}$  — кількість надлишкової вологи, кг/год;

$I_2, I_1$  — повний тепловміст (ентальпія) повітря, відповідно видаленого та припливного у приміщення, кДж/кг сух. повітря;

$d_2, d_1$  — вологовміст повітря, відповідно видаленого та припливного у приміщення, г/кг сух. повітря.

Значення  $I_1, I_2, d_1, d_2$ , як правило, визначаються за допомогою I-d-діаграми вологого повітря. При одночасному виділенні у приміщенні тепла та вологи визначення повітрообміну рекомендується проводити за допомогою I-d-діаграми вологого повітря.

Якщо в робочій зоні можливе накопичення шкідливих речовин однонаправленої дії, то для забезпечення безпеки роботи слід дотримуватися наступної умови:

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

Тобто, сума відношень фактичних концентрацій шкідливих речовин ( $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ ) у повітрі приміщень до їх гранично допустимих концентрацій (ГДК<sub>1</sub>, ГДК<sub>2</sub>, ГДК<sub>3</sub>, ... ГДК<sub>n</sub>), які встановлені для ізольованої присутності, не має перевищувати 1.

Вміст шкідливих речовин в повітрі, котре надходить у виробниче приміщення, не повинен перевищувати 0,3 ГДК, встановлених для робочої зони виробничих приміщень.

Викиди в атмосферу повітря, котре містить шкідливі речовини, слід передбачати та обґрунтовувати таким чином, щоб концентрації їх не перевищували норм, вказаних в ГОСТ 12.1.005-88. "ССБП. Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги".

У виробничих приміщеннях, де є установки, в яких утворюються вибухонебезпечні суміші, влаштовують припливно-витяжну вентиляцію, яка забезпечує 10...15-разовий обмін повітря за годину.

Для визначення вибухонебезпечної суміші використовується формула Ле Шательє:

$$X = 100 / \left( \frac{n_1}{x_1} + \frac{n_2}{x_2} + \frac{n_3}{x_3} + \dots + \frac{n_n}{x_n} \right) ;$$

де  $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$  — відповідно вміст окремих газів в суміші, % до об'єму;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  — границі вибуху складових частин суміші, % до об'єму.

Концентрація газів щодо вибухобезпеки не повинна перевищувати 30% (до об'єму) нижньої межі вибуховості.



9.1. Основні поняття та гігієнічні вимоги щодо виробничого освітлення

**Освітлення** — це отримання, розподіл та використання світлової енергії для забезпечення нормальних умов праці.

Освітлення, що відповідає гігієнічним вимогам, сприяє підвищенню продуктивності праці, створює гарний психологічний тонус, відповідний настрій і самопочуття, запобігає загальній втомі організму, впливає на обмін речовин, серцево-судинну систему, знижує кількість нещасних випадків. Недостатнє освітлення є однією з причин виробничого травматизму.

Таким чином, освітлення повинно бути достатнім, тобто відповідати вимогам санітарних норм, рівномірним, не повинно осліплювати очі та створювати відблиски на робочій поверхні, за спектральним складом має наближатись до сонячного світла. Оптимальним вважається таке освітлення, при якому втома зору найменша. Менш допустимою величиною освітлення вважається така, нижче якої відбувається порушення зорової функції.

Дія світла на очі людини викликає трансформацію енергії електромагнітного випромінювання у нервові імпульси, які по зоровому нерву передаються в головний мозок — до зорової зони кори великих півкуль.

Око людини безпосередньо реагує на яскравість об'єкта, яка визначається відношенням сили світла до площі поверхні, яка світиться. Вимірюється в канделах на квадратний метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ) чи в нітах на квадратний сантиметр ( $\text{нт}/\text{см}^2$ ).

Гігієнічною нормою є яскравість. При яскравості понад 30000 нт виникає ефект осліплення.

Органи зору мають здатність сприймати випромінювання в межах довжини хвиль від 380 до 760 нм; з одного боку, це частина ультрафіолетового, а з другого — інфрачервоного випромінювання.

У навколишньому світі важко перелічити різноманітні кольорові відтінки, а колір є відображенням у наших відчуттях такої фізичної характеристики, як спектральний склад випромінювання. Сприйняття хвиль є суб'єктивним образом спектру випромінювання, тобто характеристикою його частотних складових. Чутливість зору максимальна до електромагнітного ви-

промінювання з довжиною хвилі 555 нм (або 0,555 мкм) (жовто-зелений колір) та зменшується до границь видимого спектру.

Освітлення характеризується кількісними та якісними показниками:

- світловий потік  $\Phi$  — частина променевого потоку, яка сприймається зором людини, як світло; характеризує потужність світлового випромінювання, вимірюється в люменах (лм);
- сила світла  $I$  — просторова щільність світлового потоку; визначається як відношення світлового потоку  $d\Phi$ , що виходить із джерела і рівномірно поширюється всередині елементарного тілесного кута  $dW$ , до величини цього кута:  $I = d\Phi/dW$ ; вимірюється в канделах (кд);
- освітленість  $E$  — поверхнева щільність світлового потоку; визначається як відношення світлового потоку  $d\Phi$ , що рівномірно падає на освітлену поверхню  $dS$  ( $\text{м}^2$ ), до її площі, тобто  $E = d\Phi/dS$ ; вимірюється в люксах (лк);
- яскравість  $B$  поверхні під кутом  $\alpha$  до нормалі — це відношення сили світла  $d\Phi$ , випромінюваного освітленою або світлою поверхнею в цьому напрямку, до площі  $dS$  проекції цієї поверхні на площину, перпендикулярну до цього напрямку, тобто  $B = d\Phi/(dS \cos\alpha)$ ; вимірюється в канделах на квадратний метр,  $\text{кд}/\text{м}^2$ .

Для якісної оцінки умов зорової праці використовують такі показники, як фон, контраст об'єкта з фоном, коефіцієнт пульсації освітленості, показник засліплення, спектральний склад світла.

Фон — це поверхня, на якій відбувається розрізнення об'єкта. Він характеризується здатністю поверхні відбивати падаючий на неї світловий потік. Ця здатність (коефіцієнт відбивання  $p$ ) визначається як відношення відбитого від поверхні світлового потоку  $\Phi_{\text{від}}$  до падаючого на неї світлового потоку  $\Phi_{\text{пад}}$ , тобто  $p = \Phi_{\text{від}}/\Phi_{\text{пад}}$ .

Залежно від освітленості та фактури поверхні значення коефіцієнта відбиття знаходяться в межах 0,02...0,95; при  $p > 0,4$  фон вважається світлим; при  $p = 0,2...0,4$  — середнім і при  $p < 0,2$  — темним.

Контраст об'єкта з фоном — ступінь розрізнення об'єкта та фону — характеризується співвідношенням яскравостей розглядуваного об'єкта (точка, лінія, знак, тріщина, риска або інші елементи, які потрібно розрізнити в процесі роботи) до фону; визначається за формулою:

$$k = (B_{\phi} - B_{\phi}) / B_{\phi}$$

Контраст об'єкта з фоном вважається великим, якщо  $k > 0,5$  (об'єкт різко виділяється на фоні), середнім — при  $k = 0,2 \dots 0,5$  (об'єкт і фон помітно відрізняються за яскравістю і малим — при  $k < 0,2$  (об'єкт слабо помітний на фоні).

Коефіцієнт пульсації освітленості  $k_n$  — це критерій глибини коливання освітленості внаслідок зміни в часі світлового потоку. Коефіцієнт пульсації  $k_n$  визначається за формулою:

$$k_n = \frac{(E_{max} - E_{min})}{E_{ср}} \cdot 100$$

де  $E_{max}$ ,  $E_{min}$ ,  $E_{ср}$  — максимальне, мінімальне та середнє значення освітленості за період коливань; для газорозрядних ламп  $k = 25 \dots 65\%$ ; для ламп розжарювання  $k_n = 7\%$ ; для галогенних  $k = 1\%$ .

Показник освітленості  $p_0$  — критерій оцінки засліплюючої дії освітлювальної установки. Значення  $p_0$  визначається за формулою:

$$p_0 = 1000(V_1 V_2 - 1);$$

де  $V_1/V_2$  — видимість об'єкта розрізнення відповідно при екрануванні та наявності яскравих джерел світла в полі зору.

Екранування джерел світла здійснюється за допомогою щитків козирків тощо.

Видимість  $V$  характеризує здатність ока сприймати об'єкт. Вона залежить від освітленості, розміру об'єкта, його яскравості, контрасту об'єкта з фоном, тривалості експозиції. Видимість визначається числом порогових контрастів у контрасті об'єкта з фоном, тобто

$$V = k/k_{пор}$$

де  $k_{пор}$  — пороговий або найменший розрізняваний оком контраст, при невеликому зменшенні якого об'єкт стає нерозрізняваним на цьому фоні.

Слід зазначити, що світло має надзвичайно важливе значення для життєдіяльності людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій та на фізіологічні процеси в організмі людини. Відомо, що нормальне освітлення тонізуюче діє, викликає гарний настрій, покращує діяльність вищої нервової системи людини.

Рационально влаштоване освітлення виробничих приміщень позитивно впливає на працівників, підвищує ефективність

та безпеку праці, знижує втому та травматизм, забезпечує високу працездатність.

Природне освітлення має здатність знезаражувати повітря, питну воду, продукти харчування. Найбільшу бактерицидну здатність мають ультрафіолетові промені з довжиною хвилі  $0,254 \dots 0,257$  мкм.

Санітарні та гігієнічні норми щодо виробничого освітлення, котрі базуються на психологічних особливостях сприйняття світла та його вплив на організм людини, можуть бути зведені до наступного:

- спектральний склад світла, який забезпечується електричним джерелом, повинен бути близьким до сонячного;
- рівень освітлення повинен бути достатнім і відповідати гігієнічним нормам, які враховують зорові роботи;
- освітлення повинно забезпечувати рівномірність та стабільність світла у приміщенні, щоб запобігти частій переадаптації та втоми зору.

Гігієнічними нормами вимагається максимально використовувати природне освітлення, оскільки денне світло краще сприймається органами зору.

## 9.2. Класифікація виробничого освітлення

Освітлення буває природним, штучним та сумісним. Сприятливим для організму є природне освітлення. Сумісне освітлення — це таке освітлення, при якому в світлий час доби одночасно використовується природне та штучне освітлення. При цьому недостатнє за умовами зорової роботи природне освітлення постійно доповнюється штучним, яке задовольняє вимогам санітарних норм із проектування штучного освітлення приміщень з недостатнім природним освітленням. Умови застосування того чи іншого виду освітлення передбачаються відповідними нормативними документами.

*Природне освітлення* поділяється на бічне (одно- або двостороннє), здійснюване через світлові отвори в зовнішніх стінах (рис. 9.1 а, б), верхнє, що здійснюється через аераційні та захисні ліхтарі, отвори в дахах та перекриттях (рис. 9.1, в), комбіноване — поєднання верхнього та бічного освітлення (рис. 9.1, г).

Непостійність природного освітлення приміщень в часі зумовила введення величини вимірювання — коефіцієнта природної освітленості КПО. Це відношення природної освітленості  $E_{вн}$ , лк, в деякій точці заданої площини всередині приміщення

світлом неба до одночасного значення освітленості, створеної світлом відкритого небосхилу  $E_3$ , лк і визначається виразом:

$$e = (E_{en} / E_3) 100, \%$$

Нормативне значення коефіцієнта природного освітлення для будівель, які розташовуються у III поясі світлового клімату України, визначається за виразом:

$$e_n = e_n^{III} \mu c, \%$$

де  $e_n^{III}$  — значення для будівель, розташованих в III поясі світлового клімату; приймають  $e_n^{III} = 1$ ;

$\mu$  — коефіцієнт світлового клімату (на території України  $\mu = 0,9$ );

$c$  — коефіцієнт сонячності клімату (визначається в межах 0,75...0,95).

Норми природного освітлення приміщень встановлюються з урахуванням обов'язкового очищення шибок: для приміщень з незначними виділеннями пилу, диму, кіптяви — не менше чотирьох разів на рік. Для створення нормативного освітлення в приміщеннях підприємств лісового комплексу в темний час доби, а також в приміщеннях, де не передбачається природне освітлення або воно недостатнє, влаштовується штучне освітлення,

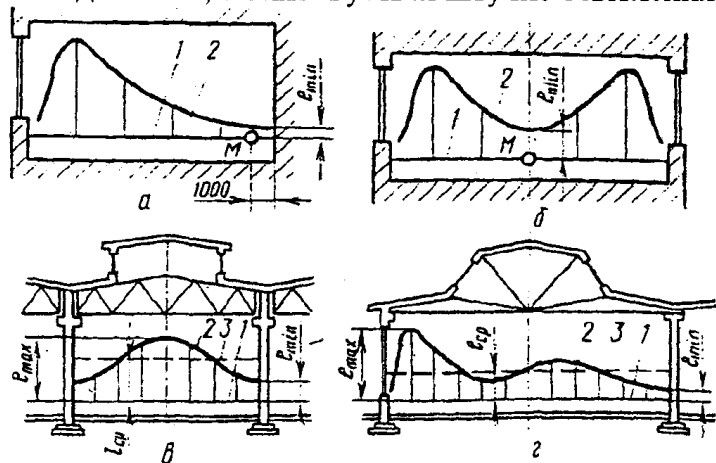


Рис. 9.1. Криві розподілу природного освітлення:

а — при односторонньому бічному освітленні; б — при двосторонньому бічному, в — при верхньому, 1 — рівень умовної робочої поверхні; 2 — крива, що характеризує зміну освітлення в приміщенні; 3 — рівень середнього значення КПО  $e_{сеп}$  при верхньому та комбінованому освітленні; М — точка мінімальної освітленості при бічному односторонньому освітленні  $e_{min}$ .

Відомо два види розрахунку природного освітлення: проектний і перевірочний.

Проектний розрахунок дозволяє визначати площу та кількість світлових отворів (вікон, ліхтарів) та використовується при проектуванні виробничих приміщень. Перевірочний метод полягає у визначенні фактичної величини коефіцієнта природної освітленості, застосовується при реконструюванні виробничих приміщень.

З урахуванням розмірів приміщення встановлюється вид необхідного природного освітлення (бічне одностороннє, двостороннє, сумісне, комбіноване). При ширині приміщення до 12 м рекомендується бічне одностороннє освітлення, при ширині більше 12 м і до 24 м — бічне двостороннє, більше 24 м — комбіноване.

При проектному розрахунку визначається загальна площа світлових отворів — вікон та ліхтарів.

При бічному освітленні — за формулою:

$$S_o = \frac{e_{min} \eta_o S_n k}{\tau_o r_1 100}$$

при верхньому освітленні — за формулою:

$$S_n = \frac{e_{сеп} \eta_n S_n k}{\tau_o r_2 100}$$

де  $S_n$  — площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup>;

$e_{min}$  — мінімальне значення природної освітленості, % (визначається залежно від зорового розряду робіт, що виконуються);

$e_{сеп}$  — середнє значення коефіцієнта природного освітлення при верхньому освітленні, визначається за формулою:

$$e_{сеп} = \frac{1}{n-1} \left( \frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + \frac{e_n}{2} \right),$$

де  $n$  — кількість місць визначення (перше та останнє місця приймаються на відстані 1 м від зовнішніх стін, або від середніх рядів колон);

$e_1, e_2, e_3, \dots, e_n$  — значення коефіцієнта природної освітленості в місцях характерного розрізу приміщення (характерним розрізом приміщення є поперечний розріз посередині приміщення, площина якого перпендикулярна до площини

ни скління світлових прорізів — при бічному освітленні або до поздовжньої осі приміщення — при верхньому освітленні);

$h_e, h_n$  — світлотехнічна характеристика вікон та ліхтарів;

$r_1, r_2$  — відповідно коефіцієнти, що враховують відбиття світла від конструктивних елементів при бічному та верхньому освітленні.

При перевірконому розрахунку природного освітлення визначається фактичне значення КПО  $e_\phi$  та порівнюється з нормативним  $e_n$ .

Виконуючи перевірочний розрахунок, необхідно обґрунтувати прийняті величини, користуючись при цьому методикою проектного розрахунку.

Освітлення вважається задовільним, якщо  $e_\phi \geq e_n$ . Якщо ж  $e_\phi < e_n$ , необхідно збільшити площу вікон або ліхтарів в приміщенні, що реконструюється.

**Штучне освітлення** за конструктивним виконанням поділяється на два види — загальне та комбіноване. Система загального освітлення використовується в приміщеннях, де по всій площі виконуються однотипні роботи. Розрізняють загальне рівномірне освітлення, при котрому світловий потік розподіляється рівномірно по всій площі приміщення без врахування робочих місць і загальне локалізоване освітлення (із врахуванням робочих місць).

При виконанні точних зорових робіт (слюсарні, токарні, фрезерні, контрольні тощо) у місцях, де обладнання створює глибокі різкі тіні або робочі поверхні розташовані вертикально, поряд із загальним освітленням застосовується місцеве освітлення. Сукупність місцевого та загального освітлення називається комбінованим. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму.

Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, проходку людей, руху транспорту та є обов'язковим для всіх виробничих приміщень.

При проектуванні штучного освітлення виробничого приміщення необхідно вибирати тип джерела світла, систему освітлення, вид світильника, передбачати найбільш доцільні висоти влаштування світильників та розміщення їх у приміщенні; визначати число світильників і потужність ламп, необхідних для створення нормованої освітленості на робочому місці і здійснити

перевірку наміченого варіанту освітлення на відповідність його нормативним вимогам.

Для визначення загального рівномірного освітлення горизонтальної робочої поверхні використовують метод світлового потоку. Світловий потік  $F$ , лм однієї лампи розжарювання, або групи газорозрядних (люмінесцентних) ламп одного світильника визначається за формулою:

$$F = \frac{E_n S k z}{n \eta},$$

де  $E_n$  — нормативна мінімальна освітленість, лк;

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

$k$  — коефіцієнт запиленості, котрий залежить від характеру виробництва, переважно  $k = 1,3 \dots 1,8$ ;

$z$  — коефіцієнт нерівномірності освітлення, переважно  $z = 1,1, \dots 1,2$ ;  $n$  — кількість світильників, шт;

$h$  — коефіцієнт використання світлового потоку.

Показник приміщення ( $p$  визначають залежно від типу світильника, відбивної здатності стін та стелі, розмірів приміщення, і можна виразити формулою:

$$\phi = \frac{AB}{H(A+B)},$$

де  $A$  та  $B$  — довжина та ширина приміщення, м;

$H$  — висота підвіски світильників над робочою поверхнею, м.

За отриманим значенням світлового потоку за стандартами визначається найближча стандартна лампа і вибирається необхідна електрична потужність. При виборі лампи допускається відхилення світлового потоку від розрахункового в межах 10...20%.

За прийнятою потужністю електролампи  $N$  та світловим потоком  $F$  визначається дійсна освітленість за виразом:

$$E_d = \frac{F_m n \eta}{S k z} \geq E_n,$$

де  $F_m$  — світловий потік встановленої лампи.

**Освітленість в приміщенні вважається нормальною**, якщо  $E_d \geq E_n$ . У випадку  $E_d < E_n$  необхідно збільшити потужність електролампи для створення нормального освітлення або їх кількість.

На виробництвах, застосовується загальне рівномірне освітлення приміщень і робочих місць. Проте робочі місця деяких працівників потребують підвищеного рівня освітленості. В таких випадках застосовують комбіноване освітлення. Застосування лише місцевого освітлення забороняється.

*Аварійне освітлення* влаштовується для продовження роботи у випадках, коли раптове вимкнення робочого освітлення та пов'язане з ним порушення нормального обслуговування обладнання може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу тощо. Мінімальна освітленість робочих поверхонь при аварійному освітленні повинна складати 5% від нормованої освітленості робочого освітлення, але не менше 2 лк.

*Евакуаційне освітлення* призначається для безпечної евакуації людей і передбачається в місцях, небезпечних для їх проходу: у проходах і на сходах, які слугують для евакуації людей при їх кількості понад 50 чол., по основних проходах виробничих приміщень, де працює більше 50 чол., в приміщеннях громадських будівель, де можуть перебувати одночасно понад 100 чол. Це освітлення повинно забезпечуватися на підлозі основних проходів (або на землі) та на східцях освітлення 0,5 лк — в приміщеннях і 0,2 лк — на відкритих територіях. Крім того, вихідні двері приміщень підприємств з чисельністю людей більше 100 чол. повинні бути забезпечені світловими покажчиками зеленого кольору з білим або жовтим написом "Вихід", ввімкненим до мережі аварійного освітлення. Якщо чисельність відвідувачів становить понад 200 чол., такі самі покажчики встановлюються і в місцях виходу з виробничих та адміністративно-побутових приміщень.

*Охоронне освітлення* влаштовується вздовж границь території, котра охороняється спеціальним персоналом. Найменша освітленість у нічний час — 0,5 лк. Сигнальне освітлення застосовується для фіксації границь небезпечних зон, вказує на наявність небезпеки, або безпечний шлях евакуації.

Правильна організація освітлення передбачає не лише дотримання норм освітленості, котрі регламентують мінімальну освітленість для кожного виду робіт, але й дотримання гігієнічних вимог до якості освітлення, таких як рівномірність освітлення робочої поверхні, обмеження надмірної яскравості, блиску, осліплюючої дії, різких тіней та контрасту.

На підприємствах періодично перевіряють рівень освітлення на робочих місцях та загальне освітлення приміщень, а також

справність аварійного освітлення: чистять та миють світильники, замінюють лампи, котрі вийшли з ладу. Рівень освітлення робочої поверхні контролюють люксометром.

### 9.3. Джерела світла та основні освітлювальні прилади

Як джерела штучного освітлення можуть використовуватися лампи розжарювання та газорозрядні лампи: люмінесцентні, ртутні, неонові та ін. Кожна з них має свої переваги та недоліки, а також умови застосування.

Лампи розжарювання чисельно переважають, оскільки вони виготовляються в широкому асортименті, їх зручніше пристосувати до заданих умов. Особливістю цих ламп є те, що вони вмикаються до мережі без додаткових пускових пристроїв і можуть працювати при значних відхиленнях напруги в мережі від нормальної, а також практично не залежать від умов навколишнього середовища, компактні, до кінця терміну служби світловий потік у них знижується незначно (близько 15%). Однак, лампи розжарювання мають відносно низьку світлову віддачу, в їхньому спектрі переважає жовто-червона частина і термін їх служби малий (близько 1000 год).

В лампах розжарювання застосовується вольфрамова нитка. Лампи розжарювання відносяться до джерел світла теплового випромінювання. Вони випромінюють видимий жовто-червоний спектр, який за складом відповідає денному світлу. За конструкцією лампи розжарювання бувають вакуумні, газозаповнені, безспіральні, безспіральні з криптоно-ксеноновим заповненням, а також дзеркальні лампи-світильники.

Останнім часом набули поширення лампи розжарювання з йодним циклом великої потужності (250...2200 Вт). Наявність в колбі лампи парів йоду дозволяє підвищити температуру розжарення спіралі (250...1200 °С), тобто світлову віддачу лампи до 40 лм/Вт. Пари вольфраму, що випаровують із спіралі розжарення, з'єднуються з йодом і знову осідають на вольфрамовій спіралі, запобігаючи розпиленню вольфрамової спіралі та збільшуючи термін служби лампи до 3 тис. год.

Загальним недоліком ламп розжарення є відносно малий термін служби (до 1,5 тис. год), низька світлова віддача ( $W = 7...20$  лм/Вт).

Із газорозрядних ламп широкого застосування, як джерела робочого освітлення, набули люмінесцентні лампи. Переваги люмінесцентного освітлення в основному такі: у 2...3 рази більша, ніж у ламп розжарення, світлова віддача, що дозволяє мати високе освітлення без додаткових витрат на електричний струм; наявність спектра, близького у видимій частині до спектра природного світла; мала яскравість люмінесцентних ламп, внаслідок чого їх засліплююча дія не така вже й велика, як у ламп розжарювання; наявність м'якого рівного світла без різких тіней; великий термін служби (до 1000 год.). Проте, люмінесцентні лампи мають і суттєві вади. Так, в їхньому світловому випромінюванні при експлуатації в мережах змінного струму можуть з'являтися значні коливання (пульсації).

Наявність таких коливань у світловому випромінюванні люмінесцентних ламп сприяє виникненню стробоскопічного ефекту: створення численних уявних зображень предмета, що рухається, а також ілюзії зупинки рухомих частин обладнання, що може стати безпосередньою причиною нещасного випадку. Пульсації світлового потоку втомлюють зір, що теж небезпечно.

До недоліків люмінесцентних ламп також відносяться: мала потужність при великих розмірах, значне (до 54%) зниження світлового потоку в кінці терміну служби та обмеженість температурних умов для нормальної праці (оптимально 18...25 °С, а при температурі нижче +10 °С вони не спалахують).

Відкрита електрична лампа може викликати зміни зору, осліплення, пожежу, вибух. Тому для освітлення застосовують лампи, вміщені в спеціальну арматуру різних типів. Лампа разом з арматурою називається світильником. Арматура світильника призначається для перерозподілу світлового потоку лампи в потрібному напрямку з найменшими світловитратами, для охорони очей працівників від надмірної яскравості, для захисту ламп від забруднень, механічних пошкоджень, від горючих та вибухонебезпечних газів, пари, пилу.

За характером розподілу світлового потоку світильники бувають прямого, розсіяного та відбитого світла. Світильники, що випромінюють в нижній півкулі не менше 80% всього світлового потоку, відносяться до категорії джерел прямого світла; не більше як 20% — до категорії розсіяного світла; решта — до категорії відбитого світла.

За гігієнічними, естетичними та світлотехнічними даними найбільш сприятливим є відбите світло, але джерела такого світла мають низький коефіцієнт корисної дії. Найбільшого розповсюдження набуло розсіяне освітлення, яке за гігієнічними якостями майже не поступається відбитому. Найменш сприятливим для зору є пряме освітлення. Рівномірність освітлення та відсутність затінювання досягається правильним розподілом і підвищенням світильників.

Вибір типу люмінесцентних ламп потребує особливої уваги внаслідок різноманітності їх спектральних характеристик. Вони виготовляються кількох типів: денного світла (ЛД), білого світла (ЛБ), холодно-білого світла (ЛХБ), тепло-білого світла (ЛТБ), з виправленою кольористістю (ЛДЦ). Люмінесцентні лампи за якістю кольоропередачі набагато переважають лампи розжарювання, однак не повністю наближаються до природного світла завдяки малому випромінюванню в червоній частині спектру. Правильно вибрати лампи за якістю кольоропередачі важко. Тому для правильного вибору необхідне рішення фахівців — світлотехніків.

Найбільш природним спектром володіють лампи ЛД і ЛДЦ. Лампи ЛД і ЛДБ мають менш інтенсивне випромінювання в синьо-фіолетовій ділянці спектру, ніж ЛД, а ЛХБ, навпаки, випромінюють більше променів у синьо-фіолетовій (холодній) ділянці. Ці особливості люмінесцентних ламп дозволяють орієнтовно визначати галузь їх застосування.

Основною перевагою газорозрядних ламп перед лампами розжарювання є велика світлова віддача (до 40...110 лм/Вт). Термін служби — 8...12 тис. год. Газорозрядні лампи забезпечують світловий потік практично будь-якого спектру шляхом підбирання відповідним чином інертних газів, парів металу, люмінофору.

Вибираючи джерела світла, слід керуватися наступними рекомендаціями: надавати перевагу газорозрядним лампам як енергетичне більш економічним та таким, котрі мають більший термін експлуатації; для зменшення початкових видатків на освітлювальні установки та витрат на їх експлуатацію слід використовувати лампи найбільшої потужності, але без погіршення якості освітлення. Живлення світильників загального освітлення здійснюється джерелами напруги, що не перевищує 220 В. В приміщеннях без підвищеної небезпеки вказана напруга допускається для всіх стаціонарних світильників незалежно від висоти їх установки.

Надійність та ефективність джерел природного і штучного освітлення залежить від своєчасності і ретельності їх обслуговування. Забруднення скла світлових отворів, ламп та світильників може знизити освітленість приміщень в 1,2 рази. Тому вікна треба мити не рідше двох разів у рік для приміщень з незначним виділенням пилу і не рідше чотирьох разів — при значному виділення пилу.

В світильниках з люмінесцентними лампами бажано слідкувати за справністю включення, забезпечувати безпеку та зручність експлуатації та обслуговування світильників, а також своєчасно замінювати лампи, що слабо світять.

Періодично, не рідше одного разу на рік, доцільно перевіряти рівень освітленості виробничого приміщення. Основний прилад для вимірювання освітленості — люметр.

## Розділ 10. Шум та вібрація як фактори професійних захворювань

### 10.1. Шум та його вплив на організм людини

Шум, як фізичне явище, являє собою хвильові коливання матеріальних тіл — твердих, газоподібних або рідких. Виникнення звукових відчуттів людини пов'язане з коливаннями повітря.

Для сприйняття звукових коливань в органі слуху людини існує ефективний механізм, який передбачає формування відчуттів звуку, тобто передача і сприймання звукових коливань, зумовлені частотно-резонансними властивостями слухового органу, який має ряд (3,5 тис.) внутрішніх і три ряди (12 тис.) зовнішніх волоскових клітин, які відрізняють за рівнем чутливості.

Звукова хвиля характеризується:

- амплітудою — максимальне відхилення точки від стану рівноваги,  $A$ ;
- частотою коливань — кількість повних коливань за одиницю часу,  $f$ , Гц;
- інтенсивністю (силою звуку) — кількість енергії, що проходить за 1 с через площу  $1 \text{ м}^2$  поверхні, перпендикулярної до напрямку поширення звукової хвилі,  $I$ ,  $\text{Вт/м}^2$ ;
- звуковим тиском — абсолютна різниця між тиском максимального згущення повітря та атмосферним тиском,  $P$ , Па.

Мінімальна інтенсивність  $I$  та звуковий тиск  $P$  які сприймаються вухом людини, називаються *порогом слухового відчуття*. Порогові значення  $I_0$  та  $P_0$  пов'язані з частотою коливань звуку. При частоті 1000 Гц звуковий тиск  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па,  $I_0 = 10^{-12}$   $\text{Вт/м}^2$ . При звуковому тиску  $2 \cdot 10^2$  та інтенсивності звуку  $10 \text{ Вт/м}^2$  і з частотою 16...20000 Гц виникають больові відчуття (больовий поріг). Коливання частотою понад 20000 Гц називають *ультразвуком*, а нижче 16 Гц — *інфразвуком*.

Оскільки, різниця між больовим порогом та порогом слухового сприйняття дуже велика, то щоб не оперувати великими частотами, вчений А.Г. Белл запропонував вимірювати не абсолютні значення інтенсивності звуку чи звукового тиску, а їх логарифмічні рівні  $L$ , взяті за відношення до порогового значення  $P_0$  чи  $I_0$

$$L = \lg \frac{I}{I_0},$$

де  $I$  — інтенсивність звуку в даній точці;

$I_0$  — інтенсивність звуку, що відповідає порогу слухового відчуття.

За одиницю вимірювання інтенсивності звуку прийнято 1 децибел (дБ). Вухо людини реагує на величину у 10 раз меншу, ніж бел (Б), тому на практиці використовують відносну величину децибел, дорівнює 0,1 Б. Рівень інтенсивності звуку або рівень звукового тиску  $L$  (дБ) обчислюють за такими рівняннями:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}; L = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0},$$

У виробничих умовах дуже часто шум має непостійний характер. В цих умовах доцільно користуватись деякою середньою величиною, яку називають еквівалентним (по енергії) рівнем звуку  $L_{екв}$  і характеризується середнім значенням енергії звуку в дБА. Цей рівень вимірюється спеціальними інтегруючими шумомірами за шкалою "А" і визначається за виразом:

$$L_a = 20 \cdot \lg \frac{P_a}{P_0},$$

де  $P_a$  — середньоквадратичний звуковий тиск з врахуванням корекції шумоміра, Па;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  — пороговий середньоквадратичний звуковий тиск, Па.

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

Шум, як фізіологічне явище; являє собою несприятливий фактор для людини, викликає гіпертонію, глухоту, розлад центральної нервової системи, злоякісні пухлини тощо.

Інтенсивність шуму та вібрації є тими шкідливими факторами виробничого середовища, що негативно впливають не лише на слух, але і на нервову, серцево-судинну та інші системи організму. Судинні розлади та захворювання нервової системи в більшій мірі обмежують працездатність людини, ніж зниження слуху.

Виходячи з гігієнічних нормативів, витікає, що знижувати потрібно не будь-яку віброакустичну активність машин, а тільки ту, яка шкідливо впливає на людський організм, тобто за рівнем, вищим за гранично допустимий норматив. Таким нормативом є гранично допустимий спектр шуму та вібрації. Саме граничний

спектр може бути взятий за "умовний віброакустичний нуль" (УВАН). У ВАН — це такий рівень віброакустичної активності машини і процесу, який забезпечує віброакустичну нешкідливість і безпеку.

Усунення промислового шуму може бути досягнуто лише в результаті проведення комплексу заходів, особливо в галузі вдосконалення технологічних процесів і обладнання. При цьому, в першу чергу, повинні бути усунені найсильніші джерела шуму. Знешумлення окремої одиниці обладнання в загальному технологічному процесі при великій кількості верстатів, що продовжують випромінювати шум, недоцільно. Необхідне знешумлення тих верстатів на даній технологічній ділянці, шумові характеристики якої виходять за рамки вимог санітарних норм.

## 10.2. Засоби та методи захисту людини від дії шуму

Захист працюючих від шуму можна забезпечувати, як колективними засобами та методами, так і індивідуальними. Важливо знати, що колективні засоби захисту діляться на засоби, що знижують шум в його джерелі, та засоби, що знижують шум на шляху його розповсюдження від джерела до об'єкту, який захищають. Найбільш ефективними засобами є засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення.

Перш ніж пропонувати конкретні заходи щодо знешумлення, розглянемо основні методи зниження шуму:

- зниження шуму в джерелі його виникнення;
- звукоізоляція;
- екранування;
- будівельно-акустичні заходи.

Зниження шуму в джерелі виникнення досягається за рахунок зміни конструкції або принципу дії верстата, що знижує віброактивність вузлів, випромінювання шуму поверхнями верстата та аеродинамічний шум. Зниження шуму в джерелі виникнення можливе при проведенні наступних заходів:

- зменшення первинних динамічних збурень в точках прикладання сил, що діють на деталі машин;
- послаблення структурного шуму, що поширюється по вібропровідному тракту;
- зниження випромінюючої здатності машини;
- зниження аеродинамічного шуму.



Зниження шуму в джерелі виникнення — найбільш перспективний і раціональний шлях знешумлення.

Звукоізоляція досягається розташуванням шумовипромінюючого об'єкту в кожух, котрий ізолює його від приміщення.

Проте у випадку, коли оброблюваний матеріал встановлюється вручну і вимагається постійна присутність робітника поряд з різальним органом, застосування кожухів, що ізолюють верстат від робітника, виключається. В цьому випадку застосовується екран, котрий встановлюється біля робочого місця і затримує прямий звук. Екран захищає робоче місце, але суттєво не знижує шум в цеху, тому в цьому випадку доцільно застосовувати архітектурно-будівельні заходи, зокрема підвісні стелі і облицювання стін звукопоглинаючими матеріалами.

При акустичній обробці приміщення шум знижується внаслідок зниження інтенсивності відбитих звукових хвиль. Ефективність звукопоглинаючого облицювання залежить від акустичних параметрів вибраних матеріалів, способу їх розташування, співвідношення лінійних розмірів та об'єму приміщення, розташування джерел шуму.

Основними джерелами вібраційного (механічного) шуму є машини, механізми та вентиляційні системи, які за одночасної роботи можуть створювати рівні, що значно перевищують значення допустимих рівнів, передбачених санітарними та гігієнічними нормами. Ілюстрацією цього можуть бути, наприклад, машини, робота яких супроводжується ударними процесами, невідповідні параметри режимних факторів обробки деталей, незадовільний технічний стан підшипників, недостатнє кріплення робочих валів, огорожень та ін.

Шум аеродинамічного походження на підприємстві виникає внаслідок роботи вентиляційних систем, систем повітряного опалення і пневмотранспорту, компресорів, газотурбінних систем тощо.

Джерелами шуму вентиляторів є нестаціонарні явища аеродинамічного походження та коливання елементів вентиляційної системи. Складові аеродинамічного шуму вентсистем наступні:

- вихоровий шум, викликаний течіями в міжлопаточних каналах та за лопатками, а також при взаємодії вже утворених вихорів з корпусом вентилятора;
- шум взаємодії — це періодичні пульсації тиску та швидкостей, викликані неоднорідністю потоку при обертанні лопаток.

Слід також відзначити шум граничного шару, турбулентний та автоколивний шум.

В механічному шумі вентилятора виявляється шум підшипників, дисбалансу, з'єднувальної муфти, пасової та клинопасової передачі. У шумі вентиляторів переважають шуми аеродинамічного походження — вихоровий шум, шум від неоднорідності потоку і в меншій мірі — шум граничного шару.

Шум приводу і редуктора в складовій шуму механічного походження вентиляційної установки може бути значним.

Механічні коливання конструкції вентилятора і шум підшипника є причиною його структурного шуму. Шум від вентилятора в приміщенні, де він знаходиться, поширюється через коливання кожуха вентилятора, стінок пневмопроводів і через фундамент. В цех шум від вентилятора проникає через повітря, що міститься в пневмопроводі, котре викликає коливання його стінок по всій довжині.

Таким чином, пульсації тиску і швидкості повітря всередині труб, удари частинок порошу об її стінки викликає їх коливання, котрі збуджують коливання повітря, що сприймається як шум. Цьому сприяють недостатньо жорсткі стінки пневмопроводів.

Шум від перепон виникає внаслідок аеродинамічних забруднень під час набігання потоку на них з великою швидкістю. Його частота може бути визначена аналогічно як для шуму обертання.

Причиною виникнення вихорового шуму є утворення вихору в потоці повітря, яке переміщується у вентиляційній системі.

Зниження аеродинамічного та вібраційного шуму можна досягти шляхом:

- зміни аеродинамічних характеристик машини;
- зміни конструкції звукового каналу (вентиляційної системи);
- використання "антизвуку", тобто застосування рівного за величиною й протилежного за фазою звуку, що суттєво впливає на зниження вихорового шуму та на подавлення тональних шумів;
- застосування засобів звукопоглинання;
- зниження рівня звукової потужності джерела шуму, головним чином, заміною чи вибором обладнання з поліпшеними шумовими характеристиками;
- обмеження часу безперервної роботи за шумових умов, а отже, зниження дози шуму;

- приміщення автоматизації виробництв та шумних технологічних процесів, що запобігає впливові на працюючих небезпечних виробничих факторів;
- розташування джерела шуму на можливо більшій відстані від розрахункової точки, тобто за рахунок проведення комплексу архітектурно-планувальних заходів.

### 10.3. Вібрація та її вплив на організм людини

Покращення умов праці та росту продуктивності праці нерозривно зв'язані з проблемою зменшення вібрації на виробництві.

Робота переважної більшості машин незмінно супроводжується вібрацією і шумом, що генерується ними. Вібрація і шум — наслідки переміщення та рухів, закладених у принцип дії машини.

**Вібрація** — це складний коливний процес пружних тіл, що характеризується періодичністю зміни амплітуди коливань, віброшвидкості, віброприскорення та частоти коливань.

**Амплітуда** — максимальне відхилення коливної точки від стану рівноваги,  $A$ , мм; **віброшвидкість** — максимальне значення швидкості коливної точки,  $V$ , мм/с; **віброприскорення** — максимальне значення прискорення коливної точки,  $Q$ , мм/с<sup>2</sup>; **частота** — кількість вимушених коливань за одиницю часу,  $f$ , Гц.

Віброшвидкість визначається за формулою, мм/с:

$$V = 2\pi \cdot f \cdot A,$$

де  $f$  — частота коливань, Гц;  $A$  — амплітуда коливань, мм;

Віброприскорення визначається за формулою, мм/с<sup>2</sup>:

$$j = (2\pi f)^2 A, \text{ або } j = 4\pi^2 A/T^2,$$

де  $T = 1/f$  — період коливань, с.

Інтенсивність вібрації, аналогічно шуму, визначається рівнянням віброшвидкості, дБ:

$$L_v = 10 \cdot \lg \left( \frac{V}{V_0} \right)^2 = 20 \cdot \lg \frac{V}{V_0},$$

де  $V$  — віброшвидкість, см/с;

$V_0$  — порогове значення віброшвидкості, прийнято за одиницю, що дорівнює  $2 \cdot 10^{-6}$  см/с і відповідає пороговому звуковому тиску  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Встановлено, що вібрація передчасно виводить з ладу машини та обладнання, обмежує їх технологічні можливості, негативно впливає на організм людини.

Вібрація підвищеної частоти (> 16...20 Гц), як правило, проявляється у вигляді шуму. В зв'язку з цим зниження вібрації звичайно рівнозначне зниженню шуму, тобто можна говорити про віброакустичний комфорт.

Загальна вібрація залежно від джерела виникнення може бути трьох категорій:

- 1 — транспортна вібрація, яка діє на операторів (водіїв) транспортних засобів при перевезенні вантажів, на транспортних дорогах тощо;
- 2 — транспортно-технологічна вібрація, яка діє на операторів машин при переміщенні вантажів, на виробничих майданчиках, платформах (екскаваторів, баштових кранів, гірничих машин та ін.);
- 3 — технологічна вібрація, яка діє на операторів спеціальних верстатів та верстатного обладнання, на яких відсутні джерела вібрації, що перевищують гігієнічні нормативи.

Залежно від способу дії вібрації на тіло людини її поділяють на місцеву (локальну) вібрацію, яка передається через руки людини, та загальну, яка передається на тіло стоячої або сидячої людини через ноги. Як свідчить практика, часто ці два фактори співпадають.

Вібрація, котра впливає на людину, нормується окремо для кожного встановленого напрямку в кожній октавній смузі. Гігієнічні норми вібрації наведено у вигляді кривих на рис. 10.1, де по горизонтальній осі відкладено середньгеометричні частоти октав, Гц, а по вертикальній — логарифмічні рівні середньоквадратичних значень віброшвидкості, дБ.

Вплив вібрації на людину залежить від напрямку її дії. Тому, вібрацію поділяють на таку, що діє вздовж осі ортогональної системи координат  $X, Y, Z$  (для загальної вібрації), де  $Z$  — вертикальна вісь, а  $X$  і  $Y$  — горизонтальні осі (рис. 10.2, а, б) і на таку, що напрямок дії вздовж осей ортогональної системи координат  $X_p, Y_p, Z_p$  (для локальної вібрації), вісь  $X_p$  співпадає з джерелом вібрації, а вісь  $Z_p$  лежить в площині руху  $X_p$  по якій визначається напрямок дії сили (рис. 10.3, а, б).

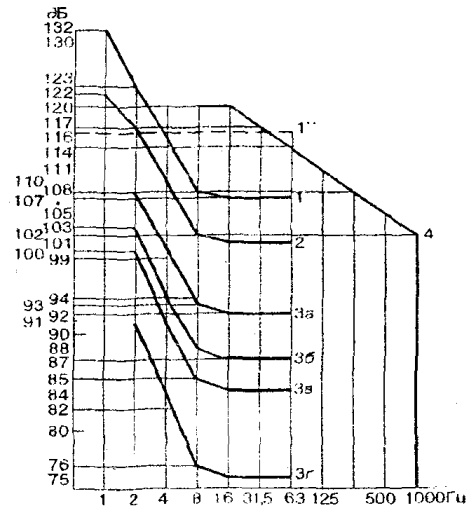


Рис. 10.1. Гігієнічні норми вібрації:

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.

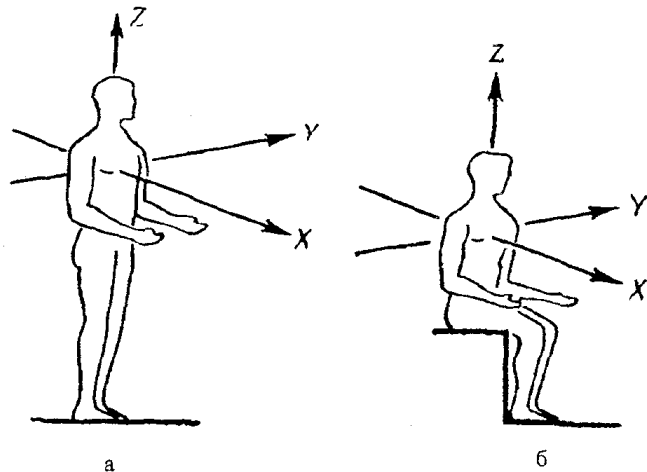


Рис. 10.2. Напрямок координатних осей при дії загальної вібрації:

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.

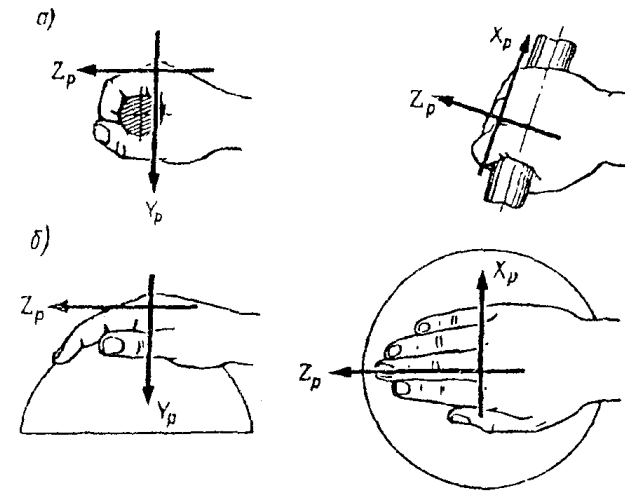


Рис. 10.3. Напрямок координатних осей при дії локальної вібрації: а) — при положенні руки на циліндричній поверхні; б) — при положенні руки на сферичній поверхні.

Ступінь та характер дії вібрації на організм людини залежить від виду вібрації, її параметрів та напрямку дії. Тіло людини можна вважати як масу з пружними елементами.

Вібрація передається людині як безпосередньо під час її контакту з машиною, так і через конструкції, підлогу, спричиняючи при цьому загальну вібрацію людського тіла, що проявляється в його коливаннях. Із збільшенням амплітуди цих коливань (вібрації) збільшується енергія коливних рухів, реакція людини на них сильнішає. Особливо шкідливі для людини вібрації з частотою 6...9 Гц, близькою до частоти коливання її тіла. Для людини, що стоїть на віброповерхні має два резонансні піки на частотах 5...12 та 17...25 Гц, для сидячої — 4...6 Гц. Постійна дія вібрації спричиняє вібраційну хворобу з втратою працездатності. Отож, дуже важливо знизити вібраційну активність машини до можливо невеликих рівнів, у всякому разі не допустити перевищення її гігієнічних нормативів.

Загальна вібрація несприятливо впливає на нервову систему, викликає зміни у серцево-судинній системі, вестибулярному апараті, а також впливає на обмін речовин.

Місцева вібрація з частотами 35...250 Гц і вище викликає звуження та спазми кровоносних судин кінцівок, а при частоті

вище 35 Гц — проходить зміна в кістково-суглобному апараті та нервово-м'язовій системі кінцівок.

Зниження вібрації — складна технічна проблема. Це зумовлено технологією виробництва, що передбачає розташування верстатів в одному приміщенні з персоналом, що його обслуговує. Робітники знаходяться поряд з верстатами або неподалік від них. Це змушує шукати засоби зниження вібрації, що не перешкоджають обслуговуванню верстата.

#### 10.4. Засоби та методи щодо зниження дії вібрації на людину

Первинними джерелами вібрації є виконувальні органи та механізми машин, оскільки в них закладені принципи, які при переміщеннях та рухах викликають удари, різке прискорення, коливання та шум.

Для забезпечення безпечних умов праці застосовують:

- віробезпечні машини; приміщення засобів віброзахисту, котрі знижують вплив вібрації на працюючого на шляху її розповсюдження;
- проектування виробничих приміщень та технологічних процесів, які забезпечують допустимі гігієнічні норми вібрації на робочих місцях;
- організаційно-технічні заходи, які направлені щодо покращення експлуатації машин, своєчасний їх ремонт та контроль вібраційних параметрів;
- розробку раціональних режимів праці та відпочинку.

Вібрація машин, механізмів, устаткування і інших вторинних засобів та нових технологічних процесів, що впроваджуються у виробництво, не повинні перевищувати нормативні значення, які передбачені санітарними та гігієнічними нормами.

Дуже важливо під час проектування машин домагатися вібростійкості, підвищуючи тим самим і її безпечність. Про це слід пам'ятати також за монтажу, налагодження-настроювання та експлуатації машин, якщо збалансованість та жорсткість машин недостатня, вони є джерелом значних вібрацій, що може спричинити і поломку агрегату, і аварії.

При створенні машин слід віддавати перевагу кінематичним і технологічним схемам, які б усували або максимально знижували динамічні процеси.

Причиною низькочастотних вібрацій, як правило, є дисбаланс роторів, що виникає внаслідок нерівномірності густини матеріалу машин, неправильного вибору допусків і посадок, урізнення коефіцієнтів об'ємного розширення або зносостійкості окремих елементів машин.

Якщо не вдається усунути вібрації в джерелі виникнення, тоді застосовують такі методи зниження вібрації:

- балансування роторів (валів);
- усунення надмірних люфтів та зазорів, що забезпечується періодичним оглядом машин та механізмів;
- вібродемпферування, в основу якого покладено збільшення активних втрат у коливних системах. Вібродемпферування можна реалізувати в машинах з інтенсивними динамічними навантаженнями, застосовуючи матеріали зі значним внутрішнім тертям: чавуни з малим вмістом вуглецю і кремнію, сплави кольорових металів;
- віброгасіння, пов'язане зі збільшенням реактивної частини імпедансу коливної системи;
- віброізоляцію (на віброізолюючих опорах), виконують шляхом введення в систему додаткової пружної маси, яка перешкоджає впливу від машини на другі елементи конструкції.

Зниження вібрації досягається шляхом вибору технологічних процесів та робочих режимів з урахуванням частот власних коливань машин та механізмів. Для технологічного обладнання в частотному діапазоні від 2 до 16 Гц вона перебуває в межах 92...108 дБ, отже, така вібрація може створити передумову для професійного захворювання — вібраційну хворобу.

Відносно джерела збудження вібрації методи колективного захисту поділяються на методи, котрі знижують параметри вібрації впливом на джерело збудження, а також ті, котрі знижують параметри вібрації в напрямку її поширення.

Для віброізоляції стаціонарних машин використовують віброізолювальні отвори у вигляді прокладок або пружин. Однак можлива їх комбінація. Комбінований віброізолятор поєднує пружинний віброізолятор з пружинною прокладкою. Пружинний віброізолятор пропускає високочастотні коливання, а комбінований забезпечує великий діапазон коливань, що гасяться. Пружинні елементи можуть бути металевими, полімерними, волокнистими тощо.

Вплив на джерело збудження та характеру змушуючих сил та моментів, зумовлених робочим процесом в машині, а також до зрівноваження окремих елементів машин та до застосування методів відлагодження від резонансу.

Персонал, що обслуговує віброобладнання повинен пройти медичний огляд один раз на рік. Забороняється залучати до робіт із шкідливими умовами праці неповнолітніх.

Працівники, зайняті на роботах із динамічними процесами, мають право на оплачувані санітарно-оздоровчі перерви (15...20 хв.). Рекомендується щоби час на роботах з вібромашинами, вібрація яких відповідає допустимим рівням, не перевищував 2/3 часу робочого дня.

На роботах із вібробезпечними процесами працівникам видаються безплатно за встановленими нормами спеціальний одяг (вібродемпферні покриття, рукавиці комбіновані, рукавиці зі спецідкладкою), спеціальне взуття (чоботи, черевики, туфлі — підошви їх з пружнодемпферного матеріалу). Значного поширення набувають вібродемпфіруючі покриття у вигляді мастил (вініпор, антивібрит тощо).

## Розділ 11. Захист від випромінювань

### 11.1. Іонізуюче випромінювання та його дія на організм людини

*Іонізуючим випромінюванням* називається будь-яке випромінювання, яке викликає іонізуюче середовище. Іонізуюче випромінювання — це космічне випромінювання, а природними джерелами Землі є розподілені в геосфері радіоактивні речовини. Штучними джерелами іонізуючих випромінювань є ядерні реактори, штучні радіоактивні ізотопи, ядерні вибухи, рентгенівське обладнання та ін.

Джерела іонізуючих випромінювань широко використовуються в різних сферах діяльності людини: для дефектоскопії металів, контролю якості зварювання з'єднань, автоматичного контролю технологічних операцій, визначення рівня агресивного середовища, боротьби зі статичною електрикою та ін. Вони також використовуються в сільському господарстві, геологічній розвідці, медицині, атомній енергетиці тощо.

Контакт з іонізуючими випромінюваннями є небезпечним для людини. Але при дотриманні відповідних технічних та організаційних вимог використання радіоактивних речовин можна уникнути.

Іонізуюче випромінювання буває електромагнітним (фотонним) і корпускулярним. До електромагнітного випромінювання відноситься гама-випромінювання та рентгенівське випромінювання. Корпускулярне випромінювання — це потік частинок з масою спокою, наближеною до нуля (альфа- і бета-частинки, протони, нейтрони та ін.).

Біологічна дія іонізуючого випромінювання на живий організм, в першу чергу, залежить від поглинаючої енергії випромінювання.

Одиницею поглинаючої дози є грей (Гр);  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ . Застосовують також перевідну одиницю рад:  $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$ .

Електромагнітне і радіоактивне випромінювання в своєму складі має альфа-, бета- і нейтронне випромінювання, їх загальна подібність — можливість іонізувати атоми і молекули речовини, в якій вони розповсюджуються.

*Альфа-випромінювання* — це потік альфа-частинок з початковою швидкістю 20000 км/с. При альфа-розпаді з ядра вилітає

порівняно важка альфа-частинка, яка являє собою ядро атома гелію. Енергія альфа-частинки, проходячи через речовину, зумовлює в ній значні зміни внаслідок іонізації та збудження атомів.

Альфа-частинка взаємодіє з речовиною найбільш ефективно тому, що має великий заряд і відносно малу швидкість. Внаслідок цього її іонізаційна здатність велика, а проникаюча радіація незначна. Аркуш паперу затримує альфа-частинки. Надійним захистом від альфа-частинок при зовнішньому опроміненні є одяг людини.

*Бета-випромінювання* — це потік бета-частинок. Бета-частинкою називаються електрон або позитрон, який випромінює енергію і його швидкість наближена до швидкості світла —  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Їх заряд менший, а швидкість більша, ніж альфа-частинок. У зв'язку з цим бета-частинки мають меншу іонізуючу здатність, ніж альфа-частинки.

Бета-частинки повністю поглинаються віконним та автомобільним склом та металевими екранами товщиною 2...3 мм. Одяг людини поглинає близько 50% бета-частинок. Оскільки альфа- і бета-випромінювання мають невелику проникну здатність, то вони найбільш небезпечні при проникненні в організм людини або при попаданні безпосередньо на шкіру (особливо в очі).

*Гама-випромінювання* — електромагнітне випромінювання, котре виділяється ядрами атомів при радіоактивних перетвореннях. Гама-випромінювання супроводжується бета-розпадом.

За своєю природою гама-випромінювання подібне до рентгенівського. Проте, воно має значно більшу енергію (менша довжина хвилі), яка випускається окремими порціями (квантами) і розповсюджується зі швидкістю світла ( $3 \cdot 10^8$  м/с). Гама-випромінювання має найбільшу проникну здатність і є основним фактором уражаючої дії радіоактивних випромінювань.

*Нейтронне випромінювання* — це потік нейтронів. Швидкість розповсюдження нейтронів досягає 20000 км/с. Нейтрони не мають електричного заряду, тому легко проникають в ядра атомів і захоплюються ними. Нейтронне випромінювання має сильну уражаючу дію при зовнішньому опроміненні.

Суть процесу іонізації полягає в тому, що під дією радіоактивних випромінювань електричне нейтральні в нормальних умовах атоми і молекули речовин розпадаються на пари позитивно і негативно заряджених частинок — іонів. Іонізація речовин супроводжується змінами їх основних фізико-хімічних влас-

тностей, а у випадку біологічної тканини — порушенням її життєдіяльності. І одне, і друге за певних умов може порушити роботу окремих елементів, приладів і систем промислового обладнання, а також викликати ураження людей. Основним параметром, який характеризує дію ядерного випромінювання, є поглинута доза радіації (опромінення). Інтенсивність випромінювання характеризується густиною потоку — числом частинок, які проходять через площу  $1 \text{ см}^2$  за 1 сек. Одиницею дози радіації є джоуль на кілограм (Дж/кг). Це доза, яка випромінюється з енергією 1 Джоуль будь-якого виду радіоактивного випромінювання, передана масі 1 кг опромінюваної речовини. Для вимірювання дози рентгенівського випромінювання і гама-випромінювання використовується позасистемна одиниця — Рентген (Р).

*Рентген* — це така доза гама-випромінювання, під дією якої в одному кубічному сантиметрі сухого повітря за нормальних умов (температура  $0^\circ \text{C}$ , тиск  $10^5$  Па) утворюється 2,08 млрд. пар іонів, кожен з яких має заряд, рівний заряду електрона. Це відповідає, поглинутій енергії близько 88 ерг на 1 грам повітря. На практиці використовується також одиниця виміру рад:  $1 \text{ рад} = 1,14 \text{ рентгена}$ .

Характеристикою ступеня дії випромінювання є потужність дози (рівень радіації) — це доза, яка накопичується за одиницю часу. Рівень радіації. (потужність дози) вимірюється в рентгенах за годину (Р/год.) або в радах за годину (рад/год.). В системі СІ експозиційна доза випромінювання вимірюється в кулонах на кілограм (Кл/кг):  $1 \text{ Кл/кг} = 3788 \cdot 10^3 \text{ Р}$ , а потужність дози вимірюється в Амперах на кілограм (А/кг):  $1 \text{ А/кг} = 3788 \cdot 10^3 \text{ Р/г}$ .

У зв'язку з тим, що окремі види випромінювання мають різну біологічну ефективність, введено поняття біологічної дози. Її одиницю прийнято називати "бер" (біологічний еквівалент рентгена). Це доза випромінювання будь-якого виду енергії на тканини живого організму, еквівалентна дії 1 Р гама-випромінювання. Уражаюча дія проникаючої радіації характеризується дозою випромінювання, поглинутого одиницею маси опромінюваного середовища.

Проникаюча радіація небезпечна за своїми наслідками для здоров'я людини. Маючи велику енергію, гама-промені і нейтрони проникають глибоко в тканини організму та іонізують їх, а це призводить до променевої хвороби. Проникаюча радіація уражає кровотворні органи: кістковий мозок, лімфатичні залози, селезінку. Все це веде до різкого зменшення кількості лейкоцитів і

зниження імунітету людини. Зменшення кількості еритроцитів викликає кисневе голодування тканин, утруднює процес згортання крові, а це, в свою чергу, призводить до крововиливу в товщі шкіри і слизових оболонок. Опромінення може бути одно- і багаторазовим. Одноразовою (однократною) вважають дозу опромінення, отриману за перші чотири доби. Доза опромінення до 50...80 Р, отримана за перші чотири доби, не викликає ураження і порушення працездатності, за винятком деяких змін в крові.

Дія проникаючої радіації на матеріали і обладнання залежить від виду випромінювання, дози радіації, природи опромінюваної речовини і умов навколишнього середовища. Найсильнішою є дія проникаючої радіації на електронне обладнання, фотоплівки, обчислювальні машини, оптичні прилади.

## 11.2. Захист від дії іонізуючого випромінювання

Найчастішим явищем при проникненні іонізуючих (радіоактивних) речовин в організм людини є хронічна променева хвороба. Вона характеризується довготривалістю і затяжністю. Виникає головний біль, запаморочення, погіршення пам'яті, сухість шкіри, випадання волосся. При внутрішньому опроміненні, внаслідок потрапляння радіоактивних речовин на відкриті ділянки шкіри, можуть утворюватись променеві дерматити та опіки. Ураження мають декілька стадій: рання реакція, інкубаційний період, період гострого запалення та період одужання. Рання реакція настає через декілька годин після дії радіоактивних речовин, з'являється почервоніння шкіри. Потім почервоніння зникає і настає інкубаційний період, ніяких зовнішніх ознак не виникає. Період гострого запалення знову починається з почервоніння шкіри. Потім виникають пухирі, наповнені прозорою рідиною. Пухирі самі тріскають, а при дуже великих дозах опромінення на їх місці виникають виразки, які заживають тривалий час.

Променеві опіки можуть бути легкими, середньої важкості і важкими. При легких ураженнях інкубаційний період продовжується до двох тижнів, виразок не виникає. Почервоніння і набряк шкіри проявляються через 1,5...2 місяці.

Ураження середньої важкості проявляються через 7...10 днів. Для лікування потрібно 2...3 місяці. При важких ураженнях інкубаційний період продовжується 4...7 днів. Процес заживання виразок триває від 6 до 12 місяців, а інколи і більше, У воєнний час

радіаційні ураження можуть мати комбінований характер: радіаційне опромінення, травми, опіки, інфекційні захворювання та інше. Завдання щодо захисту людей від променевих уражень полягає в тому, щоб опромінення не перевищувало допустимих доз. Люди, які знаходяться на зараженій території, повинні перебувати в сховищах або в протирадіаційних укриттях до безпечного спаду рівня радіації на місцевості. В цих умовах необхідно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання і шкіри. Треба пам'ятати, що протигаз, респіратор, спеціальний одяг не захищають від зовнішнього гама-випромінювання, а лише забезпечують захист органів дихання та шкіри від радіоактивного пилу. Медичну допомогу при променевих ураженнях необхідно надавати в можливо короткі терміни. Для цього дуже важливим є своєчасне виявлення уражених, котре здійснюється за допомогою дозиметричних приладів або розрахунками за відомими рівнями радіації та часом перебування на зараженій місцевості. Потерпілих необхідно винести (вивезти) з осередку ураження на місцевість, де немає радіаційного випромінювання. Людей, котрі отримали високі дози радіації, необхідно негайно доставити в лікувальні заклади транспортом. Лікування променевої хвороби — найскладніше питання сучасної медицини. До невідкладних лікувальних заходів відносяться:

- механічне усунення радіоактивних речовин з організму людини. Це здійснюється шляхом промивання шлунка теплою водою, вживання проносних і сечогінних засобів, промивання водою рота і очей (якщо є можливість — промивати очі розчином натрію гідрокарбонату);
- застосування відхаркувальних препаратів (іпекануан, термопсис, сенега) при проникненні радіоактивних речовин в дихальні шляхи.

Через декілька днів, коли радіоактивні речовини, котрі залишилися в організмі, відкладуться в органах і тканинах, використовують засіб введення в організм комплексоутворюючих речовин. За їх допомогою радіоактивні речовини можна перевести в розчин, а це полегшить виведення їх з організму. В якості комплексоутворювачів використовують солі органічних кислот (лимонної, оптової, молочної), а також вітамін В<sub>1</sub>. Лікування радіаційних опіків шкіри проводиться в процесі розвитку опіку. Воно спрямоване на зменшення запальних процесів і на відновлення ураженої тканини. В початковий період необхідно зробити про-

тиінфекційні присипки (крохмаль, тальк, окис цинку). При важкій ранній реакції шкіри (почервоніння з крововиливом) для зменшення болю пропонуються охолоджувальні примочки (свинцева вода, риванол та інші). Важливо забезпечити ураженій ділянці спокій: уникати тертя, миття з милом, уникати дії ультрафіолетового випромінювання. Пропонуються проведення новокаїнової блокади (введення вище місця ураження 0,25...0,5%-го розчину новокаїну з інтервалом 3...4 дні).

### 11.3. Методи і прилади для вимірювання іонізуючих випромінювань

Принцип виявлення іонізуючих (радіоактивних) випромінювань (нейтронів, гама-променів, бета- і альфа-частинок) базується на здатності цих випромінювань іонізувати речовину середовища, в якому вони розповсюджуються. Іонізація, в свою чергу, є причиною фізичних та хімічних змін у речовині, які можуть бути виявлені та виміряні. До таких змін середовища відносяться зміни електропровідності речовини (газів, рідин, твердих матеріалів), люмінесценція (світіння) деяких речовин, засвічування, фотоплівки, зміна кольору, прозорості, опору електричному струму деяких хімічних розчинів та ін.

Для виявлення та вимірювання іонізуючих випромінювань використовують такі методи: фотографічний, сцинтиляційний, хімічний та іонізуючий.

**Фотографічний метод** ґрунтується на ступені почорніння фотоемульсії. Під дією іонізуючих випромінювань молекули бромистого срібла, що знаходяться у фотоемульсії, розпадаються на срібло і бром. При цьому утворюються дрібні кристали срібла, які призводять до почорніння фотоплівки при її проявленні. Щільність почорніння пропорційна поглинутій енергії випромінювань. Порівнюючи щільність почорніння з еталоном, визначають дозу випромінювань (експозиційну і поглинуту), що дістає плівка. На цьому принципі базується будова індивідуальних фотодозиметрів.

**Сцинтиляційний метод.** Деякі речовини (сірчаний цинк, йод, йодистий натрій) під дією іонізуючих випромінювань світяться. Кількість спалахів пропорційна потужності дози випромінювання. На промислових підприємствах інтенсивність УФ-опромінення вимірюється і реєструється за допомогою спеціальних приладів — фотоелектричних помножувачів.

**Хімічний метод.** Деякі хімічні речовини під дією іонізуючих випромінювань змінюють свою структуру. Так, хлороформ у воді при опромінуванні розкладається з утворенням соляної кислоти, яка дає кольорову реакцію з барвником, що додається до хлороформу. Двовалентне залізо в кислому середовищі окислюється в трьохвалентне під дією вільних радикалів  $\text{HO}_2$  і  $\text{OH}$ , що утворюються у воді при її опроміненні. Тривалентне залізо з барвником дає кольорову реакцію. За щільністю забарвлення судять про дозу опромінення (поглинутої енергії). Цей метод використовується в хімічному дозиметрі ДП-70.

У сучасних дозиметричних приладах широкого розповсюдження набув іонізаційний метод вимірювання іонізуючих випромінювань.

**Іонізаційний метод.** Під дією випромінювань в ізольованому об'ємі відбувається іонізація газу. Електрично нейтральні атоми (молекули) газу розділяються на позитивні та негативні іони. Якщо в цьому об'ємі помістити два електроди, до яких прикладено постійну напругу, то між електродами утворюється електричне поле. При наявності електричного поля в іонізованому газі виникає прямий рух заряджених частинок, тобто через газ проходить електричний струм, який називається іонізаційним струмом. Вимірюючи іонізаційний струм, можна зробити висновок про інтенсивність іонізуючих випромінювань.

Прилади, що працюють на основі іонізаційного методу, мають принципово однакову будову. Електрична схема дозиметричного приладу наведена на рис. 11.1.

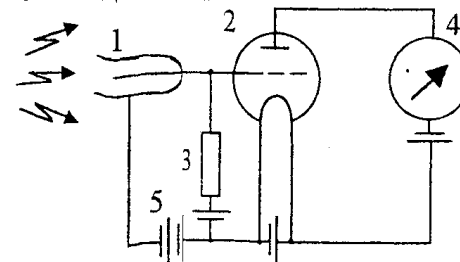


Рис. 11.1. Електрична схема дозиметричного приладу:

1 — приймальний пристрій (газорозрядний лічильник або іонізаційна камера); 2 — підсилювач електричного струму (електронна лампа або транзистор); 3 — навантажувальний резистор; 4 — мікроамперметр, пікала якого відградуєвана в рентгенах (мілірентгенах, мікрорентгенах); 5 — джерело електричного живлення (акумулятор або сухі елементи).



Іонізаційна камера являє собою заповнений повітрям замкнений об'єм. всередині якого знаходяться два ізольованих один від одного електроди (типу конденсатора). До електродів камери подається напруга джерела постійного струму. При відсутності іонізуючих випромінювань струму не буде, оскільки повітря є ізолятором. При дії іонізуючого випромінювання в іонізаційній камері повітря іонізується. В електричному полі позитивно заряджені частинки переміщуються до катода, а негативні — до анода. В електричному колі камери виникає іонізаційний струм, який реєструється мікроамперметром. Числове значення іонізаційного струму пропорційне потужності випромінювання. Звідси видно, що за іонізаційним струмом можна судити про потужність дози випромінювання, яка діє на камеру. Іонізаційна камера працює в області насиченості.

Газорозрядний лічильник використовується для вимірювання радіоактивних випромінювань малої інтенсивності. Висока чутливість лічильника дозволяє вимірювати інтенсивність випромінювання в десятки тисяч разів меншу за ту, яку вдається виміряти іонізаційною камерою.

У газорозрядних лічильниках використовується принцип підсилення газового розряду. При відсутності радіоактивного випромінювання вільних іонів в об'ємі лічильника немає. При дії радіоактивних випромінювань в робочому об'ємі лічильника утворюються заряджені частинки. Електрони, рухаючись в електричному полі анода лічильника, площа якого значно менша від площі катода, набувають кінетичної енергії, достатньої для додаткової іонізації атомів газового середовища. Вибиті при цьому електрони також здійснюють іонізацію. Таким чином, одна частинка радіоактивного випромінювання, потрапивши в об'єм газового лічильника, призводить до утворення лавини вільних електронів. На нитці збирається велика кількість електронів. Внаслідок цього позитивний потенціал різко вменшується і виникає електричний імпульс. Реєструючи кількість імпульсів струму, що виникають на одиницю часу, можна судити про інтенсивність радіоактивних випромінювань.

Для радіаційного контролю зараження радіоактивними речовинами використовують радіометри-рентгенометри (табл. 11.1)

Вимірювачі потужності дози ДП-5А(Б) і ДП-5В призначені для вимірювання рівнів радіації на місцевості і радіоактивної зараженості різних предметів за гама-випромінюванням. По-

тужність гама-випромінювання визначається в мілірентгенах чи рентгенах за годину для тієї точки простору, в якій розміщений при вимірах відповідний лічильник приладу.

Діапазон вимірів за гама-випромінюванням від 0.05 мР/год до 500 Р/год в діапазоні енергій гама-квантів від 0.084 до 1-5.6 ГмеВ). Прилади ДП-5А(Б) і ДП-5В мають шість піддіапазонів вимірювання (табл. 11.2). Знімання показів приладів проводиться за нижньою шкалою мікроамперметра в Р/год, за верхньою шкалою — в мР/год з наступним множенням на відповідний коефіцієнт піддіапазона. Ділянки шкали від нуля до першої цифри є неробочими.

**Таблиця 11.1.**  
**Характеристика приладів для вимірювання іонізуючого (радіоактивного) випромінювання**

Найменування приладу, джерело живлення	Маса, кг. спосіб використання	Вид реєстрованого випромінювання	Діапазон вимірів	Індикація	Помилки у вимірах, %
Вимірювачі потужності дози ДП-5В (Елементи 3 шт *4,5 В)	3,2. Переносний	гамма- та бета-випромінювання	0,5 мР/г 200 Р/г	Візуально за мікроамперметром	±30
ДП-3Б. Постійна напруга 12 або 26 В	6,5. Бортовий	гамма-випромінювання	0,1-500 Р/г	Візуально за мікроамперметром	± 15
Індикатор-сигналізатор ДП-64. Напруга - 6 В або акумулятор U=6В	Переносний	гамма-випро-	Поріг спрацювання- 0,2 Р/г	Світлова і звукова	± 30
Прилад радіаційної та хімічної розвідки ВПРХР. Постійний струм U=26В	23. Бортовий	гамма-випромінювання	0,2-150Р/г. Поріг "Р" -0.05 Р/г. Поріг "А" - 4 Р/г	Візуально за мікроамперметром	± 30...50

#### 11.4. Електромагнітне випромінювання, його дія на людину і принципи захисту

Застосування в промисловості систем, пов'язаних з генеруванням, передачею і використанням енергії електромагнітних коливань (наприклад, для індукційної і діелектричної термообробки металів, в радіопередавачах і телебаченні), спричиняє виникнення в оточуючому середовищі електромагнітного поля. При перевищенні допустимого рівня дії електричного поля на організм людини може виникати професійне захворювання. Джерелами електромагнітних полів є, наприклад, індукційні котушки, робочий конденсатор, окремі елементи генераторів, трансформатори, телеантени, а в промисловості — високовольні лінії електропередач (ЛЕП), відкрите розподільче устаткування та ін.

Електромагнітне поле має певну енергію і розповсюджується у вигляді електромагнітних хвиль.

Основними параметрами електромагнітних коливань є довжина хвилі — частота коливань і швидкість розповсюдження. Частота коливань виражається в Герцах (Гц).

Залежно від частоти коливань (довжини хвилі) електромагнітне випромінювання поділяється на ряд діапазонів, які наведені в табл. 11.2.

Таблиця 11.2.

#### Характеристика електромагнітних випромінювань

Назва діапазона частот	Діапазон частот	Діапазон довжини хвиль	Назва діапазону довжини хвиль
Низькі частоти НЧ	0.003...0,3 Гц	$10^7 \dots 10^6$ км	Інфранизькі
	0,3...3,0 Гц	$10^6 \dots 10^4$ км	Низькі
	3...300 Гц	$10^4 \dots 10^2$ км	Промислові
	300 Гц...30 кГц	$10^2 \dots 10$ км	Звукові
Високі частоти ВЧ	300...300 кГц	10...1 км	Довгі
	300 кГц...3 МГц	1 км...100 м	Середні
	3 МГц...30 МГц	100...10 м	Короткі
Ультрависокі частоти УВЧ	30...300 МГц	10...1 м	Ультракорткі
Надвисокі частоти НВЧ	300 МГц...3 ГГц	100...10 м	Дециметрові
	3...30 ГГц	10...1 см	Сантиметрові
	30...300 ГГц	10...1 мм	Міліметрові

У зоні дії електромагнітного поля людина потрапляє під теплову і біологічну дію. Змінне електричне поле викликає нагрівання тканин людини за рахунок змінної поляризації діелектрика, а також за рахунок появи струмів провідності. Надлишкове тепло, яке виділяється в органах людини, відводиться за рахунок збільшення навантаження на механізм терморегуляції, а починаючи з певного часу організм не справляється з відведенням тепла від окремих органів і температура може підвищуватися. Перегрівання особливо шкідливе для тканин із слаборозвинутою судинною системою або недостатнім кровообміном (очі, мозок, нирки, шлунок, жовчний міхур). Ураження очей викликає катаракту і втрату зору. Це характерно для надвисоких частот. Надвисокочастотне випромінювання діє також на психіку людини, порушується сприйняття і використання інформації про навколишню дійсність, викликає слухові галюцинації тощо.

Коливання з частотою нижче 16 Гц діють на нервову систему, порушують роботу шлунка, викликають біль голови і внутрішніх органів, порушують ритм дихання. Можливі зміни з боку ендокринної системи і зміна складу крові.

Критерієм безпеки перебування людини в електромагнітному полі промислової частоти є напруженість поля. Електричне поле струмів промислової частоти характеризується напругою 400 кВ і вище.

В табл. 11.3 наведено норми часу перебування людини в електричному полі залежно від його напруженості. Ці вимоги забезпечують безпечність за умови, якщо в основний час доби на людину не буде впливу електричного поля напруженістю більше 5 кВ/м.

Таблиця 11.3.

#### Вплив електричного поля на людину залежно від часу і напруженості

Напруженість електричного поля	Час перебування людини в електричному полі протягом 1 доби, хв
Менше 5	Не нормована
Від 5 до 10	Не більше 180
Більше 10 до 15	Не більше 90
Більше 15 до 20	Не більше 10
Більше 20 до 25	Не більше 5

Напруженість магнітного поля на робочому місці за гранично допустимим рівнем не повинна бути більшою 8 кА/м.

Одним з найбільш ефективних методів захисту від низькочастотних і радіовипромінювань є екрани. Для екранів використовують, в основному, матеріали з високою електричною провідністю (мідь, бронза, алюміній і його сплави тощо). Екрани повинні бути заземлені.

Для індивідуального захисту застосовується спецодяг, зроблений із металізованої тканини у вигляді комбінезона, халата, захисної куртки з капюшоном і вмонтованими в ньому захисними окулярами.

При використанні спецодягу з металізованої тканини треба суворо дотримуватися вимог електробезпеки.

### 11.5. Лазерне випромінювання та його дія на організм людини

*Лазери* — це потужні випромінювачі електромагнітної енергії оптичного діапазону, які ще називаються квантовими оптичними генераторами. Принцип роботи лазера базується на взаємодії електромагнітного поля з електронами, які входять до складу атомів і молекул робочої речовини. Випромінювання лазерів когерентне, воно має постійну різницю фаз між коливаннями. Воно розповсюджується в середовищі вузьконаправленим променем і характеризується високою концентрацією енергії. Залежно від робочої речовини лазери бувають газові, напівпровідникові, рідинні, твердотілі. У газових лазерах використовують неон, аргон та інші гази або пару, наприклад, пару кадмію. У напівпровідниковому лазері в якості робочої рідини використовують арсенід галію, який має властивості напівпровідника. У рідинних лазерах є речовини органічних барвників або неорганічних солей рідкісних металів. У твердотілих лазерах використовують рубін або скло в суміші з рідкоземельними елементами, а також діелектрики. Основними елементами лазерів, крім робочої рідини, є джерело накачки і оптичний резонатор.

Сфера застосування лазерів в промисловості різноманітна — точкове зварювання, свердління отворів в металах, надтвердих матеріалах, кристалах. Застосовують лазери при дефектоскопії металів, в будівництві, радіоелектронній промисловості та ін.

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

Лазери генерують електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 0,2 до 1000 мкм. Цей діапазон, з точки зору біологічної дії, ділиться на три області: ультрафіолетову (0,2...0,4 мкм); ближню інфрачервону (0,75...1,4 мкм); дальню інфрачервону (понад 1,4 мкм).

Енергетичні параметри лазерів залежать від їх видів. Генератори неперервного випромінювання характеризуються залежно від потужності (Вт). Імпульсні лазери характеризуються енергією (Дж). Нормативними величинами лазерного випромінювання є відношення потужності до площі поверхні (Вт/см<sup>2</sup>) або концентрованого пучка енергії до одиниці площі (Дж/см<sup>2</sup>).

Дія лазерного випромінювання на організм людини має складний характер і зумовлена безпосередньою дією лазерного променя на тканини.

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

Термічна дія променів лазерів постійної дії має багато спільного із звичайним нагріванням. На шкірі виникає опік, а при енергії вище 100 Дж виникають важкі опіки з руйнуванням тканин. Характерною властивістю лазерного опіку є мала площа ураження.

Нетермічна дія лазерного випромінювання обумовлена процесами, які виникають внаслідок поглинання тканинами електромагнітної енергії, а також електричними і фотоелектричними ефектами.

Уражаюча дія лазерного променя — нагрівання до високих температур матеріалів об'єкта опромінення, їх розплавлення і навіть випаровування. Пошкоджуються елементи обладнання на виробничих підприємствах, у людей виникають опіки шкіри і сітківки очей. Лазерний промінь не має видимих ознак (вогню, диму звуку), діє приховано.

## 11.6. Забезпечення лазерної безпеки

Під лазерною безпекою розуміють низку технічних, санітарно-гігієнічних і організаційних заходів, які гарантують безпечні умови праці персоналу при використанні лазерів. Всі лазери повинні мати знак лазерної небезпеки. Розміщення лазерів дозволяється тільки в спеціально обладнаних приміщеннях, на дверях яких є знак лазерної небезпеки.

Управління лазерами, які є джерелами небезпеки (ураження органів зору, дифузне відбиття від поверхні), повинно бути дистанційним, а двері приміщень з лазерними установками повинні мати блокувальні пристрої, лазерно-небезпечні зони повинні огорожуватися або екрануватися. Для екранів і огорожень потрібно вибирати вогнестійкі матеріали із найменшим коефіцієнтом відбиття. Ці матеріали не повинні виділяти токсичних речовин під дією лазерного випромінювання.

Методи і апарати дозиметричного контролю лазерного випромінювання затверджені в нормативному документі — Системі 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 0,25...0,4; 0,4...1,4 та 1,4...20 мкм як для випромінювання з невідомими параметрами в даній точці, так і для випромінювання з відомими спектрами, частотними і просторовими параметрами в заданій точці контролю.

## 11.7. Ультрафіолетове випромінювання

*Ультрафіолетовим випромінюванням (УФВ)* називають електромагнітне випромінювання в оптичній області, яке відноситься до діапазону коротких хвиль з довжиною 200...400 нм. Природним джерелом УФВ є Сонце. Штучними джерелами є газорозрядні джерела світла, електричні дуги, лазери та ін. Енергетичною характеристикою УФВ є потік потужності, виражений у Вт/м<sup>2</sup>.

Дія УФВ на людину оцінюється якісною еритемною дією, тобто почервонінням шкіри (після 48 годин), що викликає пігментацію шкіри. Дія біологічних цілей потужність УФВ оцінюється еритемним потоком. Одиницею вимірювання потоку є ер. 1 ер — видимий потік, який 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>.

УФВ є важливим для життєдіяльності людини. Якщо тривалий час відсутнє УФВ, то в організмі людини виникають небажані явища, які називаються світловим голодуванням або ультрафіолетовою недостатністю. Але за умови тривалої дії УФВ викликає серйозні захворювання очей та шкірного покриву.

Для запобігання небажаних наслідків, викликаних дефіцитом УФВ, використовують як сонячне випромінювання, так і штучні джерела УФВ. Залежно від ступеня УФ-дефіцизу, рекомендуються дози в межах 0,125...0,75 еритемної дози (10...60 мер/м<sup>2</sup>).

На промислових підприємствах інтенсивність УФ-опромінення не повинна перевищувати максимальну добову дозу — 60 мер/м<sup>2</sup> для УФВ з довжиною хвилі більше 280 нм.

У виробничих умовах має місце сумісна дія отруйних речовин та ультрафіолетового випромінювання. УФ-промені впливають на процеси взаємодії газів в розчинах. При УФ-опроміненні можлива сенсibilізація організму до дії деяких отруйних речовин, наприклад, розвиток фотодерматиту при забрудненні шкіри пековим (твердим або напівтвердим) порошком. УФ-опромінення може знижувати чутливість організму до деяких шкідливих речовин за рахунок підвищення процесу окислення в організмі і більш швидкої нейтралізації отруйних речовин. Відомо про зменшення токсичного ефекту СО при УФ-опроміненні. Причиною цього є швидка дисоціація карбоксиамаглобуліну і більш швидке виведення СО з організму.

## 11.8. Електромагнітний імпульс, його дія на навколишнє середовище

*Електромагнітним імпульсом (ЕМІ)* називають хвилі короткочасного існування з довжиною хвилі від 1 до 1000 м і більше.

Дія імпульсного випромінювання на організм людини має складний характер, тому що енергія, яка випромінюється, є причиною миттєвого плазмового і тепловиділення, а це викликає механічне пошкодження тканин.

Генерація ЕМІ виникає у зв'язку із взаємодією гама-квантів і нейтронів з газом, який знаходиться на ділянці ударної хвилі та її напруги. Важливе значення має виникнення асиметрії в роз-

поділі електричних зарядів, які виникають в просторі. Це пояснюється особливостями розповсюдження гама-випромінювання і утворення електронів. При наземному, або низовому повітряно-ядерному вибуху, гама-кванти, які входять в зони ядерних реакцій, вибивають із атомів повітря швидкі електрони. Швидкі електрони летять в напрямку руху гама-квантів із швидкістю світла ( $3 \cdot 10^8$  м/с), а позитивні іони залишаються на місці. Внаслідок такого розподілу електронних зарядів в просторі утворюються елементарні магнітні поля ЕМІ.

При наземному і низинному ядерних вибухах уражаюча дія ЕМІ розповсюджується на відстань декількох кілометрів від центру вибуху.

При висотному ядерному вибуху утворюються поля ЕМІ в зоні вибуху і на висоті 20...40 км від поверхні землі.

ЕМІ в зоні вибуху утворюються за рахунок швидких електронів, які виникають внаслідок взаємодії гама-квантів ядерного вибуху з матеріалом оболонки боєприпасу і рентгенівського випромінювання з атомами розрідженого повітряного простору. Гама-випромінювання, яке розповсюджується в напрямку Землі, починає поглинатися в більш щільних шарах атмосфери на висотах 20...40 км, вибиваючи з атомів повітря швидкі електрони. Внаслідок розділення і пересування позитивних і негативних зарядів в цій області вибуху, а також при взаємодії зарядів з геомагнітним полем Землі виникає електромагнітне випромінювання.

Воно досягає поверхні Землі в зоні з радіусом до декількох сот кілометрів. Електричні і магнітні поля ЕМІ в ролі уражаючого фактора характеризуються напруженістю поля. В динаміці ЕМІ являє собою швидкозатухаючий коливний процес. Напруженість електричних і магнітних полів ЕМІ залежить від потужності, висоти вибуху, відстані від центру вибуху і властивостей навколишнього середовища. Уражаючої дії ЕМІ зазнають радіоелектронна і електротехнічна апаратура. Під дією ЕМІ в апаратурі наводяться електричні струми і напруги, які можуть викликати пробій ізоляції, пошкодження трансформаторів, псування напівпровідникових приладів, перегорання плавких вставок та інших елементів радіотехнічних засобів. Найбільш небезпечній дії ЕМІ підлягають лінії зв'язку, електропередачі, сигналізації й управління. У них, внаслідок дії ЕМІ, наводяться великі напруги і можуть виникнути великої сили струми. Коли ЕМІ недостатній для пошкодження приладів або окремих елементів,

то можливе згоряння плавких вставок, газорозрядників. Якщо ядерний вибух стався поблизу мереж енергопостачання, зв'язку, які мають велику потужність, то наведені в них електричні напруги розповсюджуються по дротах на велику відстань, викликають пошкодження апаратури і ураження людей, які знаходяться на небезпечній відстані. ЕМІ може пошкодити неекрановані елементи електронного й електротехнічного обладнання. Висотний ядерний вибух утворює перешкоди в роботі засобів зв'язку на дуже великій відстані і на великих площах. Захист від ЕМІ досягається екрануванням ліній електропостачання, управління, апаратури та іншого обладнання.

Сьогодні необхідно на всіх рівнях і в усіх напрямках проводити активну роботу проти нарощування ядерної зброї, її випробування, виступати за її повне знищення. Для цього потрібні міжнародні угоди, закони, домовленості та постійний суворий контроль за їх виконанням. Активну участь у цій справі має брати громадськість, студентство.

### **12.1. Екологічні проблеми України**

Перед людством сьогодні стала серйозна проблема — захист навколишнього природного середовища від забруднення атмосферного середовища та стічних вод.

Забруднення атмосфери та гідросфери шкідливими речовинами створює велику загрозу для здоров'я людей не тільки сьогоднішнього; але й майбутніх поколінь, завдає значні матеріальні збитки, порушує екологічну рівновагу, негативно впливає на зміну природних умов як окремих регіонів, так і планети вцілому.

Нинішня екологічна ситуація в Україні характеризується як глибока еколого-економічна криза, що зумовлена закономірностями функціонування адміністративно-командної економіки колишнього СРСР. Довгі роки нарощування продуктивних сил здійснювалося практично без врахування екологічних наслідків. Допущені серйозні помилки в організації комплексного використання природних ресурсів, недостатня увага приділялася управлінню охороною природи та контролю якості природного навколишнього середовища.

Україну не минули такі глобальні явища, як кислотні дощі, трансграничне забруднення, руйнування озонового шару, потепління клімату, накопичення відходів, особливо токсичних і радіаційних, зниження біологічного різноманіття. Винятковою особливістю України є те, що екологічно гострі локальні ситуації у Придніпров'ї, Донбасі, Кривбасі, Північному Криму, Карпатах, Поліссі, на узбережжі Чорного та Азовського морів поглиблюються екологічними кризами. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції 1986 року з її величезними медико-біологічними наслідками спричинила в Україні ситуацію, що наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи.

Проблема радіоактивних відходів набула дуже великої гостроти. На атомних електростанціях накопичено тисячі тонн відпрацьованого ядерного палива, десятки тисяч кубометрів твердих і десятки мільйонів літрів рідких радіоактивних відходів. Понад 70 млн. куб. м радіоактивних відходів зосереджено у відвалах та хвостосховищах уранової, гірничодобувної та переробної промисловості. Ситуація із забрудненням територій ускладнилась після ава-

рії на Чорнобильській АЕС. Радіонуклідами забруднено 4,6 млн. га, з використання вилучено 119 тис. га сільськогосподарських угідь.

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища є підприємства енергетики, металургії, хімічної, нафтової промисловості, промисловість будівельних матеріалів, а також автотранспорт. Високий рівень забруднення залишився у 13 містах України, які знаходяться в Донецько-придніпровському промисловому регіоні: Донецьку, Краматорську, Єнакієво, Горлівці, Макіївці, Маріуполі, Алчевську, Слов'янську, Луганську, Держинську, а також в Запоріжжі, Одесі, Кривому Розі. Такий рівень обумовлений, головним чином, підвищеним вмістом у повітрі специфічних шкідливих речовин, а також вмістом діоксиду азоту і пилу.

Рівень забрудненості водних об'єктів України основними забруднюючими речовинами в 1993 р. переважно не змінився, за винятком нафтопродуктів, вміст яких у воді річок басейнів Дунаю та Дністра дещо зріс, а в річках Приазов'я та притоках Сіверського Донця — зменшився порівняно з попереднім роком. Водні об'єкти забруднені переважно нафтопродуктами, фенолами, органічними речовинами, сполуками азоту та важкими металами.

Особливо небезпечні наслідки для здоров'я людини викликає забруднення природних вод побутовими стоками. Така вода зовсім непридатна для постачання населенню, оскільки містить збудники різноманітних інфекційних захворювань, таких як паратиф, дизентерія, інфекційний вірусний гепатит та ін.

На сьогоднішній день зростаючу небезпеку становлять миючі синтетичні засоби, які потрапляють у водойми і навіть при незначній кількості викликають неприємний смак і запах води та утворюють піну та плівку на поверхні, що утруднює доступ кисню та веде до загибелі водних організмів.

Особливим забрудненням гідросфери є теплове забруднення, яке спричинене спуском у водойми вод від різних енергетичних установок. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в річки й озера, суттєво змінює їх термічний та біологічний режими. Серед теплових забруднювачів гідросфери перше місце посідають АЕС.

Катастрофа на Чорнобильській АЕС порушила господарську діяльність багатьох підприємств, завдала шкоди сільськогосподарському виробництву і лісовому господарству.

З моменту аварії і до цього часу одним із найпотужніших факторів, що впливають на радіологічну ситуацію в Україні, є

радіоактивне забруднення території 30-кілометрової зони навколо ЧАЕС. Особливу проблему створює забруднення радіонуклідами відкритих водойм. У перші дні аварії максимальні рівні радіоактивності води спостерігались у гирлі річок Прип'ять, Уж, Тетерів, Ірпінь і в Київському водосховищі.

Особливо тривожним є той факт, що 150 тис. жителів, у тому числі й діти, отримали дози опромінення щитовидної залози, які перевищують допустимі. У структурі захворювань дітей забрудненої зони значне місце посідають хвороби органів дихання, травлення, ендокринної системи, системи кровообігу.

Надзвичайно великий антропогенний тиск на водні ресурси та значне їх використання негативно позначилися на якісному стані Чорного та Азовського морів.

Стан навколишнього природного середовища значною мірою визначається рівнем лісистості та якісним станом лісів. Україна — малолісна країна (лісистість складає близько 14%). Площа земель лісового фонду складає 9,9 млн. га, в тому числі вкрито лісом — 8,6 млн. га. За останні 50 років лісистість збільшилася на 4%, але ліси розташовані нерівномірно. Ліси виконують переважно захисні, водоохоронні та санітарно-гігієнічні функції. Однак, вони інтенсивно експлуатуються, гинуть від промислових викидів та пожеж, внаслідок недбалого відведення земель з вирубкою під різного роду будівництво. Їх стан зумовлений не лише рівнем та інтенсивністю антропогенного впливу, але й зростаючим техногенним навантаженням, що порушує природну стійкість і середовищеформуючі функції лісових екосистем. Протягом останнього десятиріччя в Україні загинуло від промислових викидів 2,5 тис. га лісових насаджень. Радіаційного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС зазнали 3,3 млн. га лісів. Вирубка лісового фонду перевищує його відновлення.

Соціальну напруженість створює інтенсивна експлуатація лісів, особливо в карпатському та поліському регіонах, де зосереджені основні запаси деревини, відповідно 29 та 33%. Великих збитків завдають лісові пожежі.

Порушення природної стійкості лісів призводить до зростання уразливості насаджень, визначає подальше збереження напруженого санітарного стану лісів. Екстенсивне природокористування, нехтування екологічним обґрунтуванням при розвитку агропромислового та лісохімічного комплексів, зарегулювання стоку річок, осушення боліт та стихійний розвиток колективного

садівництва призвели до зниження природного потенціалу майже 70% цінних природних комплексів і ландшафтів України. В результаті цього процес деградації генетичного фонду живої природи спостерігається практично у всіх регіонах України.

Важливо звернути увагу і на такий аспект. В Україні з 1991 р. зменшується, але, на жаль, залишається ще великою, кількість випадків забруднення природного середовища. Найбільша кількість аварій виникає на продуктопроводах, нафтопроводах та каналізаційних мережах, де інженерно-технічні споруди фізично та морально застаріли, а також на морських та річкових суднах.

Одним із основних факторів виходу із глобальної екологічної кризи є якомога ширше та швидше впровадження найновіших технологій різних виробництв, перш за все — найсучасніших технологічних процесів у базових галузях виробництва (чорна та кольорова металургія, газо- та нафтовидобувна промисловість, транспортування сировини, обробка найважливіших матеріалів). Впровадження таких технологій є показником зміни ставлення людини до природи через зменшення витрат сировини (тобто потреб у природних ресурсах) і енерговитрат, підвищення якості виробництва й зменшення його вартості. Характер технології — один із найважливіших показників ступеня використання людством наукових досягнень.

## 12.2. Джерела забруднення атмосферного повітря

Великої шкоди навколишньому середовищу завдає забруднення повітряного басейну. На його стан впливають внутрішні джерела (стаціонарні та пересувні) та повітряні потоки з території Західної Європи.

Викиди шкідливих речовин від стаціонарних джерел забруднення в 1993 році склали 7,3 млн. т, що на 1,4 млн. т менше, ніж в 1992 році. Уловлюється та знешкоджується тільки три чверті шкідливих речовин, які відходять від стаціонарних джерел забруднення, у тому числі газоподібних та рідких — менше третини. Викиди автотранспорту склали 2,7 млн. т (або 27% від загальних викидів).

Основне антропогенне забруднення атмосферного повітря створюють промислові підприємства, усі види транспорту і енергетики, а також різні шуми та вібрації від виробництв, транспорту, іонізуюче випромінювання тощо.

Забруднення природного середовища класифікують, зокрема, за типом походження, за часом взаємодії з навколишнім середовищем, за способом впливу.

За походженням забруднення поділяють на:

**фізичні забруднення** — це зміни теплових, електричних, радіаційних, світлових полів у природному середовищі, шуми, вібрації, гравітаційні сили, спричинені людиною;

**механічні забруднення** — це різні тверді частки та предмети (викинуті як непридатні, спрацьовані, вилучені з вжитку);

**хімічні забруднення** — тверді, рідкі, газоподібні речовини, хімічні елементи й сполуки штучного походження, які надходять до біосфери, порушуючи встановлені природою процеси кругообігу речовин і енергії;

**біологічні забруднення** — різні організми, що з'явилися завдяки життєдіяльності людства — бактеріологічна зброя, нові віруси (збудники СНІДу, хвороби легіонерів, епідемій інших хвороб), а також катастрофічне розмноження рослин чи тварин, переселених з одного середовища в інше людиною чи випадково.

Важливими показниками є норми визначення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі, воді, ґрунті, продуктах харчування.

Нормативи ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі повинні відповідати інтересам здоров'я людей та охорони навколишнього середовища. Для одних і тих самих забруднюючих речовин ГДК в атмосферному повітрі населеного пункту нижча, ніж в повітрі робочої зони промислових підприємств.

**Гранично допустимі концентрації (ГДК)** — максимальна кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму або маси середовища води, повітря або ґрунту, яка практично не впливає на стан здоров'я людини. ГДК встановлюється у законодавчому порядку або рекомендується компетентними установами, комісіями як норматив. В останній час при нормуванні ГДК враховують не тільки вплив забруднень на стан здоров'я людини, але і їх вплив на диких тварин, рослини, гриби і мікроорганізми, природні угруповання, а також клімат, прозорість атмосфери і санітарно-побутові умови життя. На сьогоднішній день у більшості країн встановлено значення ГДК більш ніж для 700 шкідливих газів, парів і пилу у повітрі.

Для всіх об'єктів, які забруднюють атмосферу, розраховують і встановлюють норми на ГДВ. **Гранично допустимі викиди**

(ГДВ) — це кількість шкідливих речовин, яка не повинна перевищуватися під час викиду в повітря за одиницю часу, щоб концентрація забруднювачів повітря на межі санітарної зони не була вищою від ГДК. Проводиться інвентаризація джерел забруднення атмосфери для кожного підприємства, а також екологічна паспортизація всіх об'єктів, які забруднюють довкілля.

**Гранично допустиме навантаження (ГДН)** — граничне значення господарського або рекреаційного навантаження на природне середовище, яке встановлюється з врахуванням ємкості природного середовища або ресурсного потенціалу, здатності до саморегуляції і відтворення з метою охорони навколишнього середовища від забруднень, виснаження і руйнування.

Під цим поняттям слід розуміти таку максимальну 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.

Ці нормативи мають законодавчу силу і є юридичною основою для санітарного контролю.

У зв'язку з тим, що в реальних умовах людина відчуває на собі комбіновану, комплексну і сполучену дію фізичних, хімічних та біологічних факторів навколишнього середовища і це реальне навантаження визначає можливі зміни у стані здоров'я, введено поняття **максимально допустиме навантаження (МДН)**. Під цим поняттям слід розуміти таку максимальну 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.

Увійшли в ужиток ще такі поняття, як **санітарно-захисні зони (СЗЗ)**, **загальне техногенне екологічне навантаження (ЗТЕН)**, **екологічна витривалість (ЕВ)**, **гранично допустима доза (ГДД)**, **гранично допустимий скид (ГДС)**, **гранично допустимий рівень (ГДР)** та ін.

Для речовин, для яких ГДК відсутні, встановлюють тимчасові нормативи — **орієнтовані безпечні рівні впливу (ОБРВ)** або **тимчасово допустимі концентрації (ТДК)**.

ОБРВ, як і ТДК, є допустимими максимальними разовими концентраціями (вимірюються в мг/м<sup>3</sup>).

Діючі норми (СН 245–71) встановлюють, що за наявності в повітрі домішок речовин, яким властивий ефект накопичення шкідливого впливу, має виконуватися умова:



$$Q_i = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq V,$$

де  $Q_i$  — сумарна безрозмірна концентрація  $i$ -тої групи речовин;

$C_1, C_2, \dots, C_n$  — фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$  — гранично допустимі концентрації тих самих речовин.

Кожній галузі промисловості властивий характерний склад і маса речовин, які викидаються в атмосферу. Це визначається, перш за все, складом речовин, що застосовуються в технологічних процесах, і екологічною досконалістю останніх.

Так, для деревообробної галузі промисловості характерні такі промислові викиди, як деревинний пил (основними джерелами забруднення атмосфери є цехи механічної переробки деревини, зокрема, шліфувальні ділянки), і різні хімічні речовини (оздоблювальні та склеювальні операції). Особливої уваги заслуговують виробництва деревностружкових (ДСтП) та деревноволокнистих (ДВП) плит.

Виділяють максимальні разові та середньодобові ГДК (перші не повинні шкодити протягом 20 хв., другі — при необмежено довгому вдиханні (споживанні)). Приклад значення деяких ГДК: у повітрі сірчаного газу повинно бути не більше 0,05 мг/м<sup>3</sup> (середньодобова), або 0,5 мг/м<sup>3</sup> (максимально разова), сірководню — не більше 0,008 мг/м<sup>3</sup>, фенолу, формальдегіду — не більше 0,003 мг/м<sup>3</sup>, стиролу — не більше 0,002 мг/м<sup>3</sup>, оксидів азоту — не більше 0,04 мг/м<sup>3</sup>, аміаку — не більше 0,004 мг/м<sup>3</sup>, сажі — не більше 0,05 мг/м<sup>3</sup>, сірковуглецю — не більше 0,005 мг/м<sup>3</sup>.

Згідно з СН 245–71 концентрації забруднюючих речовин у повітрі підприємства не повинні перевищувати 30% ГДК для робочої зони виробничих приміщень. Вимоги щодо чистоти повітря на території підприємства повинні забезпечити очищення припливного повітря, яке надходить до виробничих приміщень. Нормативи ГДВ не повинні бути перевищені в будь-якій 20-хвилинний інтервал часу.

З метою зменшення забруднення навколишнього середовища промисловими газами, етилом та рідкими викидами розроблені численні методи їх очищення, зокрема:

- локалізація токсичних речовин у зоні їх утворення, очистка забрудненого повітря в спеціальних апаратах і його

повернення у виробниче чи побутове приміщення, якщо після апарата повітря відповідає нормативним вимогам до приточного повітря;

- оснащення джерел викидів шкідливих речовин пило- та газоочисними установками;
- очистка технологічних газових викидів у спеціальних апаратах, викиду та розсіювання в атмосфері. У деяких випадках перед викиданням забруднені гази розбавляють атмосферним повітрям;
- заміна або реконструкція морально та фізично застарілих пило-та газоочисних установок;
- виведення з експлуатації старих, екологічно недоцільних виробництв;
- очистка відпрацьованих газів енергоустановок, наприклад двигунів внутрішнього згоряння в спеціальних агрегатах і викидання в атмосферу;
- впровадження мало- та безвідходних технологічних процесів та інше.

### 12.3. Очищення викидів від промислових забруднень

Методи очистки промислових викидів від забруднень поділяють на такі основні групи:

- очистка повітря від твердих та рідких домішок (механічна);
- промивання домішок розчинниками домішок (абсорбція);
- промивання викидів розчинами реагентів, які зв'язують домішки (хемосорбція);
- поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами (адсорбція);
- термічна нейтралізація викидуваних газів і поглинання домішок застосуванням каталітичного перетворення (докладно це питання виклав Носовський Т.А.).

**Механічна очистка** — сухе виловлювання за допомогою циліндричних сепараторів і різних фільтрів (механічних, електричних, тканинних, керамічних, пластмасових), мокре пиловловлювання за допомогою зрошувальних пристроїв, скрубєрів, барботажних і пінних апаратів.

У техніці процес абсорбції часто називають скрубєрним процесом. Очистка тут полягає в поділі газоповітряної суміші на

складові частини поглинанням одного або кількох газових компонентів (абсорбатів) цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину.

Рушійною силою при цьому є градієнт концентрації на межі фаз "газ-рідина". Розчинений в рідині абсорбат внаслідок дифузії проникає у внутрішні шари абсорбента. Процес абсорбції визначається величиною поверхні поділу фаз, турбулентністю потоків і коефіцієнтом дифузії.

Головною умовою при виборі абсорбента є розчинність у ньому видобуваного компонента та її залежність від температури й тиску.

Для видалення з технологічних викидів амоніаку, хлористого чи фтористого водню поглинаючою рідиною застосовують воду, інколи — сірчану кислоту, в'язку олію та ін.

**Метод хемосорбції** ґрунтується на поглинанні газів і пари твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетких чи малорозчинних хімічних сполук. Поглинаюча здатність хемосорбента практично не залежить від тиску, через що хемосорбція більш вигідна при незначній концентрації забруднень. Більшість реакцій, що протікають в процесі хемосорбції, є екзотермічними та оборотними, у зв'язку з чим при підвищенні температури розчину утворювана хімічна сполука розкладається з виділенням вихідних елементів. На цьому принципі ґрунтується механізм хемосорбента.

Хемосорбція — найпоширеніший спосіб очистки викидів від окислів азоту, наприклад, із гальванічних ванн за допомогою вапняного розчину.

Методи абсорбції і хемосорбції, що застосовуються для очистки промислових викидів, називають мокрими. Основний їх недолік — громіздкість, значна кількість відходів і необхідність їх знежирювання.

**Метод адсорбції** базується на властивостях деяких твердих тіл з ультрамікроскопічною структурою селективно витягувати та концентрувати на своїй поверхні окремі компоненти з газової суміші. У пористих тілах з капілярною структурою поверхневе поглинання доповнюється капілярною конденсацією.

Адсорбцію поділяють на фізичну адсорбцію і хемосорбцію. При першій молекули газу прилипають до поверхні твердого тіла під впливом міжмолекулярних сил притягання. Теплота, яка при цьому вивільнюється, за значенням збігається з теплотою конденсації пари. Перевага фізичної адсорбції — зворотність проце-

су, особливо за умови, якщо економічно вигідно рекуперувати адсорбований газ або адсорбент.

В основі хемосорбції лежить хімічна взаємодія між адсорбатом і адсорбентом. При цьому сили зчеплення значно більші, ніж при фізичній адсорбції, а теплота, що вивільнюється, збігається за значенням з теплотою реакції. Процес хемосорбції, як правило, є незворотний: при десорбції змінюється хімічний склад адсорбата.

Як адсорбенти застосовують речовини, що мають велику площу поверхні на одиницю маси. Так, питома поверхня активованого вугілля сягає  $10^5 \dots 10^6$  м<sup>2</sup>/кг.

Одним із основних параметрів адсорбентів є здатність адсорбувати видобуваний компонент.

**Метод термічної нейтралізації** базується на здатності горючих токсичних компонентів оксидуватися до менш токсичних при наявності вільного кисню та високої температури газової суміші. Цей метод застосовують у тих випадках, коли обсяги викидів значні, а концентрація забруднюючих речовин перевищує 300 млн<sup>-1</sup>.

Відсутність шламу, незначні габарити очисних установок, простота їх обслуговування та інші позитивні якості зумовили їх широке застосування у промисловості.

Якщо гази, які видаляються, забезпечують підведення значної частини енергії, слід використовувати пряме спалювання. При цьому можуть утворюватися нові шкідливі речовини, наприклад, оксид азоту, які забруднюватимуть повітря.

**Каталітичний метод** використовують для перетворення токсичних компонентів промислових викидів у нешкідливі або менш шкідливі для навколишнього середовища речовини введенням у нього каталізаторів. Наявність останніх різко скорочує процес і габарити реактора. При цьому температура реакції, порівняно з термічною оксидацією, істотно знижується.

Каталітичний метод очистки застосовують для нейтралізації вихлопних газів автомобілів.

**Біохімічні методи**, газоочистки базуються на здатності мікроорганізмів руйнувати та перетворювати різні сполуки (наприклад, при нанесенні лакових покриттів на автомобілях, у ливарних цехах).

При цьому використовують біофільтри і біоскрубери, у яких зрошувальною рідиною (абсорбентом) служить водяна суспензія активного намулу, де шкідливі речовини розщеплюються мікроорганізмами. Швидкість біологічної очистки незначна.

Вибір методу очистки визначається техніко-економічним розрахунком і залежить від концентрації забруднювача у повітрі, яка пов'язана з фоновим забрудненням атмосфери в даному регіоні, обсягів очищуваних газів і їх температури, потреби у тих чи інших продуктах утилізації і наявності потрібного сорбента, від каталізатора та ін.

Головний принцип, який має бути покладений в основу проектування очисних споруд — це максимально можливе затримання шкідливих речовин і теплової енергії, а також, що дуже важливо, — їх повернення в технологічний процес.

Існують також організаційні, технологічні та інші засоби контролю та зменшення забруднення атмосфери.

1. Зменшення кількості ТЕС за рахунок будівництва більш потужних, забезпечених новітніми системами очищення, утилізації (корисного використання) газових і пилових викидів. Як відомо, одна потужна ТЕС забруднює повітря менше, ніж сотня котелень тієї ж сумарної потужності. Гази, що виходять із топок ТЕС, перш ніж потрапити в атмосферу, очищаються в спеціальних установках. Деякі країни навіть мають з цього економічну вигоду. Наприклад, Франція забезпечує свої потреби в сірчаній кислоті за рахунок  $SO_2$ , що вловлюється з відхідних газів її ТЕС (власних родовищ сірки, з якої в інших країнах виготовляється сірчана кислота, у Франції нема).
2. Очищення вугілля до його надходження в топку ТЕС від піриту (сірчаного колчедану,  $FeS_2$ ). Це стає дедалі необхіднішим у зв'язку з надходженням в топку ТЕС вугілля чимраз нижчої якості зі значним вмістом піриту. Ефективне очищення вугілля зменшує вміст сірчаних окислів у димах ТЕС на 98...99%.
3. Заміна вугілля та мазуту для ТЕС екологічно чистішим паливом — газом. ТЕС, що працюють на природному газі, крім  $CO_2$  і окислів азоту (останні теж можна вловити з диму), не викидають в повітря шкідливих газів.
4. Регулювання двигунів внутрішнього згорання в автомобілях, установка на них спеціальних каталізаторів, що нейтралізують чадний газ до  $CO_2$ , заміна шкідливого етилованого бензину (який забруднює повітря свинцем) на екологічно менш шкідливий.
5. Озеленення міст і селищ.
6. Правильне планування житлових і промислових районів у межах міста, їх треба розташовувати якомога далі один від одного, а між ними обов'язково створювати зони зелених насад-

жень, а автомобільні траси з напруженим рухом (особливо вантажівок) планувати за межами житлових районів.

7. Використання звукопоглинальних матеріалів при будівництві житлових будинків і промислових підприємств.

#### 12.4. Джерела антропогенного забруднення гідросфери

*Гідросфера* — це водна сфера нашої планети, сукупність океанів, морів, вод континентів, льодовикових покривів. Наша планета містить близько 16 млрд. куб. м води, що становить 0,25% її маси. Основна частина цієї води (понад 80%) зосереджена в льодовиках і айсбергах. Прісна вода на планеті становить лише 2% від її загальної кількості. Лише 1% прісної води — це ріки, прісноводні озера й підземна частина вод; саме ці джерела й використовуються людством для своїх потреб. Вода — особливий мінерал природи, який може знаходитись в трьох агрегатних станах: твердому, рідкому й газоподібному.

Для великої кількості живих організмів вода була середовищем зародження і тривалої еволюції.

*Вода* — символ здоров'я. До води завжди була особлива увага. Адже, завдяки їй можливе життя кожної людини. Ця прозора нежива речовина перетворилася на джерело високої моральної сили. Вода є основою існування життя на Землі. Без води не може існувати людська цивілізація, бо вода використовується людьми не тільки для пиття, а й для забезпечення санітарно-гігієнічних та господарсько-побутових потреб.

Вода виконує дуже важливі екологічні функції:

- головна складова частина всіх живих організмів (тіло людини, наприклад, на 70% складається з води, а деякі організми, такі, як медуза чи огірок містять у собі від 98% до 99% води);
- основний механізм здійснення взаємозв'язків усіх процесів у екосистемах (обмін речовин, тепла, ріст біомаси);
- головний агент-переносник глобальних біоенергетичних екологічних циклів;
- води Світового океану є основним кліматоутворюючим фактором, основним акумулятором сонячної енергії і "кухнею" погоди для всієї планети;
- один із найважливіших видів мінеральної сировини, головний природний ресурс споживання людства (людство використовує її в тисячу разів більше, ніж нафти чи вугілля).

Для багатьох організмів вода є середовищем їхнього життя. Хімічний склад морської води дуже схожий на склад людської крові — містить ті ж хімічні елементи й приблизно в тих же пропорціях. Це — один з доказів того, що предки людей, як і інших ссавців, колись жили в морі.

Головним постачальником води для України є Дніпро. Іншими річками, що забезпечують потребу у воді, є Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води й повноводдя цих водних артерій залежать, головним чином, від стану їх приток — малих річок, яких в Україні налічується близько 63 тис. Вони мають величезне значення — досить згадати, що 90% населених пунктів розташовані саме в долинах малих річок і користуються їхньою водою.

Підземні води України мають не менше значення для забезпечення водою населення. Досить зазначити, що близько 80% населення сіл і селищ міського типу задовольняє свої потреби в питній воді за рахунок ґрунтових вод (колодязі) чи глибших водоносних горизонтів (свердловини). Стан підземних вод України в цілому кращий, ніж поверхневого стоку, хоча місцями спостерігається забруднення їх стоками промислових підприємств, тваринницьких комплексів тощо.

#### 12.4.1. Забруднення води

Основними забруднювачами водних джерел залишаються підприємства та організації металургії, енергетики, вугільної, целюлозно-паперової промисловості, лісохімічного та агропромислового комплексів, а також комунальне господарство, частка якого складає майже половину забруднених стоків країни. Рівень забруднення води по окремих інгредієнтах перевищує 30 ГДК (за Генсіруком С.А.). Серед інших регіонів найвищий рівень забруднення води спостерігається в басейні ріки Дністер, що пояснюється сусідством хімічних і переробних підприємств.

Якість води — це сукупність фізичних, хімічних, біологічних та теплових показників. Вона визначається ступенем її забруднення. Показниками якості води є:

- запах;
- колір;
- показник концентрації водневих іонів ( $pH$ ),
- концентрація зрівноважених речовин, мг/л або г/м<sup>3</sup>;

- сухий залишок, мг/л або г/м<sup>3</sup>;
- вміст компонентів, специфічних для даного виду виробництва (наприклад, фенолів, толуолів, скипидару), мг/л або г/м<sup>3</sup>.

Кількість і якість промислових стічних вод залежать від виду сировини та продукуюваної продукції, виробничої потужності підприємства, норм водоспоживання, досконалості технологічного процесу, повноти утилізації відходів виробництва, виду застосовуваного обладнання та ін.

Стічні води промислових підприємств бувають трьох видів: *виробничі води* — води, що використовуються у виробничому процесі та забруднені нерозчинними, розчинними речовинами, інколи нагріті;

*побутові* — води від побутових приміщень і їдалень, розташованих на території підприємства;

*поверхневі* — води дощові та від танення снігу.

Виробничі стічні води утворюються при безпосередньому використанні води у технологічних процесах, транспортуванні сировини, матеріалів, промиванні обладнання, при водяному охолодженні. Вода, яка використовується для охолодження, переважно, лише нагрівається.

Побутові стоки лісозаготівельних і деревообробних підприємств утворюються при експлуатації на їх території душових, туалетів, пралень та їдалень. Підприємство не несе відповідальності за якість цих стічних вод; вода покладена на міські (районні) станції очистки.

Поверхневі стічні води утворюються в результаті змивання дощовою чи поливальною водою речовин та продуктів, що накопичуються на території, дахах і стінах виробничих будівель, на відкритих технологічних агрегатах (заготівельна техніка, окорювальні машини та ін.). Основними домішками цих вод є тверді частинки (пісок, камінь, стружка, тирса, пил, сажа, залишки рослин, дерев тощо); нафтопродукти (масла, бензин, нафта), що використовуються у двигунах транспортних засобів, а також органічні й мінеральні добрива, якими підживлюють заводські квітники.

Забруднення поверхневих вод знижує запаси питної води, негативно впливає на розвиток фауни і флор водойм, порушує кругообіг багатьох речовин у біосфері.

За Г.О. Белявським, Р.С. Фурдуєм, забруднення води поділяють на фізичне, хімічне, біологічне, теплове.

**Фізичне забруднення** виникає внаслідок збільшення у воді нерозчинних домішок — піску, глини, намулу за рахунок змиву дощовими водами з розораних ділянок (полів), надходження суспензій з діючих підприємств гірничорудної промисловості, пилу, що переноситься вітром у суху погоду. Тверді частки знижують прозорість води, пригнічують розвиток водних рослин, забивають зябра риб та інших водних тварин, погіршують смакові якості води, а то й роблять її взагалі непридатною для споживання.

**Хімічне забруднення** води відбувається за рахунок надходження у водойми зі стічними водами різних шкідливих домішок неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі) і органічного походження (нафта й нафтопродукти), миючих засобів тощо. Шкідлива дія токсичних речовин, що потрапляють у водойми, посилюється за рахунок так званого *кумулятивного ефекту*: що полягає в прогресуючому збільшенні вмісту шкідливих сполук у кожній послідовній ланці харчового ланцюжка.

Особливої шкоди водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні плівку, що перешкоджає газообмінові між водою і атмосферою і знижує вміст кисню у воді; 1 т нафти здатна розпливитися плівкою на 12 кв. км поверхні води, що викликає гниття донних осадків, продукує у воді отруйні сполуки, зокрема, сірководень, що забруднює всю воду в річці чи озері.

Останнім часом особливе місце серед забруднювачів води посідають синтетичні миючі засоби. Ці речовини надзвичайно стійкі, зберігаються у воді роками. Більшість із них містить фосфор, що сприяє бурхливому розмноженню у воді синьо-зелених водоростей і “цвітінню” водойм, яке супроводжується різким зниженням у воді вмісту кисню, “заморами” риби, загибеллю інших водних тварин.

**Біологічне забруднення** водойм полягає у надходженні в них зі стічними водами різних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спор грибків, яєць червів і т. д., багато з яких є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки (особливо, якщо вони неочищені чи очищені недостатньо), а також стоки підприємств цукрових заводів, м'ясокомбінатів, заводів, що обробляють шкіру, деревообробних комбінатів.

**Теплове забруднення** води спричиняється спуском у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних установок. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм і

шкідливо впливає на їх мешканців. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до 26...30°C, діє пригнічуюче на риб та інших мешканців водойм, а якщо температура води підіймається до 36 °C, вся риба гине. Найбільшу кількість теплої води викидають у водойми атомні електростанції.

#### 12.4.2. Очищення стічних вод

Виникнення стічних вод — це неминучий наслідок біологічного і суспільного життя та виробничої діяльності. З розвитком цивілізації, технічного прогресу та створення нових промислових підприємств збільшується кількість стічних вод, які забруднені різними домішками. Показниками забруднення є каламутність, вміст рухомих частинок, загальний вміст розчинених речовин, кислотність, концентрація розчинного кисню, склад і концентрація мінеральних домішок.

Сьогодні забруднені стічні води піддають механічному, хімічному і біологічному очищенню. Вибір технології очищення залежить від показників забруднень та стану водойм.

**Механічне очищення** полягає у видаленні із стічних вод нерозчинних речовин (піску, глини, намулу), а також жирів і смол. Для вилучення із стічних вод нерозчинних домішок використовуються флотаційні і фільтраційні установки, сита, решітки тощо.

Метод очистки *флотацією* полягає в інтенсифікації спливання маслопродуктів при обволікуванні їх частинок бульбашками повітря, яке подається в стічну воду. Розрізняють флотації: напірну, пневматичну, пінну, хімічну, біологічну та ін.

У промисловості застосовують також метод електрофлотації. Метод *фільтрування* маслопродуктів — завершальний етап очистки. Він потрібен, оскільки концентрація маслопродуктів на виході з відстійників чи гідроциклонів сягає 0,01...0,02 кг/м<sup>3</sup>, а отже, значно перевищує ГДК.

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 з 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.

При експлуатації решітки повинні постійно очищуватись, як правило, механічним способом за допомогою вертикальних

чи поворотних граблів. Зняті з решітки домішки подрібнюють у спеціальних дробарках і скидають їх у потік стічної води за решіткою або спрямовують на переробку.

*Хімічне очищення* стічних вод проводиться після їх механічного очищення. При цьому в забруднену різними сполуками воду додають спеціальні речовини-реагенти, які, вступаючи в реакцію з забруднювачами, утворюють нешкідливі або нерозчинні речовини, що випадають в осадок і видаляються. Для цього застосовують реагентні методи: адсорбцію, іонний обмін, електродіаліз, екстракцію, озонування, термічний метод.

*Адсорбція* будь-яких нафтопродуктів на поверхні фільтроматеріалу відбувається завдяки силам міжмолекулярної взаємодії та іонних зв'язків. Найкращим фільтроматеріалом вважається кварцевий пісок, крім того, використовують доломіт, керамзит, глауконіт.

*Екстракція* — процес перерозподілу домішок стічних вод у суміші двох взаємно нерозчинних рідин. Її використовують для вилучення із стічних вод фенолу. Для інтенсифікації процесу екстракції суміш стічних вод перемішується з екстрагентом в екстракційних колонах.

*Іонообмінні* методи очистки стічних вод застосовують практично у будь-яких галузях промисловості. Вони дають змогу забезпечити високу ефективність очистки, а також отримати виділені зі стічної води метали у вигляді концентрованих солей. Іонообмінний метод забезпечує практично повне очищення води, яка не потребує ніякого додаткового очищення.

Для очищення стічних вод використовують також *озонування*. Озон — сильний окислювач і його легко добути на місці в озонаторах з кисню повітря. Озонування застосовується для очищення та знезаражування питної води замість хлорування. При цьому вода виходить прозора, без смаку і запаху, властивих воді водойми.

*Термічний метод* очищення полягає в спалюванні токсичних органічних речовин, що містяться в стічних водах, у присутності кисню повітря. В результаті утворюються нетоксичні газоподібні продукти горіння речовини, які можна використовувати.

*Біологічне очищення* полягає у використанні природних або штучних водойм, де в стічні води (вже очищені механічним або хімічним способами) додають спеціальні мікроорганізми, що харчуються органічними домішками, наявними в стічних водах (органічними кислотами, білками, фенолами тощо), розкладаю-

чи їх до простих нешкідливих сполук (води, вуглекислого газу, мінеральних солей).

У штучних умовах біологічне очищення здійснюється в спеціальних установках — біофільтрах або аеротенках за допомогою фільтрів із крупнозернистого матеріалу: щебеню, гальки, керамзиту або решітчастих блоків з пластмаси. Поверхня зерен вкривається біологічною плівкою, заселеною аеробними організмами. Біохімічне окислення тут значно інтенсивніше, ніж у природних умовах. Аеробний процес здійснюється з доступом кисню, а анаеробний — без доступу кисню.

*Фільтрування* стічних вод призначене для їх очистки від тонко-дисперсних 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.

## 12.5. Нормування якості води у водоймах

Оцінка якості та придатності води в ріках, озерах і водоймах для господарсько-питного водокористування здійснюється органами санітарної служби Міністерства охорони здоров'я України. З метою охорони вод, які використовуються для питних і побутових, курортних, лікувальних і оздоровчих потреб встановлюються округи і зони санітарної охорони із суворим режимом використання. Для визначення відповідності проводяться обстеження і лабораторний аналіз, який дозволяє оцінити стан води на відповідність фізичних, хімічних та бактеріологічних показників санітарно-гігієнічним вимогам.

Вода джерела господарсько-питного призначення повинна відповідати якості і нормується (згідно ГОСТ 2874–82): вміст плаваючих домішок, запах, присмак, колір, температура води, склад і концентрація мінеральних домішок, біологічна потреба води в кисні, граничнодопустима концентрація отруйних і хвороботворних бактерій.

Вода господарсько-питного призначення після очисних споруд приймається за класом водокористування:

- 1 клас — для отримання води, що відповідає ГОСТ 2874–82 (потрібні знезараження, фільтрування з коагуляцією або без неї);
- 2 клас — для отримання води відповідно до ГОСТ 2874–82 (потрібні коагуляція, відстоювання, фільтрування, знезараження,

а при наявності фітопланктону — мікрофільтрування);

3 клас — доведення якості води до вимог відповідно до ГОСТ 2874–82 методами обробки, передбаченими для 2 класу, із застосуванням додаткового ступеня прояснення, окислення і сорбції, а також більш ефективного методу знезараження та ін.

Для підземних джерел водокористування існують такі методи обробки:

I клас — якість води без відхилення за всіма показниками відповідно до ГОСТ 2874–82 (обробки не потребує);

II клас — якість води має відхилення за деякими показниками від вимог відповідно до ГОСТ 2874–82, що можуть бути усунені аеруванням, фільтруванням, знезараженням; джерела з постійною якістю води, що в сезонних коливаннях сухого залишку в межах нормативів ГОСТ 2874–82 потребують профілактичного знезараження;

III клас — доведення якості води до вимог ГОСТ 2874–82 методами обробки, передбаченими для II класу, із застосуванням додаткових методів фільтрування з попереднім відстоюванням, використанням реагентів тощо.

Таким чином, чим нижчий клас, тим більше необхідно застосувати різні методи та споруди для її обробки і тим дорожча буде вартість очистки води.

Методи обробки води, які застосовуються (коагулювання, відстоювання, фільтрування), дозволяють затримати 50...60% неорганічних речовин і таку ж кількість органічних сполук. Можливість усунення нітратів також не перевищує 60%. Однак ці величини відносні, тому не дозволяють прогнозувати гігієнічний стан очищеної води без спеціальних досліджень.

Санітарні норми і правила забороняють скидати у водойми виробничі і побутові стічні води, якщо цього можна уникнути за рахунок, використання раціональної технології, безводних процесів і систем повторного та зворотного водопостачання, якщо стічні води містять цінні відходи, які можна утилізувати, а також речовини, для яких не встановлена гранично допустима концентрація.

## 12.6. Захист навколишнього середовища від відходів

Усе, що створюється людиною для своєї життєдіяльності (їжа, житло, одяг, обладнання тощо), рано чи пізно стає відходами. Частина цих відходів виноситься стічними водами, інша у вигляді газів, пари і пилу попадає в атмосферу, але більша частина викидається у вигляді твердих відходів. Виділяються дві основні групи відходів:

- побутові відходи, як наслідок побутово-господарської діяльності людини у місці проживання;
- промислові відходи, що виникли внаслідок технологічних процесів.

Ліквідація побутових відходів з місця проживання людини є, між іншим, обов'язком власників та розпорядників основних фондів виробництва, осіб, що використовують об'єкт, призначений для виробничої чи суспільної діяльності, та обов'язком адміністративних органів.

Масштаби природокористування та існуюча в Україні структура виробництва висунули її в число країн з найбільш високими абсолютними обсягами утворення та накопичення відходів. З 1,3...1,4 млрд. т природних ресурсів, що використовуються щорічно у виробництвах, більша частина перетворюється на відходи. Тільки твердих відходів щорічно накопичується біля 0,9...1,0 млрд. т, а загальний їх обсяг у країні перевищує 20 млрд. т, з яких більш 13 млн. т складають токсичні відходи I і 2 класів небезпеки. Відходи накопичуються у вигляді шламосховищ, териконів, відвалів, в т. ч. золошлакових, різного роду звалищ, а площа земель, зайнята відходами, складає біля 130 тис. га.

Слід зазначити, що тверді відходи зберігаються на територіях підприємств та за їх межами в сховищах різного ступеня інженерної захищеності, а також в несанкціонованих захороненнях.

Не менш складною є проблема побутових відходів в Україні. У житловому фонді міст і селищ України щороку нагромаджується близько 40 млн. куб. м сміття. Об'єм побутових відходів із розрахунку на одну людину збільшується щорічно на 3...5%.

На даний час більш-менш задовільно використовуються великотоннажні гірничо-промислові відходи — скельні породи, глина та піски. Продовжується досить стійке нарощування обсягів утилізації металургійних шлаків, що забезпечує прогресуюче зменшення їх відвалів.

З урахуванням сучасного технологічного рівня, із загальної кількості відходів, що утворюються щорічно, до тих, що мають пряму ресурсну цінність, можуть бути віднесені не менше 410...430 млн. т. Утилізується лише їх третина. Це свідчить про значні ресурсні резерви. При цьому частка вторинної сировини в загальному споживанні ресурсів досягла в Україні 13...14%.

Збір таких відходів, як металобрухт, макулатура чи використання масла або мастила є основою для їх вторинної переробки. Без селективного накопичення акумуляторів, батарей, лакофарбових матеріалів або використаних шин неможлива охорона природного середовища від цих відходів. Розміщення на сміттєзвалищах небезпечних промислових відходів призводить до того, що ці звалища стають більш загрозливими, ніж промислові, що селективно приймають окремі відходи, які вважаються небезпечними.

Пріоритетними у ресурсному, інвестиційному та науково-технічному відношенні для залучення у виробництво є відходи гірничо-металургійного виробництва, що містять метали. Дефіцитність більшості кольорових та рідкісних металів в Україні, а також її залежність від зовнішніх поставок, надають вказаній проблемі особливого значення.

Розрив між обсягами накопичення відходів і обсягами їх утилізації та знешкодження поглиблює екологічну кризу в Україні. В той же час відбувається непинне зростання витрат на отримання первинної сировини для промислового виробництва. В останній час до цих факторів додається проблема ресурсної залежності України від зовнішніх джерел багатьох видів сировини. Все це посилює увагу до вторинного ресурсокористування.

Для ефективного здійснення управління відходами в Україні необхідно створити відповідну законодавчо-правову базу, перешкодити подальшому утворенню та накопиченню промислових відходів шляхом розвитку маловідходних і екологічно-безпечних технологій, розробити систему економічних важелів щодо стимулювання вторинного ресурсокористування, забезпечити екологічно обґрунтоване видалення відходів, що не підлягають рецикляції, розробити жорсткі регламенти по захороненню та зберіганню відходів.

Організацію і координацію вищезгаданого комплексу заходів у співпраці з іншими природоохоронними структурами і організаціями в Україні здійснює Міністерство охорони навколишнього природного середовища України.

*Маловідходна та безвідходна технологія.* Радикальне розв'язання проблем охорони навколишнього середовища можливе при широкому застосуванні маловідходних та безвідходних технологій, що базуються на замкнутих циклах (водопостачання, повітропостачання тощо). Певні успіхи в цьому напрямі є, зокрема, й в Україні. За даними НАН України в 1992 р. в нашій республіці діяло понад 150 підприємств, цехів та виробництв, що використовували замкнену систему водопостачання.

Відповідно до рішення ЄЕК ООН, *"безвідходна технологія — це практичне використання знань, методів і засобів, для того аби в рамках потреб людини забезпечити раціональне використання природних ресурсів і енергії та захистити навколишнє середовище"*.

Під безвідходною технологією розуміють принцип організації і функціонування виробництва народного господарства в цілому. При цьому раціонально використовуються всі компоненти сировини, матеріалів та енергії в замкнутому циклі без порушення існуючої екологічної рівноваги в біосфері.

Маловідходна технологія є проміжною ланкою при створенні безвідходного виробництва.

При маловідходній технології шкідливий вплив на навколишнє середовище не перевищує рівня, допустимого санітарними нормами. При цьому частина сировини і матеріалів переходить у відходи.

Маловідходна та безвідходна технології мають забезпечити:

- комплексну переробку сировини;
- створення нових видів продукції з врахуванням вимог її повного використання;
- переробку відходів виробництва і споживання з отриманням товарної продукції без порушення екологічної рівноваги;
- використання замкнених систем промислового водопостачання.

Ефективним засобом вирішення широкого кола завдань, пов'язаних з відходами, стане створювана в системі Мінприроди України комп'ютерна інформаційно-аналітична система. Вона буде інформаційно-інструментальним засобом, який дозволить накопичувати, зберігати, модифікувати і актуалізувати дані та знання про відходи виробництва як в регіонах, так і в цілому в Україні.

*Проблеми утилізації твердих побутових відходів.* Методи вилучення і знезараження твердих побутових відходів (ТПВ) обу-



мовляють санітарний ефект та дотримання заходів з охорони навколишнього середовища: На звалах і полігонах у результаті розпаду органічних речовин (процес триває близько 10 років) виділяються шкідливі, смердючі, пожежонебезпечні речовини (метан, аміак, сірководень, фосфін). Найбільшу небезпеку створює фільтрат, у якому знаходяться хлориди, сульфати, органічні речовини, сполуки важких металів і бактерії. У фільтрах міститься в 2...3 рази більше бактерій, ніж у стічних водах міської каналізації. Фільтрат є джерелом забруднення ґрунту і ґрунтових вод. Простежується взаємозв'язок місцерозташування звалищ і якості підземних і поверхневих вод. У поверхневих водах навколо звалищ та осадових відкладах струмків, що їх дренують, вміст міді в 2...12 разів вищий за фазовий, цинку — в 2...14 разів, свинцю — в 4...36 разів, вісмуту — в 180 разів, ртуті — майже в 950 разів.

Проблему звалищ може вирішити будівництво сучасних відходопереробних заводів із ефективними технологіями утилізації, спалювання, виготовлення корисної речовини, а також рекультивация звалищ й використання тисяч гектарів звільнених від бруду площ земель.

Сміттєпереробний завод має до 30% ТПВ у вигляді некомпостованого залишку, який забруднює ґрунт. Основним недоліком компосту є значний вміст металів. Компост порівняно з фоновими ґрунтами збагачений ртуттю у 830 разів, свинцю — у 18 разів, кадмію — у 21 раз, сурмою — у 64 рази, цинку — у 30 разів. Важкі метали за сумарною токсичною дією на живі організми виходять на перше місце серед усіх інших негативних факторів. За санітарними нормами в умовах підвищеної небезпеки (оздоровчо-лікувальні, портові й курортні міста) використання компосту у вигляді добрив не дозволяється.

Сміттєспалювальні заводи дають цілковите знезараження ТПВ, але забруднюють навколишнє середовище димовими газами і твердими продуктами спалювання. Димові гази містять у собі ряд шкідливих сполук. Тверді продукти згоряння складають 45% ТПВ або приблизно 10 об'ємних відсотків. До їх складу входять, в основному, нерозчинні інертні сполуки, але зустрічаються і розчинні. Дослідження щодо вмісту важких металів в продуктах спалювання ТПВ дозволяють оптимістично дивитись на проблему їх повної рециркуляції. Санітарно-гігієнічні показники цієї вторинної сировини значно покращуються, якщо проводити попереднє сортування ТПВ: вилучається до 75% ртуті і кадмію; до

70% свинцю, скорочується їх кількість — в димових газах, в попелі і шлаці, одночасно стабілізується гранулометричний, фізико-механічний і хімічний склад продуктів спалювання.

Таким чином, вилучення і знезараження сміття методом спалювання з попереднім сортуванням ТПВ рециркуляцією твердих продуктів спалювання, а також з використанням надійної системи очистки димових газів є найбільш екологічно вдалим.

## 12.7. Правові аспекти охорони навколишнього природного середовища

Сьогодні, коли людина завдає дедалі більшої шкоди природному середовищу, коли екологічні катастрофи різного масштабу завдають людству значних економічних втрат, виникла потреба їх оцінювати не лише для визначення обсягів шкоди та покарання винних, відшкодування збитків, завданих природі, а й для прогнозування ситуації, оптимізації втручань в природні процеси та коригування законів про охорону природи. Настав час, коли людина зрозуміла: якщо не буде досягнуто збалансованості подальшого розвитку нашої цивілізації та гармонізації взаємовідносин людства й природи, катастрофа глобального масштабу неминуха.

Правовою основою охорони природи є закон регіонального (внутрішньодержавного) та міжнародного значення. В цих законах наведено обов'язкові для всіх громадян вимоги, спрямовані на забезпечення нормальних умов функціонування екосистем біосфери та раціонального використання людиною природних ресурсів.

Цілий ряд законів і нормативних актів, спрямованих на охорону природи і раціональне використання природних ресурсів, були прийняті і регіональними міжнародними організаціями, такими, як СНД, ООН, Європейське Економічне Співробітництво (ЄЕС), організація країн-експортерів нафти (ОПЕК) та ін. Зокрема, слід згадати такі міжнародно-правові акти ООН, прийняті більшістю країн світу, як Декларація та Програма Дій Людства у XXI ст., прийнята на міжнародному екологічному форумі в Ріо-де-Жанейро в 1992 р., Конвенція з морського права (1984 р.), Монреальський протокол щодо обмеження використання речовин, що руйнують озоновий шар Землі (1987 р.) та ін.

Загострення екологічної кризи в Україні, яка дуже сильно постраждала від нераціонального, незбалансованого господарювання, перевиснаження природних ресурсів, мілітаризації та

аварії на Чорнобильській АЕС, змусило Верховну Раду й уряд України прийняти термінові рішення щодо впровадження заходів економічного, науково-технічного, інформаційного, організаційного та правового характеру, спрямованих на подолання кризової екологічної ситуації і збалансування (оптимізації) взаємовідносин людини і природи.

Основним законом, який регулює екологічні відносини в Україні, є Закон *“Про охорону навколишнього природного середовища”*, прийнятий Верховною Радою 25 червня 1991 року. Цей закон визначає поняття екологічної безпеки та заходи щодо її забезпечення, екологічні вимоги до розміщення, проектування, будівництва, реконструкції, введення в дію підприємств та інших об'єктів, про-застосування мінеральних добрив, засобів захисту рослин, токсичних хімічних речовин; передбачає заходи щодо охорони навколишнього природного середовища від шкідливого біологічного впливу; шкідливого впливу фізичних факторів та радіоактивного забруднення, від забруднення виробничими, побутовими та іншими відходами.

Закон визначає повноваження Верховної та місцевих Рад народних депутатів, органів управління (Кабінету Міністрів України, виконавчих і розпорядчих органів місцевих Рад народних депутатів) в галузі охорони навколишнього природного середовища. Спеціально уповноваженим органом управління в цій галузі є Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки (Мінекобезпеки України), створене в 1995 році.

Закон надає широкі повноваження громадським об'єднанням, зокрема:

- брати участь у проведенні спеціально уповноваженими органами в галузі охорони навколишнього природного середовища перевірок виконання підприємствами, установами та організаціями природоохоронних планів і заходів;
- проводити громадську екологічну експертизу і обнародувати її результати;
- отримувати інформацію про стан навколишнього природного середовища і джерела його забруднення;
- виступати з ініціативою проведення республіканського та місцевих референдумів з питань охорони навколишнього природного середовища;
- подавати до суду позови про відшкодування шкоди, заподіяної внаслідок порушення екологічного законодавства.

ва. В Законі дається поняття зон надзвичайних екологічних ситуацій (екологічної катастрофи, підвищеної екологічної небезпеки). Встановлена дисциплінарна, адміністративна, цивільна і кримінальна відповідальність за екологічні правопорушення.

*Закон України про охорону атмосферного повітря*, прийнятий 16 жовтня 1991 року, спрямований на збереження сприятливого стану атмосферного повітря, його відновлення і поліпшення для забезпечення екологічної безпеки людини, а також відвернення шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.

Закон встановлює екологічні закони і нормативи в галузі охорони атмосферного повітря, екологічної безпеки атмосферного повітря (гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, гранично допустимих викидів забруднюючих речовин для кожного стаціонарного та пересувного джерела викиду).

Підприємства, установи, організації, діяльність котрих пов'язана з негативним шкідливим впливом на атмосферне повітря, повинні вживати заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин і зниження шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів, здійснювати контроль за обсягом та складом забруднюючих речовин, забезпечувати безпечну та ефективну роботу очисного обладнання.

Закон регулює діяльність, що впливає на погоду і клімат. Підприємства повинні скорочувати і в подальшому повністю припинити виробництво і використання речовин, які шкідливо впливають на озоновий шар або можуть призвести до негативних змін клімату. Закон встановлює вимоги щодо охорони атмосферного повітря при видобуванні корисних копалин, при застосуванні засобів захисту рослин, міңдобрив та інших препаратів; при розміщенні і розвитку міст та інших населених пунктів; при погодженні місць забудови, проектів будівництва і реконструкції підприємств та інших об'єктів, які впливають на стан атмосферного повітря.

Особи, винні у порушенні законодавства про охорону атмосферного повітря, несуть адміністративну чи кримінальну відповідальність, а також повинні відшкодувати збитки, заподіяні внаслідок правопорушень.

*Водний кодекс Української РСР (1972 рік)* забезпечує правову охорону вод від забруднення, засмічення і виснаження і регулює порядок їх використання.

Водний кодекс встановлює пріоритет питного і побутового водокористування. З метою охорони вод, які використовуються для питних і побутових, курортних, лікувальних і оздоровчих потреб, встановлюються округи і зони санітарної охорони із суворим режимом використання, а також водоохоронні зони лісів.

У Водному кодексі закріплені обов'язки водокористувачів щодо раціонального використання водних об'єктів, економного використання води, відновлення і покращання якості вод. Власники засобів водного транспорту, лісосплавні організації повинні не допускати забруднення і засмічення вод внаслідок втрати масел, хімічних речовин і нафтопродуктів, деревини.

*Лісовий кодекс України*, прийнятий 21 січня 1994 року, регулює відносини з охорони і відтворення лісів, посилення їх корисних властивостей та підвищення їх продуктивності, раціонального використання лісів з метою задоволення потреб суспільства у лісових ресурсах.

У Лісовому кодексі визначені основні завдання, вимоги і зміст організації лісового господарства, критерії поділу лісів на дві групи за їх екологічним і господарським значенням; встановлені порядок та види загального і спеціального використання лісових ресурсів, права і обов'язки лісокористувачів; порядок охорони і захисту лісів; плата за використання ресурсів, економічно стимулювання охорони, захисту, раціонального використання та відтворення лісів.

*Земельний кодекс України*, прийнятий 13 березня 1992 року, регулює охорону і раціональне використання земель. В цьому кодексі встановлено три форми власності на землю: державна, колективна і приватна. Право на отримання земельної ділянки у приватну власність за плату або безоплатно мають громадяни України. Земельні ділянки можуть надаватись в постійне або тимчасове користування, в тому числі на умовах оренди.

Земельний Кодекс встановив переважне надання земель для потреб сільського господарства з метою забезпечення раціонального використання родючих земель.

*Кодекс України про надра*, прийнятий 24 липня 1994 року, регулює гірничі відносини з метою забезпечення раціонального, комплексного використання надр для задоволення потреб суспільства у мінеральній сировині, охорони надр, гарантування безпеки людей, майна, навколишнього природного середовища при користуванні надрами.

Кодекс визначає поняття про надра, порядок і види користування надрами, основні вимоги в галузі охорони надр.

*Закон "Про природно-заповідний фонд України"*, прийнятий 16 червня 1992 року, визначає правові основи організації, охорони і використання природно-заповідного фонду, відтворення його природних комплексів і об'єктів. До природно-заповідного фонду належать природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, ботанічні сади, дендрологічні парки, парки-пам'ятники садово-паркового мистецтва.

Природно-заповідний фонд охороняється у відповідності з цим законом, як національне надбання, щодо якого встановлюється особливий режим охорони, відтворення і використання.

Цілий ряд постанов і нормативно-правових рішень, прийнятих місцевими Радами народних депутатів, якими, зокрема, встановлено обсяги платежів і штрафів за забруднення навколишнього середовища підприємствами, організаціями, кооперативами та окремими громадянами.

Дедалі зміцнюється співробітництво між країнами світу в галузі охорони середовища. У 1989 р. було опубліковано документ "Правові принципи охорони навколишнього середовища й стійкого розвитку", підготовлений спеціальною Комісією міжнародної групи експертів-юристів за завданням ООН. Він є зведенням правових принципів охорони довкілля й стійкого розвитку. Найважливішими положеннями цього документа є:

1. Усі люди мають основне право на навколишнє середовище, сприятливе для їх здоров'я і благополуччя.
2. Держави оберігають і використовують навколишнє середовище й природні ресурси в інтересах сучасного та майбутніх поколінь.
3. Держави підтримують екосистеми та екологічні процеси, необхідні для функціонування біосфери, оберігають біологічне розмаїття й дотримуються принципів збереження максимальної стійкості продуктивності в ході використання живих природних ресурсів та екосистем.
4. Держави встановлюють відповідні норми охорони навколишнього середовища, здійснюють моніторинг змін якості цього середовища, а також публікують усі дані щодо цього.
5. Держави проводять попередні екологічні оцінки або вимагають їх виконання в зв'язку з запропонованими видами

діяльності, які можуть значною мірою вплинути на навколишнє середовище, чи використання природних ресурсів.

6. Держави своєчасно інформують усіх осіб, яких може значною мірою торкнутися запланована діяльність, надають їм доступ до інформації і забезпечують відповідну процедуру в адміністративних і судових справах.
7. Держави забезпечують умови, за яких збереження природного середовища розглядається як невід'ємна частина планування та здійснення діяльності в галузі розвитку, і надають допомогу іншим державам, особливо тим, що розвиваються, для підтримки діяльності для охорони довкілля та стійкого розвитку.
8. Держави виявляють добру волю в стосунках з іншими державами з метою здійснення зазначених прав і обов'язків.

У цьому документі наведено також права й обов'язки щодо природних ресурсів і екологічних порушень (розумне й рівноправне використання, попередження та пом'якшення наслідків, суворі відповідальність, недопущення дискримінації, спільний обов'язок співробітництва в галузі транскордонних екологічних проблем, обмін інформацією, екстремальні ситуації та ін.), а також щодо відповідальності держав і мирного врегулювання конфліктів.

Міжнародне співробітництво у галузі охорони навколишнього природного середовища займає одне з важливих місць у зовнішньополітичному курсі України.

Протягом останнього десятиріччя Україна доклала чимало зусиль по розширенню своєї участі в багатосторонньому співробітництві, активно виступила за розгляд екологічної проблематики в ООН та її органах. Зокрема, вона стала одним з ініціаторів розробки концепції міжнародної екологічної безпеки, яку було висунуто в рамках діяльності цієї міжнародної організації. Ця ідея дістала підтримку ряду країн. При активному сприянні України на 44-й сесії Генеральної Асамблеї ООН була прийнята резолюція про міжнародне співробітництво в галузі моніторингу та прогнозування екологічних загроз та надання допомоги у випадках надзвичайних ситуацій.

В Україні активно працюють також і громадські організації охорони довкілля, зокрема, велику роботу проводить міжнародна асоціація Greenpeace — Зелений світ, головним завданням якої є недопущення радіоактивного забруднення біосфери.

## ОСНОВИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

### Розділ 13. Безпечність технологічних процесів та устаткування

#### 13.1. Основні вимоги безпеки до виробничих процесів та обладнання

*Виробничий процес* — складна соціально-технічна система. Під час виконання різноманітних виробничих операцій людина може стикатися з виробничою небезпекою.

*Виробнича небезпека* — можливість дії на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

*Безпека праці* — стан умов праці, при якому виключається дія на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

*Техніка безпеки* — система організаційних заходів і технічних засобів, які запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих факторів. Небезпека обладнання та виробничих процесів, яка виявляється під час експлуатації, закладається ще в процесі проектування та конструювання. Тому дуже велике значення має дотримання вимог безпеки вже під час їх розробки.

Виробничі процеси та експлуатація обладнання повинні відбуватися відповідно до вимог правил техніки безпеки, в яких закладаються заходи щодо усунення небезпеки як узагальненого характеру, так і стосовно конкретного обладнання. Ретельне виконання вимог цих правил запобігає нещасним випадкам.

*Безпека виробничого процесу* — властивість виробничого процесу зберігати відповідність вимогам безпеки праці в умовах, установлених нормативно-технічною документацією. Це досягається комплексом конструкторських, проектних та організаційних рішень, що полягають у відповідному виборі технологічних процесів, робочих операцій і впорядкування обслуговування обладнання, виробничих приміщень або зовнішніх майданчиків, виробничого обладнання та умов його розміщення, засобів захисту працюючих, умов зберігання й транспортування вихідних матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції і відходів виробництва. Велике значення має правильний розподіл функцій між людиною та складовими частинами виробничого процесу.

Виробничі процеси досить різноманітні, однак щодо них є ряд загальних вимог, виконання яких забезпечує їх безпеку, а саме:

- заміна виробничих процесів та операцій, пов'язаних з виконанням небезпечних і шкідливих виробничих факторів, на такі, в яких вплив цих факторів усунуто або доведено до допустимого мінімуму;
- застосування комплексної механізації, автоматизації та дистанційного керування в тих випадках, коли вплив небезпечних і шкідливих факторів неможливо усунути;
- забезпечення надійної герметизації обладнання, що складає виробничий процес;
- забезпечення надійного зберігання і транспортування заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва;
- створення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці;
- застосування заходів колективного захисту працюючих;
- застосування систем контролю та керування виробничими процесами, які забезпечують захист працюючих і аварійне вимкнення виробничого обладнання;
- оснащення виробничих процесів устаткуванням, що забезпечує отримання своєчасної інформації про виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- своєчасне усунення та знешкодження відходів виробництва, які є джерелами небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- впровадження засобів очистки навколишнього середовища від шкідливих викидів;
- застосування раціональних режимів праці та відпочинку для запобігання появи психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Виробничі процеси не повинні бути пожежо- та вибухонебезпечними, не повинні забруднювати навколишнє середовище викидами небезпечних і шкідливих речовин понад допустимі норми.

Безпечність виробництва зумовлюється раціональними технологічними режимами і тоді, коли вони забезпечують:

- злагодженість технологічного устаткування, що включає виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів;
- безвідмовну дію технологічного устаткування і засобів захисту протягом строку, передбаченого нормативно-технічною документацією;

- запобігання можливого загорання або пожежі;
- завантаження устаткування відповідно до його практичної здатності та нормального режиму роботи обслуговуючого персоналу.

Практика показує, що недостатньо механізовані засоби праці небезпечні під час обслуговування. Механізація та автоматизація праці відокремлює робітників із небезпечних зон. У цьому разі трудова діяльність людини, головним чином, зводиться до обслуговування машин та подальшого удосконалювання їх систем. Разом з тим, ускладнення виробничих систем без врахування фізіологічних можливостей людини, обмежує можливості розвитку виробництва.

Правильно підібране з врахуванням антропометричних даних працівників устаткування знижує їх втомлюваність. Ергономічні вимоги визначають основні розміри співвідношення устаткування — його висоту, ширину, взаєморозташування робочих місць, віддаленість обладнання від стін, одне від одного, відстань між обладнанням і конструктивними елементами будівлі (стінами, колонами), а також розміри проходів.

**Безпека виробничого обладнання** — властивість виробничого обладнання зберігати відповідність вимогам безпеки праці під час виконання наданих функцій в умовах, встановлених нормативно-технічною документацією. Відповідно до існуючих вимог, безпека виробничого обладнання забезпечується:

- вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкції і т.п.;
- застосуванням в конструкції засобів автоматизації та дистанційного керування;
- застосуванням в конструкції засобів захисту;
- виконанням ергономічних вимог;
- включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування та зберігання.

Виробниче обладнання не повинно бути пожежо- та вибухонебезпечним. Під час експлуатації в умовах, встановлених спеціальною технічною документацією, воно не повинно створювати небезпечності внаслідок впливу вологості, сонячної радіації, механічних коливань, високого і низького тиску та температури, агресивних речовин, мікроорганізмів, грибків, комах тощо. У процесі експлуатації обладнання не повинно забруднювати середовище шкідливими речовинами вище встановлених норм.

Виробниче обладнання повинно відповідати вимогам безпеки під час монтажу (демонтажу), експлуатації, ремонту, транспортування та зберігання, при використанні окремо або у складі комплексів і технологічних систем протягом усього терміну служби. Застосовані в конструкції виробничого обладнання матеріали не повинні бути небезпечними або шкідливими. Не припускається використовувати нові речовини і матеріали, які не пройшли гігієнічної перевірки та випробування з пожежної безпеки. Для попередження випадкового проникнення людей в небезпечні зони і запобігання нещасних випадків існують засоби захисту на виробництві, які запобігають або зменшують дію на одного або більше працюючих небезпечних і (або) шкідливих виробничих факторів. Ці засоби бувають колективного та індивідуального захисту.

*Засіб колективного захисту* — засіб, призначений для одночасного захисту двох або більше працюючих. До основних з цих засобів відносяться огорожувальні та запобіжні улаштування, блокування, сигналізатори про небезпеку, розпізнавальне фарбування і знаки безпеки, дистанційне керування, спеціальні засоби безпеки (наприклад, розриви і габарити безпеки). Ці засоби безпеки проектується як основні частини або ознаки технічного обладнання, а знаки безпеки та спеціальні засоби захисту можуть використовуватися також і у виробничих приміщеннях або на територіях підприємств.

Огородження призначені для ізоляції небезпечних зон, що запобігають прониканню туди людей. За засобами встановлення і особливостями експлуатації огороження поділяються на знімні, відкидні, розсувні та такі, що відкриваються. Застосовувати знімні огороження та огороження, що відкриваються, допускається тільки в тих випадках, коли за конструктивними особливостями обладнання не можна передбачити незнімні огороження. Ці огороження повинні бути заблоковані з пусковим, сигнальним або гальмуючим улаштуванням обладнання.

Конструктивно огороження виконують у вигляді корпусів обладнання, жорстких суцільних щитів, кожухів, ґрат, сіток, жалюзі та ін. Знімні, відкидні і розсувні огороження, а також дверцята, що відкриваються, кришки, щитки цих огорожень або в корпусах обладнання повинні мати улаштування, які виключають їх випадкове знімання чи відкривання, а при необхідності мати блокування, які забезпечують припинення робочого процесу в момент знімання або відкривання огороження.

Запобіжні захисні засоби призначені для автоматичного вимкнення машин і механізмів, якщо їх робочі параметри або виробничі умови (температура, тиск, загазованість, напруга та ін.) відхиляються від допустимих значень. Як запобіжні засоби, використовують електроконтактні термометри (теплове обладнання деревообробних підприємств), запобіжні клапани, гальмівні улаштування, кінцеві вимикачі, реле захисту від великих струмів та ін.

Блокування за конструкцією та принципом дії поділяються на: механічні, електричні, фотоелектричні, пневматичні, гідравлічні, комбіновані. Вони не дозволяють функціонувати робочому процесу з недіючими засобами безпеки.

Сигналізатори про небезпеку, тобто засоби інформування про роботу обладнання та небезпечні і шкідливі фактори, що виникають при цьому, за способом інформації поділяються на: звукові, візуальні, комбіновані (світло-звукові) та одоризаційні. За призначенням сигналізація буває оперативна, попереджувальна та розпізнавальна. Як сигналізатори про небезпеку, використовують знаки, які “за цільовим призначенням поділяються на чотири групи: заборонні (забороняють або обмежують дію, наприклад: “Не вмикати — працюють люди!”), попереджувальні (попереджують про можливу небезпеку, наприклад: “Висока напруга”), приписуючі (дозволяють виконувати операції тільки з дотриманням конкретних вимог, наприклад:

“Перш ніж вмикати газовий апарат, перевір тягу”), вказівні (інформують про місцезнаходження пункту першої допомоги, зберігання засобів індивідуального захисту та ін.). Знаки повинні бути встановлених розмірів.

Дистанційне керування забезпечує контроль і регулювання роботи обладнання з місць, достатньо віддалених від небезпечних зон. Режим роботи обладнання визначають датчиками контролю, сигнали від яких надходять до пульта керування, де розташовуються як засоби інформації, так і органи керування.

Машини та обладнання повинні виготовлятися з урахуванням ергономічних вимог. Можна виділити три характерних відповідності між особливостями людини і якістю промислових виробів у процесі їх виготовлення: антропометричну, психофізіологічну та естетичну.

*Антропометрична відповідність* — правильний вибір параметрів конструкцій, з точки зору антропометричних особливостей 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 повної відповідності виробу функціональному призначенню.

### 13.2. Основні вимоги безпеки щодо виробничого устаткування

Машина, апарати та інше обладнання, які застосовуються в різних галузях промисловості, різноманітні за принципом дії, конструкцією, типажем і розмірами. Однак, існують деякі загальні вимоги, дотримання яких на стадії користування виробничого обладнання дозволяє забезпечити безпечність при його експлуатації.

Для досягнення безпечності праці будь-яке виробниче устаткування в процесі проектування та виготовлення дослідних зразків має забезпечуватись необхідними спеціальними технічними засобами безпеки: загороджувальними та запобіжними пристроями; гальмівними та блокуючими пристроями і сигналізаторами безпеки; спеціальними засобами електробезпеки, пожежо- та вибухобезпеки; вирішенням ергономічних вимог, а також іншими засобами, залежно від його специфічних особливостей та умов експлуатації.

При проектуванні обладнання доцільно враховувати умови його експлуатації, якщо при дії вологості, високих та низьких температур і тисків, сонячної радіації, механічних коливань, агресивних речовин, мікроорганізмів, грибків, вітрових навантажень та ін., обладнання не було небезпечним.

Забезпечення потрібної міцності, а значить безпечності машин повинно досягатись ще на етапі проектування і їх виготовлення і не лише в серійному виробництві. Про це слід пам'ятати на етапі модернізації та інтенсифікації роботи обладнання, з чим пов'язана постійна діяльність інженерно-технічних працівників. Ці заходи мають не лише підвищувати продуктивність машин та механізмів, але й не знижувати їх міцності.

*Надійність* робочих машин — це властивість машини виконувати задані функції, зберігати свої експлуатаційні показники у заданих межах протягом постійного проміжку часу.

Надійність є внутрішньою властивістю верстатів, об'єктивною реальністю, що властива даному його виду. Ненадійним вважається не лише той верстат, в якого спостерігається механічне

або якесь інше пошкодження, що призводить до непрацездатності, але й той верстат, в якого порушується загальний режим, в тому числі і режим безпеки.

За абсолютної надійності виробничих систем усі механізми та пристрої машин працювали б безвідмовно, а машина видавала б безперервно придатну продукцію через інтервали, які дорівнюють тривалості робочого циклу. Однак, абсолютної надійності немає.

Визначення показників надійності базується на понятті працездатності. *Працездатність* — стан системи, при якому вона здатна виконувати задані функції з параметрами, встановленими вимогами технічної документації,

Поняття працездатності машини є складною категорією. Повна працездатність означає, що функціонують всі її елементи, підсистеми, машини, агрегати і видається якісна продукція на всіх вихідних позиціях. Часткова непрацездатність характерна тим, що лише певна частина агрегатів продовжує працювати і видавати продукцію, незважаючи на відмову решти, а повна непрацездатність — тим, що якісна продукція не видається, незважаючи на повне забезпечення машин всім необхідним. Частково працездатна машина, лінія видає якісну продукцію, але з меншою продуктивністю.

*Довговічність* — властивість системи зберігати працездатність до граничного стану.

Довговічність систем забезпечується правильним вибором матеріалів, форми, розмірів, допусків та якості поверхонь деталей, які вилучають недопустимі деформації, їх поломку чи руйнування.

*Ремонтпридатність* — властивість системи, що полягає в її пристосуванні до попередження, виявлення і усунення відмов і несправностей шляхом технічного обслуговування та ремонтів. Чим менший час виявлення та усунення виникаючих відмов, тим вища ремонтпридатність машини, лінії. Отже, всі основні поняття та визначення, а також кількісні показники надійності, пов'язані з поняттям відмови, тобто порушенням працездатності машини, лінії.

*Безвідмовність* — властивість системи зберігати працездатність протягом деякого часу або виконувати обсяг роботи (наробки) без вимушених перерв.

Стан відмови відповідає випадкам, коли машина або лінія не може видавати якісну продукцію відповідно до заданих технічних умов. Розрізняють відмови елементів (або функціонування), коли

не спрацьовує той чи інший елемент виробничої системи, та відмови параметрів, коли всі елементи спрацьовують, однак результати такого спрацьовування не відповідають заданим умовам. Спільність відмов елементів та відмов параметрів полягає в тому, що в обох випадках їх виникнення однаково призводить до простоювання машини і втручання людини для усунення причини відмов.

Властивість безвідмовності надзвичайно важлива для елементів, вибуття з ладу яких призводить до аварійної ситуації або навіть катастрофи (наприклад, для літаків, систем забезпечення життєдіяльності людини і т.д.). Для технологічного обладнання безвідмовність теж важливий показник, хоч і з технологічних міркувань; після ремонту обладнання продовжує працювати до якогось граничного стану, який визначається або неможливістю подальшої його експлуатації через недопустиме зниження ефективності або вимогами безпеки праці.

Отже, міцність і надійність машин мають цікавити інженера не лише з огляду збереження техніки, підвищення працездатності, а, в першу чергу, з огляду безпеки працюючих з нею людей. Це важливо також економічно і особливо в соціальному плані. Згідно з цим, безпека праці має бути гарантована не лише організаційними заходами, але і надійними інженерними розрахунками.

Встановлені відповідні вимоги до конструктивних елементів обладнання.

Матеріали, які використовуються в конструкціях та конструктивних елементах обладнання, не повинні бути небезпечними і шкідливими. Нові матеріали повинні попередньо пройти перевірку на гігієнічність і забезпечення пожежо-вибухової безпеки.

Конструкція та розташування органів керування не повинні заважати зручному, точному та швидкому керуванню та спостереженню за сигнальними пристроями. Всі органи керування забезпечуються чітко виготовленими знаками або написами, що однозначно визначають їх призначення і можливість прочитання на відстані 500 мм.

Конструкція і компонування верстата має забезпечувати зручність обслуговування та безпечність під час монтажу та ремонту. Верстати з громіздкими інструментами оснащуються пристосуваннями, які гарантують безпечність зняття та встановлення їх у процесі заміни.

Обов'язковою для виконання є вимога щодо встановлювання і спрямування відходів і шкідливих речовин. Якщо за кон-

структивними або іншими причинами неможливо застосувати місцеве відсмоктування відходів, то в експлуатаційних документах мають бути зазначені заходи для їх видалення.

Верстати зі швидкохідними шпинделями, що захищені легко-знімними захисними пристроями, слід устаткувати швидкодіючими гальмами, які забезпечують зупинку шпинделів протягом 6 с. За цей час неможливо зняти огороження. Блокуванням гальм забезпечується гальмування, якщо двигуни виключені.

Конструкція машини має виключити можливість накопичування статичної електрики.

На машину наносять сигнальні кольори та знаки безпеки. На кожний верстат встановлюються запобіжні та огорожувальні пристрої відповідно до ГОСТ 12.4.011-75.

Потрібна безпечність верстату досягається відповідним встановленням в зручному місці органів керування та регулювання.

Включення машини або його окремих механізмів здійснюють з одного робочого місця. Допускається також застосування дубльованих органів за умови неодночасного включення. Нормоване значення зусилля на рукоятці керування залежить від часу керування: якщо керування постійне — 40 Н, якщо непостійне — 60...120 Н.

Органи керування обладнанням повинні відповідати наступним основним вимогам: мати форму, розміри і поверхню безпечні і вигідні для роботи; зручно розміщені в робочій зоні; розміщатися з врахуванням вимог щодо зусиль, які не перевищують нормативи, встановлені стандартами; електричні схеми верстатів мають забезпечувати автоматичне відключення вимикача незалежно від положення органів управління за раптового зникнення напруги у мережі та не допускати самовільного вмикання при відновленні напруги.

Керування однаковим обладнанням повинно бути уніфіковано, а напрямок обертання маховиків, штурвалів, переміщення важелів, педалей тощо — відповідати встановленим вимогам.

Органи керування своєю конструкцією повинні забезпечувати послідовність експлуатаційних операцій.

На верстатах повинні бути встановлені таблички з чіткими надписами, схемами або символами, що пояснюють призначення органів управління, напрям і швидкість переміщення відповідних механізмів.

Органи аварійного відключення повинні мати відповідні сигнальні кольори і знаки безпеки виконані згідно з ГОСТ 12.4.026-76 "Кольори сигнальні і знаки промислових підприємств".



Огороджувальні і запобіжні пристрої, що входять в конструкцію виробничого обладнання, повинні постійно виконувати свої функції при виникненні небезпеки або появи людини в небезпечній зоні. Дія засобів захисту повинна продовжуватися до того часу, поки діє небезпечний або шкідливий виробничий фактор.

Під час роботи робітник повинен слідкувати за функціонуванням захисних пристосувань, за роботою вентиляційної системи на робочому місці, утворенням вибухонебезпечних сумішей. Якщо в процесі роботи виникне вибухонебезпечний стан, робітник зобов'язаний негайно припинити експлуатацію машини та викликати чергового слосаря або електрика.

До засобів захисту повинен бути вільний підхід для обслуговування і контролю. Якщо виникла потреба, то ці засоби забезпечують спеціальними засобами автоматичного контролю.

Нині діє більше 200 державних та 150 галузевих ССБП на окремі групи обладнання, наприклад:

- ГОСТ 12.3. — стандарти вимог безпеки до виробничих процесів, пов'язані з режимами роботи обладнання та організації робочих місць.
- ГОСТ 12.4. — державні стандарти вимог до засобів захисту працюючих, встановлюють вимоги до конструкцій і гігієнічних показників засобів колективного та індивідуального захисту.

### 13.3. Механізація та автоматизація виробництва

Потреби прискорення темпів соціального та економічного розвитку нашої країни, успіхи й досягнення в різних областях науки і техніки обумовили необхідність докорінної перебудови організаційно-економічних і технологічних характеристик виробничої діяльності в напрямку створення динамічних та інтенсивних форм виробництва. Традиційно інтенсифікація виробництва реалізувалася всебічним підвищенням продуктивності машин, устаткування і технологічних процесів. За таких умов, звичайно, зберігається значна частка ручної праці людини, яка в окремих виробництвах перевищує половину витрат.

Радикальним засобом забезпечення безпеки виробничих процесів є механізація та автоматизація.

Під *механізацією* розуміють заміну робочих операцій, які виконуються вручну, машинами і механізмами з застосуванням

для їх дії різних видів енергії. Основною метою механізації є підвищення продуктивності праці і звільнення людини від виконання важких, трудомістких і виснажливих операцій. Залежно від роду робіт і ступеня забезпечення виробничих процесів технічними засобами, механізацію поділяють на неповну (часткову) і комплексну. Підвищення рівня механізації праці — це прямий шлях до автоматизації виробництва.

*Автоматизація виробництва* — це вища форма розвитку виробничих процесів, при яких, функції управління і контролю, що виконувала людина, передаються приладам і автоматичним засобам. Автоматизація виробництва є основою для підвищення продуктивності праці, покращання якості продукції, нової організації виробничо-технологічного процесу, в основу яких покладаються нові принципи безпеки праці і підвищення загальної культури виробництва.

Автоматизацію виробництва поділяють на часткову, комплексну і повну. Під частковою автоматизацією розуміють автоматизацію одного або декількох не зв'язаних між собою механізмів устаткування виробничого процесу. Вона застосовується, коли людина безпосередньо не може здійснювати управління складним процесом або коли процес ведеться в умовах, шкідливих та небезпечних для життя людини.

Автомати та автоматичні лінії різного технологічного призначення мають єдину основу автоматизації, яка полягає в спільності цільових механізмів та систем керування, в загальних закономірностях продуктивності, надійності, економічної ефективності, в єдиних методах агрегування, визначення режимів обробки, оцінки прогресивності праці.

При комплексній автоматизації всі основні механізми виробничого процесу діють як одне ціле — автоматичний комплекс. Комплексна автоматизація базується на сучасній технології і прогресивних методах управління з застосуванням надійних уніфікованих технічних засобів автоматизації і виробничого обладнання, яке діє за програмою, під загальним наглядом людини за роботою усього комплексу.

Комплексна автоматизація передбачає повне відокремлення людини з процесу управління виробництвом і його функції перекладає на досконалі управляючі машини. Отже, при комплексній автоматизації виробництва людина залишається його напрямою ланкою.

Розвиток автоматизації виробничих процесів вимагає визначення найбільш прогресивних напрямків, розробки методів аналізу й оцінки автоматів, автоматичних ліній, цехів та заводів.

### 13.4. Автоматичні лінії та їх загальна характеристика

Автоматизація виробничих процесів сьогодні означає розроблення високоінтенсивних технологічних процесів і створення на їх основі високопродуктивного устаткування, що виконує ці технологічні і допоміжні процеси без безпосередньої участі людини. Визначальною рисою науково-технічного прогресу в усіх галузях виробництва є перехід від розв'язання локальних завдань автоматизації до створення закінчених систем машин, що вирішують завдання випуску кінцевої продукції з використанням найновіших досягнень прогресивної технології, охорони довкілля, автоматизованих систем керування на базі промислової електроніки, мікропроцесорної техніки, промислових роботів тощо. Такі системи машин, розташованих відповідно до послідовності операцій технологічного процесу, утворюють лінії.

За ступенем автоматизації лінії у виробництві поділяють на поточні, автоматизовані та автоматичні.

*Поточна лінія* — це комплекс робочих машин, розташованих в порядку послідовності операцій технологічного процесу. Кожна з цих машин обслуговується індивідуально. Між собою машини можуть з'єднуватися транспортними пристроями.

*Автоматична лінія* — це система взаємозв'язаних робочих машин (верстатів, транспортних пристроїв, нагромаджувачів, механізмів живлення тощо, які розташовані за технологічною послідовністю процесу обробки і автоматично реалізують задану послідовність технологічних операцій без втручання робітника. Автоматичній лінії (АЛ) потрібний лише періодичний контроль, налагодження і догляд обслуговуючого персоналу.

Завантаження першої машини АЛ і знімання готової продукції з останньої проводиться автоматично за допомогою спеціальних завантажувально-розвантажувальних пристроїв. Якщо ці або інші операції не вимагають витрат ручної праці, то лінія називається автоматичною.

Кожна АЛ характеризується такими ознаками: розташуванням устаткування за ходом технологічного процесу; певною ритмічністю роботи устаткування; автоматичною подачею об-

роблених заготовок від однієї робочої машини до іншої; наявністю єдиної системи керування окремих машин і механізмів, що входять до складу лінії.

*АЛ зі спеціальних технологічних машин* проектують для масового виробництва і застосовують у тих випадках, коли виріб з тих чи інших причин не можна виготовити на серійних машинах. Лінії на базі технологічних машин роторного і конвеєрно-роторного компонування мають високий рівень незалежності транспортних і технологічних швидкостей. Вони характеризуються високою продуктивністю і компактністю. Всі типи АЛ можуть проектуватися як для одного, так і для декількох паралельних технологічних потоків залежно від необхідного обсягу виробництва та фактичної продуктивності лінії. В однопотокових АЛ використовується послідовно (іноді змішане) агрегування робочих машин, коли на кожній позиції обробки використовується одна (лише в окремих випадках більше) машина.

*Промислові роботи* — це автономно функціонуючі машини з маніпулятором і програмним пристроєм керування, що призначені для виконання у виробничому процесі рухових і керівних функцій замість людини-оператора. Сьогодні вони широко використовуються у важкодоступних і шкідливих для людини умовах не тільки у виробництві, але й у багатьох інших сферах діяльності.

*Роботизований технологічний комплекс* — це сукупність автоматизованого устаткування і промислових роботів, призначених для однієї або декількох технологічних операцій. Цех, виробництво або підприємство, де основні технологічні процеси автоматизовані та виконуються на роботизованих технологічних комплексах, автоматичних і автоматизованих лініях і устаткуванні, називаються автоматизованими. Якщо таке виробництво призначене для випуску багатонаменклатурної та дрібносерійної продукції у швидкозмінних виробничих умовах з частою зміною номенклатури готових виробів, то воно відноситься до гнучкого автоматизованого виробництва. Гнучке автоматизоване виробництво реалізується за допомогою гнучких виробничих систем, до складу яких входять виробничі модулі та гнучкі автоматизовані лінії.

*Гнучка виробнича система* — це сукупність технологічного і транспортного устаткування з числовим програмним керуванням і системою забезпечення його функціонування протягом певного інтервалу часу, яка має властивість швидко автоматично пе-

реналагоджуватись для виготовлення виробів довільної номенклатури в заданих межах значень їх характеристик.

*Гнучкий виробничий модуль* — це одиниця основного технологічного устаткування, обладнаного пристроєм числового програмного керування і швидко переналагоджуваними завантажувально-розвантажувальними пристроями, яка функціонує автономно і здатна швидко переналагоджуватися на виготовлення виробів певної номенклатури.

*Гнучка автоматична лінія* — це система, в якій технологічне устаткування (гнучкі виробничі модулі) з числовим програмним керуванням розташоване згідно з послідовністю технологічних операцій і з'єднане між собою транспортною системою автоматизованої подачі заготовок та інструменту.

### 13.5. Ергономічні аспекти охорони праці

#### 13.5.1. Завдання ергономіки

Термін “ергономіка” означає “закон праці”. Його ввів у 1857 р. Войцех Ястшембовський. Під ергономікою розуміють галузь знань, яка комплексно вивчає трудову діяльність людини в системі “людина-машина-середовище” з метою забезпечення її ефективності, безпеки та комфорту.

Діяльність людини може здійснюватися при різних умовах і прирізній важкості. Отже, трудова діяльність людини значною мірою залежить від таких компонентів: предмет і засоби праці, організація робочого місця, гігієнічні фактори виробничого середовища, працездатність людини. *Працездатність* — величина функціональних можливостей організму, яка характеризується ефективністю роботи, виконаної за певний час.

Вирішення ергономічних проблем, що виникають в процесі функціонування систем “людина-машина” доцільно проводити в напрямі опрацювання засобів та методів об'єктивного прогнозу змін якості діяльності людини під впливом різних несприятливих факторів і умов зовнішнього середовища, удосконалення моделей трудової діяльності людини в різних умовах.

Доцільне розташування обладнання і компоновання робочого місця, забезпечення зручної пози і вільних рухів при роботі, використання обладнання, яке відповідає вимогам ергономіки та інженерної психології, забезпечують найбільш ефективний тру-

довий процес, зменшують втому і знижують ймовірність виникнення професійних захворювань (рис. 13.1).

Поза людини залежить від м'язових зусиль під час роботи, точності та швидкості рухів, а також від характеру роботи, що виконується. При зусиллях не більше 50 Н (кгс) можна виконувати роботу сидячи. При навантаженні від 50 до 100 Н робота може виконуватися з однаковим фізичним ефектом як стоячи, так і сидячи. При навантаженні більше 100 Н бажано працювати сидячи.

При роботі стоячи підвищується навантаження на м'язи нижніх кінцівок, підвищується напруження м'язів в зв'язку з високим розташуванням, центра ваги працівника і зростають енерговитрати в порівнянні з позою сидячи на 6...10%.

Робота в позі сидячи (рис. 13.1, а) більш раціональна і менш виснажлива, оскільки зменшується віддаль центра ваги до площі опори, підвищується стійкість тіла, зменшується навантаження на серцево-судинну систему. У положенні сидячи забезпечується можливість виконувати роботу, яка вимагає точних рухів. Проте при цьому можуть виникати застійні явища в життєво важливих органах, ускладнення роботи органів кровообігу і дихання.

Зміни пози призводять до перерозподілу навантаження на групи м'язів, покращання кровообігу, зниження монотонності роботи. У зв'язку з цим всюди, де це можливо (з врахуванням технології та умов виробництва), доцільно передбачати можливість виконання роботи як стоячи, так і сидячи, щоб працівники могли змінювати положення тіла.

*Ергономічні дані людини.* Організуючи виробничий процес, доцільно враховувати антропометричні та психофізіологічні особливості людини, її можливості стосовно зусиль, що прикладаються до органів керування машиною, ритму виконуваних операцій, а також анатомофізіологічні відмінності між чоловіками та жінками.

Встановлено, що зріст дорослого чоловіка (без взуття та одягу) складає, см: високий — 187 см; середній — 170; низький — 153. В розрахунках часто використовують середній зріст дорослого чоловіка, котрий приймають: в США — 175,7, в Англії — 172,5, в Росії — 170,0, в Японії — 163,5 см.

Маса дорослого чоловіка середнього зросту (170 см) складає 80 кг. Площа поверхні шкірного покриву дорослого чоловіка середнього зросту — 20000 см<sup>2</sup>.

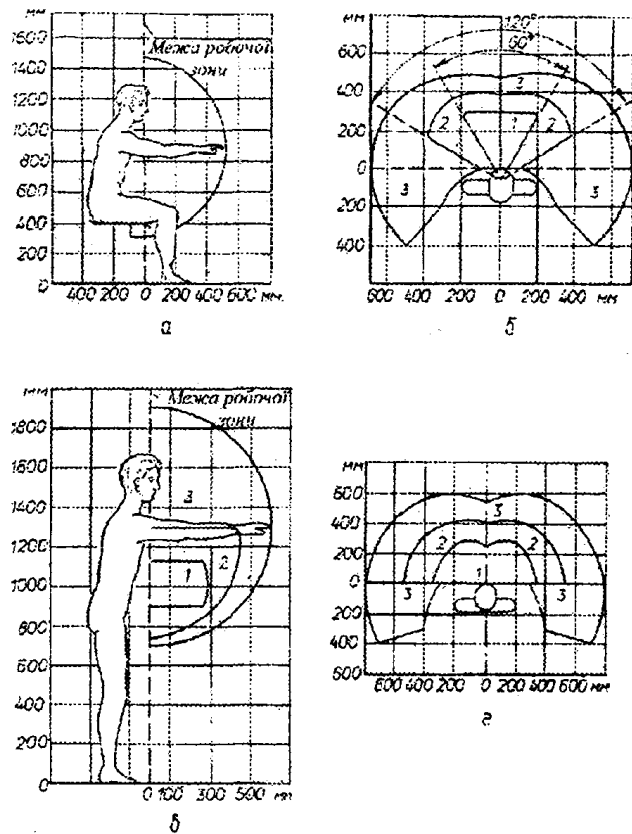


Рис. 13.1. Межі робочої зони робітників: а — сидячи; б — стоячи.

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).

При роботі стоячи слід враховувати те, що зріст чоловіків і жінок в середньому відрізняється на 11,1 см, довжина витягнутої в 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 більша під час руху зліва направо, а лівої — справа наліво; точність руху рук за незначних (до 20 Н) навантажень; зусилля натиску та тяги, що виконуються руками при русі 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 дозволяє забезпечити необхідний рівень працездатності, зменшити втому, зберегти здоров'я людей.

### 13.6. Виробнича естетика

До умов праці на виробничих підприємствах ставляться високі естетичні вимоги. Приємний зовнішній вигляд обладнання, правильний вибір кольору фарбування стін, стель, підлоги, красивий та зручний спецодяг покращують настрій та самопочуття працівників, знижують їх втомлюваність, зменшують кількість нещасних випадків.

Колір є одним з важливих факторів, котрі формують сприятливе виробниче оточення. Застосування відповідних кольорів при опорядженні приміщень, фарбування обладнання та оформлення інтер'єрів передбачають створення сприятливого "кольорового клімату" — раціонально підбраного поєднання кольорів. Як відомо, кожний колір характеризується трьома показниками — довжиною хвилі (кольоровий тон), коефіцієнтом відбиття (яскравість) і насиченістю (наближення кольору до чистого спектрального або ступінь розбавлення кольору білим).

Психологічне (емоційне) сприйняття кольору часто пов'язане з асоціаціями, життєвим досвідом. Наприклад, червоний, жовтогарячий, жовтий називають теплими, асоціюючи їх з кольором полум'я, сонця; синій, фіолетовий, блакитний, зелений — холодними, пов'язуючи їх з кольором льоду, води. Деякі кольори

називають радісними, веселими (рожевий, жовтогарячий) за асоціацією з квітами, стиглими плодами, а фіолетовий, темно-синій — безрадісними.

Для характеристик кольорів використовують такі визначення: помітні (яскраві) — насичені контрастні поєднання, виступаючі — темні та насичені, відступаючі — світлі ахроматичні, малонасичені.

У кольорознавстві розроблені таблиці кольорів, що гармонують та контрастують і можуть бути використані для кольористики фарбування обладнання та інтер'єрів. Деякі з них наведено в табл. 13.1.

Таблиця 13.1.

**Характеристика гама гармонуючих та контрастуючих кольорів**

Основний	Гармонуючий	Контрастуючий
Білий	Сірий, бузковий	Чорний, брунатний, зелений
Чорний	Червоний, сірий, синій	Білий, жовтий, жовтогарячий
Синій	Зелений, брунатний	Червоний, білий
Зелений	Жовтий, брунатний	Червоний, жовтогарячий
Брунатний	Синій, зелений	Сірий, білий

Кольори для фарбування приміщень вибирають із врахуванням розташування виробничих приміщень відносно сторін світу та їх пропорцій. Приміщення, які гарно освітлюються природним світлом, краще фарбувати в насичені кольори: сіро-синьо-зелені, а затемнені — в жовто-білі. Фарбування стін, стелі та підлоги може зменшувати або збільшувати освітленість приміщення. Тому стіни й стелі в них треба фарбувати в кольори, які відбивають не менше 50% падаючого на них світла: світло-жовтий, салатний, світло-бежевий, блакитний. Такі кольори запобігають зоровій та нервовій втомі працівників, сприяють підвищенню освітленості на робочих місцях за рахунок відбитого світла. Для стелі бажано вживати тільки білий колір. Темне фарбування поглинає багато світлових променів, погіршує освітленість приміщень, призводить до втоми зору та підвищує ймовірність виробничого травматизму.

Особливої уваги потребує вибір кольору для фарбування внутрішніх поверхонь гарячих цехів, що характеризуються значними тепловиділеннями. Для психологічного послаблення їх впливу рекомендуються світлі холодні тони.

Властивості кольору використовуються для зниження виробничого травматизму в системі сигнально-запобіжних кольорів.

Червоний колір використовується як застережний, забороняючий. Цим кольором фарбують протипожежне обладнання, важелі та кнопки негайної зупинки машин та механізмів, внутрішні поверхні або частини котрих є травмонебезпечними (небезпечні зони).

Жовтий колір означає “увага”, “обережно”. Його використовують для фарбування обладнання, що рухається, — візків, тельферів, підйомників, навантажувачів, електрокарів тощо. Для концентрації уваги фарбування виконують чорними і жовтими прямими та похилими смугами.

Зелений колір означає відсутність небезпеки. У цей колір фарбують шафи із засобами першої допомоги, місця знаходження санітарних нош тощо.

Синій колір є інформативним і використовується для нанесення приписуючих надписів.

Щоб виділити основний колір, для контрасту застосовують білий та чорний кольори. Для попереджувального фарбування трубопроводів застосовують такі кольори: червоний — пара, жовто-гарячий — кислота, жовтий — газ, зелений — вода, синій — повітря. Додатково на труби наносять смуги у вигляді кілець червоного кольору — для позначення вибухо-небезпечних і вогненебезпечних речовин: жовтого — отруйних газів та рідин; зеленого — безпечних і нейтральних речовин.

Організація освітлення приміщень також несе велике естетичне навантаження, створенню якого сприяють різні джерела. При застосуванні ламп розжарювання теплі кольори виглядають чистими, насиченими, а холодні — сірими та брудними (див. п. 9.2).

### **14.1. Загальні положення**

“Правила будови та безпечної експлуатації парових котлів з тиском не більше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>), водогрійних котлів та водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115 °С” (далі Правила) обов’язкові для всіх міністерств, відомств, об’єднань, організацій, підприємств (незалежно від їх відомчої незалежності і форм власності) і поширюються на всіх працівників, які виконують роботи щодо проектування, виготовлення, реконструкції, монтажу, ремонту, налагодження та експлуатації парових і водогрійних котлів, водопідігрівачів (далі котли).

Ці Правила встановлюють вимоги до:

- парових котлів із робочим тиском пари не вище 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);
- водогрійних котлів із температурою нагріву води не вище 115 °С;
- водопідігрівачів із температурою нагріву води не вище 115 °С що обігріваються паром з надлишковим тиском не вище 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) або водою з температурою не вище 115 °С;
- мобільних (пересувних і транспортабельних) установок з параметрами, зазначеними в підпунктах вище;
- котлів-утилізаторів із параметрами, зазначеними в підпунктах вище.

Конструкція котлів та їх основних частин повинна забезпечувати надійність, монтаж і ремонтоздатність, довговічність і безпечну експлуатацію на розрахункових параметрах протягом розрахункового ресурсу безпечної роботи котла, прийнятого в технічних умовах (технічному завданні), а також можливість проведення технічного опосвідчення, очистки, промивки та експлуатаційного контролю металу.

Відхилення від Правил можуть бути допущені у винятковому випадку з дозволу Держнаглядохоронпраці України. Для отримання дозволу власнику котла необхідно подати Держнаглядохоронпраці України відповідні обґрунтування спеціалізованої організації з питань котлобудування. У разі відступу від вимог конструкції чи виготовлення котлів повинен бути доданий висновок головної організації.

Розслідування аварій та нещасних випадків, що пов’язані з експлуатацією котлів, на які поширюються Правила, слід проводити згідно діючого “Положення про розслідування та облік нещасних випадків, профзахворювань та аварій на виробництві, в установах і організаціях”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 10.08.93 р., № 623.

### **14.2. Основні вимоги при проектуванні, виготовленні та контролі на міцність котлів та їх елементів**

Безпечність посудин та систем, які перебувають під тиском, в основному, пов’язане із забезпеченням їх герметичності та міцності. Отже, розробка конструкторської документації котлів, котельних, у тому числі пересувних і транспортабельних, повинна виконуватись спеціалізованими проектними (конструкторськими) організаціями.

За правильність конструкції котла, розрахунок його на міцність, вибір матеріалу, якість виготовлення, реконструкції, монтажу, налагодження, ремонту, технічного діагностування, а також за відповідність котла вимогам НД відповідає організація чи підприємство, незалежно від форми власності та відомчої належності і господарської діяльності, які виконували відповідні роботи.

Розрахунки на міцність котлів та їх елементів повинні виконуватись згідно з нормами, узгодженими з Держнаглядохоронпраці України, за винятком випадків, для яких спеціалізованою або експертною організацією буде підтверджено, що розрахунки, виконані за методикою, прийнятою постачальником, відповідають вказаним нормам. Відповідність матеріалів іноземних марок вимогам Правил або допустимість їх використання в кожному конкретному випадку повинна бути підтверджена спеціалізованою або експертною організацією. Копії зазначених документів необхідно додавати до паспорта котла.

Якість та властивості матеріалів і напівфабрикатів, з яких виготовляють котли, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів, технічних умов і сертифікатів заводів-виготовлювачів. Ці матеріали повинні мати властивість деформуватися без виникнення тріщин у холодному і гарячому станах, бути одночасно міцними і пластичними, що забезпечувало б надійну експлуатацію протягом розрахункового терміну служби.

Матеріали для виготовлення котлів та їх елементів повинні бути вказані в технічних умовах і кресленнях на виготовлення.

Виготовлення, монтаж, налагодження, реконструкція та ремонт котлів та їх елементів повинні виконуватися підприємствами чи організаціями, що мають технічні засоби, необхідні для якісного виконання робіт.

Підприємства та організації повинні мати дозвіл органів Держнаглядохоронпраці на виготовлення котлів відповідно до вимог Інструкції про порядок видачі дозволу на виготовлення, ремонт і реконструкцію об'єктів котлоагляду та здійснення нагляду за виконанням цих робіт, ДНАОП 0.00–5.08–96.

Підприємство-виготівник, монтажне або ремонтне підприємство застосовує такі види та обсяги контролю своєї продукції, які б гарантували виявлення недопустимих дефектів, їх високу якість і надійність в експлуатації. При цьому обсяг контролю повинен відповідати вимогам Правил.

Міцність посудини — найважливіший фактор їх безпечності. Вона досягається під час виготовлення і контролюється в процесі їх експлуатації.

Найпоширенішими методами неруйнівного контролю металу та зварних з'єднань є візуальний та вимірювальний методи.

*Рентгеномелевізійний* метод базується на здатності рентгенівських променів проникати через непрозорі тіла. Його головний недолік — небезпечність для обслуговуючого персоналу.

*Ультразвуковий* метод, використовуючи електроакустичні перетворювачі і визначаючи поширення ультразвукових хвиль, виявляє внутрішні дефекти.

*Метод магнітної дефектоскопії* полягає у виявленні полів розсіювання, які утворюються під час намагнічування у місцях дефектів.

*Магнітопорошковий* або *люмінесцентний* метод застосовується для виявлення поверхневих дефектів, головним чином тріщин. Він базується на властивостях речовин флюорескувати під дією ультрафіолетових променів. Люмінофор наносять на поверхню посудини, просушують її 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. Порошок флюорескує. Тріщини виявляються у вигляді світлих ліній.

*Металографічні дослідження* зводяться до вивчення макро- і мікроструктури металу посудин на зломі, особливо в процесі досліджування зварних швів (непровар, мікротріщини, пори та шлакові вклучення).

*Механічне випробування* здійснюють на розтяг і згин для визначення границі міцності і пластичності металу та на ударну в'язкість. Результати дослідження порівнюють з допустимою міцністю.

*Під час гідравлічних випробувань* перевіряється герметичність і міцність випробовуваного об'єкту.

Крім цих, можуть застосовуватися інші методи (акустична емісія, радіографічний, струмовихровий метод та інші).

Гідравлічне випробування котлів та їх елементів проводиться з метою перевірки їх щільності та міцності на заводах-виготівниках спеціально виділеними робітниками ВТК заводів.

Пробний тиск при гідравлічному випробуванні повинен бути не менше 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>). Цей тиск повинен контролюватися двома манометрами, один з яких повинен бути контрольним. Для гідравлічних випробувань повинна застосовуватися вода з температурою не нижче 5 °С і не вище 40 °С.

Час витримки котла під пробним тиском повинен бути не менше 10 хвилин. Падіння тиску під час випробування не допускається.

Використання стиснутого повітря або газу для підняття тиску не допускається.

Після зниження пробного тиску до робочого проводять ретельний огляд усіх елементів котла, зварних з'єднань за всією довжиною.

Вважається, що котел витримав гідравлічне випробування, якщо не виявлено: протікання в зварних, вальцювальних, клепа-них з'єднаннях та в основному металі; тріщин або. ознак розриву; видимих залишкових деформацій.

На днищі барабанів або фронтальної частини кожного котла повинна бути прикріплена металева табличка з нанесенням на ній ударним способом наступних даних: назва або товарний знак заводу-виготівника; позначення котла; заводський номер; рік виготовлення; робочий тиск; температура води (для водогрійних котлів); номер ДСТ або ТУ на котел.

Допускається маркування іншими способами, які забезпечують чіткість та довговічність зображення, рівноцінні ударному способу.

Кожний виготовлений котел повинен постачатися замовнику з паспортом встановленої форми та інструкцією з монтажу і експлуатації українською мовою.

Стационарні котли повинні встановлюватися в будівлях та приміщеннях, що відповідають вимогам БНіП 11–35–76 “Котельні установки”.

При встановленні котлів всередині виробничих приміщень, місце встановлення відокремлюється перегородками на всю висоту котла, але не нижче 2 м, з улаштуванням дверей. Місце розташування та напрямки відчинення дверей визначаються проектною організацією.

Перегородки виконуються з негорючих матеріалів.

Котли-утилізатори можуть бути відокремлені від виробничого приміщення разом із печами чи агрегатами, з якими вони пов'язані технологічним процесом.

На кожному поверсі приміщення котельні має бути не менше двох виходів, розмічених у протилежних сторонах. Допускається один вихід, якщо площа поверху є меншою 200 м<sup>2</sup> та має другий евакуаційний вихід на зовнішні стационарні сходи, а в одноповерхових котельнях — при довжині приміщення по фронту котлів не більше 12 м.

Вихідні двері з приміщення котельні повинні відкриватися назовні від натиску руки, не мати запорів із котельні та під час роботи котлів не замикатися. Вихідні двері з котельні в службові, побутові, а також допоміжні виробничі приміщення повинні забезпечуватися пружинами та відкриватися в бік котельні.

На кождих вхідних дверях приміщення котельні з зовнішньої сторони повинен бути напис “Стороннім вхід заборонено”.

Біля воріт приміщення котельні, через які відбувається подача палива і вилучення попелу та шлаку, необхідно встановлювати тамбур чи повітряну теплову завісу відповідно до вимог НД.

Приміщення котельні повинні бути забезпечені достатнім природним світлом, а в нічний час — електричним освітленням.

У приміщеннях котельні при висоті встановлення світильників загального освітлення над підлогою або площадками обслуговування менше 2,5 м повинні встановлюватися світильники закритого виконання.

Для роботи в котлах і газоходах необхідно застосовувати ручні світильники з напругою не більше 12 В або переносні електричні ліхтарі.

Крім робочого освітлення, в котельні має бути аварійне електричне освітлення.

У працюючих на газоподібному паливі котельнях, умонтованих у будівлі, крім основного електроосвітлення в нормальному виконанні, має бути електроосвітлення з арматурою у вибухозахисному виконанні, з самостійною електропроводкою і розміщенням вимикача і запобіжника поза приміщенням котельні. Це освітлення використовується при підготовці газифікованих котельень до пуску.

Електродвигуни та пускова арматура витяжних вентиляторів, що влаштовуються в приміщеннях газифікованих опалювальних котельень, вмонтованих у будівлях, повинні бути вибухозахисними відповідно до вимог ПУЕ.

Підлоги котельного приміщення необхідно виконувати з негорючих матеріалів із негладкою, неслизькою поверхнею; вони повинні бути рівними і мати пристрої для відведення води в каналізацію.

Приміщення, де розміщені котли, зольні приміщення, а також усі допоміжні і побутові приміщення повинні бути обладнані природною і штучною вентиляцією, а також, при необхідності, опаленням. Вентиляція котельні повинна забезпечувати видалення шкідливих газів, пилу, подачу припливного повітря і підтримки температурних умов відповідно до вимог санітарних норм.

Котельня повинна бути обладнана засобами пожегогасіння відповідно до норм на протипожежне устаткування і ремонт, встановленими Правилами пожежної безпеки в Україні ДНАОП 0.01–1.01–95.

### 14.3. Реєстрація котлів

Котли, на які розповсюджуються ці Правила, до введення в експлуатацію повинні бути зареєстровані в місцевому органі Держнаглядхорон праці України.

Реєстрація котла проводиться на підставі письмової заяви власника. При реєстрації повинні бути представлені: паспорт котла; акт про справність котла, якщо він був отриманий від заводу-виготівника в зібраному вигляді (або переставлений з одного місця на інше); посвідчення про якість монтажу; креслення приміщення котельні (план, поздовжній і поперечний розрізи із розміщенням котлів і всього встановленого устаткування). На кресленні повинні бути вказані розміри, що регламентувалися Прави-



лами, а також проходи і виходи; принципова теплова схема котельні з указанням котлів, трубопроводів, арматури, контрольно-вимірювальних приладів, насосів і допоміжного устаткування; інструкція заводу-виготівника з монтажу та експлуатації котла.

Перелічені документи повинні бути підписані керівником підприємства та прошиті разом із паспортом.

Посвідчення про якість монтажу повинно складатися організацією, яка проводила монтаж, підписуватись керівником цієї організації та власником котла і скріплюватись печатками.

У посвідченні про якість монтажу слід вказати: назву власника котла; назву монтажної організації; найменування заводу-виготівника котла та його заводський номер; дані про зварювання, включаючи вид зварювання, тип і марку електродів, прізвища зварників і номери їх посвідчень; загальні висновки про відповідність проведених монтажних робіт Правилам, проекту, технічним умовам та інструкції з монтажу котлів, а також про придатність їх до експлуатації при вказаних у паспортах параметрах.

При відповідності документації вимогам Правил проводиться реєстрація котла, а документацію повертають власникові. У разі відмови в реєстрації котла власника повідомляють про це письмово з вказанням причин відмови і посиланнями на відповідні пункти Правил.

Перереєстрація котла в місцевих органах Держнаглядохоронпраці України повинна бути проведена в наступних випадках: при реконструкції, після демонтажу і встановлення у новому місці; при передачі котла іншому власникові.

#### 14.4. Технічне опосвідчення котлів

Кожний нововстановлений котел може бути введений в експлуатацію після його технічного опосвідчення (якщо він отриманий від заводу-виготівника в розібраному вигляді) або технічного обстеження (якщо надійшов у зібраному вигляді) технічним експертом експертно-технічного центру Держнаглядохоронпраці та отримання дозволу на роботу від органів Держнаглядохоронпраці у встановленому порядку, виданого на підставі задовільного висновку технічного експерта.

Про готовність котла до технічного опосвідчення або обстеження експерт повинен бути повідомлений власником протягом 10 днів.

Обстеження проводиться з метою перевірки технічного стану котла, відповідності установки обладнання котла і котельні вимогам Правил, а також поданим при реєстрації документам. При обстеженні технічний експерт повинен перевірити: правильність включення котла в схему опалення; відповідність приміщення котельні вимогам Правил; наявність і справність, відповідно до цих правил, запобіжних пристроїв, контрольно-вимірювальних приладів, арматури і гарнітури, приладів безпеки; наявність і справність живильних приладів; відповідність водно-хімічного режиму котла вимогам Правил.

Результати обстеження котла записуються технічним експертом у паспорт котла, потім подаються відповідні висновки (копія запису в паспорті), які передаються в територіальний орган Держнаглядохоронпраці.

Кожний котел підлягає технічному опосвідченню, яке проводиться технічним експертом до введення в дію, періодично — в процесі експлуатації згідно з установленними строками і в необхідних випадках достроково (позачергово).

Технічне опосвідчення котла складається із зовнішнього, внутрішнього оглядів і гідравлічного випробування.

*Зовнішній і внутрішній* огляди мають за мету: при первинному опосвідченні встановити, що котел виготовлений, встановлений і обладнаний відповідно до Правил, пред'явлених при реєстрації документів, а також, що котел та його елементи знаходяться в справному стані; при періодичних і позачергових опосвідченнях встановити справність котла і його елементів та надійність його подальшої безпечної роботи.

При зовнішньому і внутрішньому оглядах котла та його елементів слід звернути увагу на наявність можливих тріщин, надривів, випинів і корозії на внутрішніх і зовнішніх поверхнях стінок, слідів пропарювання і пропусків у зварних, клепанних і вальцьованих з'єднаннях, а також пошкоджень обмурівки, що можуть викликати перегрів металу елементів котла.

*Гідравлічне випробування* котлів має за мету перевірку міцності елементів котла і щільності з'єднань і проводиться в порядку, встановленому цими Правилами.

Власник котла зобов'язаний проводити опосвідчення котлів у наступні строки:

- зовнішній і внутрішній огляди — після кожної очистки котла, але не рідше, як через 12 місяців;

- гідравлічне випробування робочим тиском — кожного разу після очистки внутрішніх поверхонь або ремонту елементів котла.

Технічне опосвідчення котла після ремонту технічні експерти повинні проводити в наступні строки: після монтажу — до введення в роботу (якщо котел надійшов на місце монтажу в розібраному вигляді). Якщо котел надійшов на місце від заводу-виготівника в зібраному вигляді, то технічний експерт проводить обстеження котла із проведенням гідравлічного випробування робочим тиском; зовнішній і внутрішній огляди — не рідше, як через кожні 4 роки; гідравлічне випробування пробним тиском — не рідше, як через 8 років; дострокове (або позачергове) технічне опосвідчення: зовнішній, внутрішній огляди і гідравлічне випробування пробним тиском.

Дострокове (позачергове) технічне опосвідчення котла має здійснюватись у випадках, якщо: котел не експлуатувався більше 12 місяців; котел демонтований і встановлений на новому місці; зроблено виправлення вигинів або ум'ятин, а також ремонт із застосуванням зварювання основних елементів котла; замінено одночасно більше 50% загальної кількості еcranних або кип'ятильних труб, 100% димогарних або труб водопідігрівача. Таке опосвідчення необхідне за розсудом особи, відповідальної за справний стан і безпечну експлуатацію котла, або державного інспектора Держнаглядохоронпраці. Таке опосвідчення вимагається, якщо минув розрахунковий термін (нормативний строк) служби котла, встановлений проектом, заводом-виготівником, нормативними документами (вказуються в паспорті); після аварії котла або його елементів за обсягом відновлювальних робіт.

Перед гідравлічним випробуванням в обов'язковому порядку має бути проведений зовнішній і внутрішній огляди.

Перед внутрішнім оглядом і гідравлічним випробуванням котел повинен бути охолоджений і ретельно очищений від накипу, сажі і попелу. Внутрішні пристрої в барабані повинні бути видалені, якщо вони перешкоджають огляду. При сумніві у справності стінок або зварних, клепаних швів відповідальний за безпечну експлуатацію котлів має право вимагати розкриття обмурівки або зняття ізоляції повністю чи частково, а при проведенні внутрішнього огляду котла з димогарними трубами — повного або часткового видалення труб.

Якщо при технічному опосвідченні котла не будуть виявлені дефекти, що знижують його міцність, він допускається в експлуатацію при робочих параметрах.

Якщо при технічному опосвідченні котла будуть виявлені дефекти, які викликають сумніви в його міцності, подальша робота такого котла повинна бути заборонена до усунення цих дефектів.

Результати технічного опосвідчення і висновки щодо можливості роботи котла з зазначенням дозволених параметрів (тиск, температура), а також терміни наступного опосвідчення повинні записуватись у паспорт котла особою, яка проводила опосвідчення.

Крім того, технічний експерт готує висновки (копія запису в паспорті), які передає в органи Держнаглядохоронпраці.

При проведенні позачергового опосвідчення повинна бути вказана причина, що викликала необхідність такого опосвідчення.

Контроль за дотриманням Правил здійснюється органами Держнаглядохоронпраці України шляхом проведення періодичних обстежень підприємств, які експлуатують котельні установки, а також заводів-виготівників, проектних, налагоджувальних, монтажних, ремонтних і діагностичних організацій відповідно до НД.

Якщо при обстеженні заводу-виготівника, проектної, налагоджувальної, монтажної, ремонтної і діагностичної організації буде встановлено, що при виконанні ними відповідних робіт допускаються порушення Правил, то, залежно від характеру порушень, установлюються терміни їх виконання або забороняється подальше виконання робіт.

Якщо при обстеженні котлів, що знаходяться в експлуатації, будуть виявлені дефекти або порушення Правил, які загрожують безпеці, а також, якщо минув встановлений заводом-виготівником термін експлуатації чи термін чергового опосвідчення або відсутня призначена у встановленому Правилами порядку особа, відповідальна за справний стан і безпечну експлуатацію, чи несправна автоматика безпеки, аварійна сигналізація, то експлуатація котла повинна бути заборонена. При цьому до паспорта котла заноситься запис про причини заборони з посиланням на діючі статті Правил.

Власник котла повинен забезпечити утримання котлів у справному стані; а також безпечні умови їх роботи, організацію обслуговування, ремонту і нагляду відповідно до вимог Правил.

Для здійснення згідно з Правилами технічного опосвідчення, забезпечення справного стану і постійного контролю за без-

печною експлуатацією котлів власником котла має бути призначена особа, відповідальна за його справний стан і безпечну експлуатацію. Така особа призначається з числа інженерно-технічних працівників, котрі мають відповідну кваліфікацію і тепло-технічну освіту, пройшли перевірку знань Правил в установленому порядку.

Призначення відповідальної особи необхідно оформляти наказом по підприємству з записом номера і дати наказу в паспорт котла (водонагрівача). На період відсутності відповідальної особи (відпустки, відрядження тощо) виконання його обов'язків має бути покладено, згідно з наказом, на іншого інженерно-технічного працівника, який пройшов перевірку знань Правил.

До обслуговування котлів можуть бути допущені особи, не молодші за 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання та атестацію в відповідно до Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників із питань охорони праці ДНАОП 0.00-4.12-94.

Навчання і первинна атестація машиністів (кочегарів) і операторів котельні повинні проводитися в професійно-технічних училищах, навчально-курсівих комбінатах (курсах). Індивідуальна підготовка зазначеного персоналу не допускається.

Власник котла на підставі інструкції заводу-виробника і Правил з урахуванням особливостей даної котельні розробляє і затверджує виробничу інструкцію для персоналу котельні.

Виробнича інструкція має знаходитись у котельні на видному місці і видаватись під розписку обслуговуючому персоналу. До виробничої інструкції з обслуговування котлів прикладається оперативна схема трубопроводів котельні. У котельні обов'язково вивішуються режимні карти котлів.

#### 14.5. Прилади безпеки парових котлів

Безпечна експлуатація котлів неможлива без надійної роботи приладів безпеки. Для управління роботою котлів і забезпечення безпечних режимів експлуатації вони повинні мати: прилади, які запобігають підвищенню тиску (запобіжні пристрої); манометри; прилади для вимірювання температури середовища; покажчики рівня води; запірну і регулюючу арматуру; живильні пристрої.

Кожний елемент котла повинен бути захищений запобіжними пристроями, які автоматично запобігають підвищенню тиску понад

допустимий шляхом випускання робочого середовища в атмосферу. Для цього використовують важільно-вантажні запобіжні клапани прямої дії і пружинні запобіжні клапани прямої дії (рис. 14.1).

*Запобіжні клапани* повинні встановлюватися на патрубках, які безпосередньо приєднані до котла, або на трубопроводах без проміжних запірних органів.

*Важільно-вантажний клапан прямої дії* (рис. 14.1, а) — це пристрій, який спрацьовує, якщо в котлі підвищується тиск понад допустимий, шляхом випускання робочого середовища (пари або газу) в атмосферу. Їх кількість зумовлюється продуктивністю котла.

Важільно-вантажний клапан (рис. 14.1, а) на кінці важеля (9) закріплюється вантаж (3), маса якого залежить від величини гранично допустимого тиску. Вантаж повинен бути закріплений на важелі засобом, що виключає його довільне переміщення. Навішувати нові важелі після регулювання клапана забороняється.

*Пружинний запобіжний клапан прямої дії* (рис. 14.1, б) застосовують для випускання рідкого або газоподібного робочого середовища в атмосферу. Якщо тиск підвищується, тарілка клапана (8) піднімається, а його пружина (11) стискається. Пара або газ випускається доти, доки тиск не стане нормальним.

Якщо на котлі встановлені два запобіжні клапани, то один із них повинен бути контрольним. Контрольний клапан (рис. 14.1, а) забезпечують кожухом (1), який замикається замком (4), що не дозволяє обслуговуючому персоналу регулювати клапан, але не перешкоджає перевірці його стану.

У запобіжних клапанах передбачається можливість перевірки їх дії в робочому стані шляхом вимушеного відкриття за допомогою ланцюга (2) і ручки (12) (рис. 14.1, б). Перевірка клапанів повинна проводитись не рідше одного разу за зміну.

*Вибухові запобіжні клапани.* Кожний котел із камерним спалюванням пилоподібного, газоподібного, рідкого палива або шахтною топкою для спалювання торфу, тирси, стружки та інших дрібних виробничих відходів повинен бути обладнаний вибуховими запобіжними клапанами.

Вибухові запобіжні клапани розміщують у місцях, що виключають можливість травмування обслуговуючого персоналу. При неможливості встановлення запобіжних клапанів у місцях, безпечних для обслуговуючого персоналу, забезпечують відповідними коробами або відгороджують відбійними щитами з боку знаходження людей.

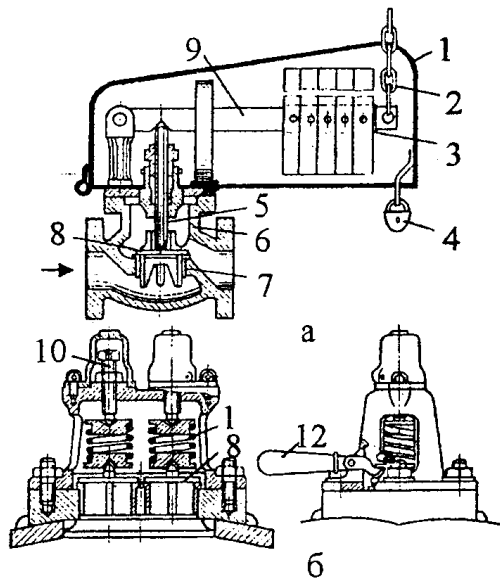


Рис. 14.1. Запобіжні прилади безпеки:

а — важільно-вантажний запобіжний клапан; б — пружинний запобіжний клапан; 1 — кожух запобіжного клапана; 2 — ланцюг для примусового відкриття клапана; 3 — вантаж; 4 — замок; 5 — шток; 6 — корпус; 7 — сідло; 8 — тарілка клапана; 9 — важіль; 10 — гвинт; 11 — пружина; 12 — ручка для відкриття клапана

Число вибухових запобіжних клапанів, їх розміщення і розміри прохідного перерізу встановлюються проектною організацією залежно від конструкції котла, причому площа одного вибухового клапана повинна бути не менша  $0,05 \text{ м}^2$ . Для котлів із камерним спалюванням палива площа перерізу одного вибухового клапана повинна бути не менша  $0,1 \text{ м}^2$ .

Вибухові запобіжні пристрої дозволяється не встановлювати в топках і газоходах для котлів, якщо це обґрунтовано проектом.

Конструкцією вибухового запобіжного клапана (рис. 14.2) забезпечується надійне багаторазове спрацювання під час виникнення аварійного надлишкового тиску гарячих газів у топці котла. Клапани обладнують кожухом для захисту від можливого контакту з ними обслуговуючого персоналу під час роботи котла.

Запобіжні засоби повинні мати пристрої (відвідні трубопроводи) для захисту обслуговуючого персоналу від опіків при спрацюванні клапана. Середовище, що виходить із запобіжних клапа-

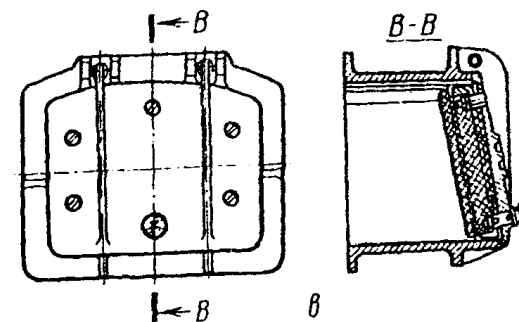


Рис. 14.2. Вибуховий запобіжний клапан

нів, слід відводити за межі котельного приміщення. Відповідні трубопроводи мають бути захищені від замерзання і обладнані дренажами для зливу конденсату, причому як на відвідних трубопроводах, так і на зливних приладах не має бути запірних пристроїв.

На водогрійних котлах (в тому числі тих, які мають один запобіжний пристрій) замість одного запобіжного пристрою допускається встановлювати обвід зі зворотнім пристроєм, який пропускає воду з котла в обхід запірного пристрою на виході гарячої води. У цьому випадку між водоводом і розширювальною посудиною не повинно бути запірної арматури, окрім указанного зворотного пристрою.

Діаметри обводів і зворотних клапанів повинні бути прийняті відповідно до розрахунку, але не менше:

- 40 мм — для котлів теплопродуктивністю до  $0,28 \text{ МВт}$  ( $0,24 \text{ Гкал/год}$ );
- 50 мм — для котлів теплопродуктивністю понад  $0,28 \text{ МВт}$ .

Діаметр сполучного чи атмосферного трубопроводу розширювальної посудини повинен бути не менший 50 мм. Для запобігання замерзання води посудину і трубопроводи слід утеплювати.

У водогрійних котлах, що працюють на систему гарячого водопостачання, замість запобіжних клапанів допускається улаштування окремої вихлопної труби, що з'єднає верхню частину котлів із верхньою частиною бака для води. На цій вихлопній трубі не повинно бути запірних пристроїв, а бак слід з'єднати з атмосферою. Діаметр вихлопної труби повинен бути не менший 50 мм.

Водовказівні прилади прямої дії встановлюються на паровому котлі для постійного спостереження за рівнем води в його ба-

рабанах за двома і більше показчиками прямої дії з тарованими шкалами, з нанесеними на них границями нижчого та вищого рівнів води. Водогрійний котел повинен забезпечуватись водопробним краном, встановленим у верхній частині барабана котла, а за відсутності барабана — на виході води з котла в магістральний трубопровід (до запірного пристрою).

Водовказівні прилади прямої дії слід встановлювати вертикально або з нахилом уперед під кутом не більше  $30^\circ$  і розміщувати та освітлювати так, щоб рівень води було добре видно з робочого місця машиніста (кочегара), оператора. Висота прозорого елемента показчика рівня води повинна перевищувати допустимі границі рівня води не менше, як на 25 мм кожного граничного рівня. Водовказівні прилади з циліндричним склом можуть бути використані на парових котлах продуктивністю не більше 0,5 т/год (рис. 14.3). Прозорим елементом показчика для рівня води застосовують плоске прозоре скло (рис. 14.4).

Водовказівні прилади повинні мати запірну арматуру для відключення від водяного і парового простору котла, що забезпечує можливість заміни скла і корпусу під час роботи котла, а також продувальну арматуру. Для спускання води при продуванні водовказівних приладів використовують лійки з захисним пристроєм і відповідною трубою для вільного зливу.

Для чавунних і сталевих котлів із площею поверхні нагріву менше  $25 \text{ м}^2$  допускається встановлювати один показчик рівня води. Чавунний котел із барабаном (парозбірником) обладнують циркуляційними трубами, що з'єднують нижню частину барабана з секціями котла. Труби, що з'єднують водовказівні прилади з барабаном котла, повинні бути захищені від замерзання.

Показчики рівня води повинні мати зовнішні захисні пристрої, що гарантують безпеку обслуговуючого персоналу при розриванні скла.

Захисні пристрої не повинні ускладнювати спостереження за рівнем води.

**Манометри** (рис. 14.5, а, б) встановлюють на котлах і живильних лініях для постійного слідкування за режимом роботи котла, своєчасного впливу на його нормалізацію.

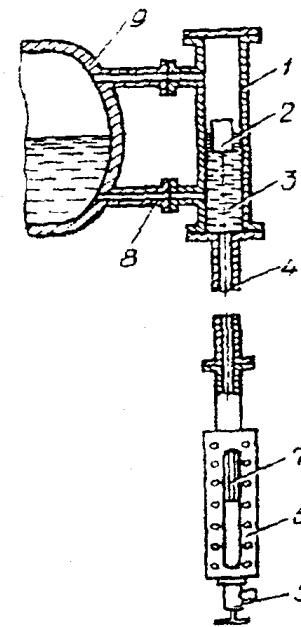


Рис. 14.3. Поплавковий механізм показчика рівня води: 1 — сталеве посудина; 2 — поплавок; 3 — трос; 4, 8, 9 — з'єднувальні трубки; 5 — вентиль; 6 — показчик; 7 — стрижень.

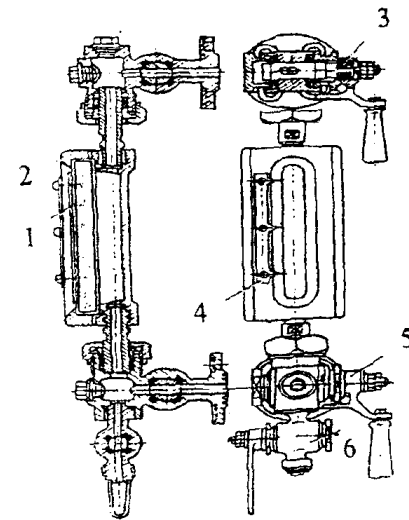


Рис. 14.4. Водовказівний прилад з плоским склом: 1 — скло; 2 — сталевий корпус; 3, 5 — крани; 4 — показчик рівня води; 6 — кран для спуску води.

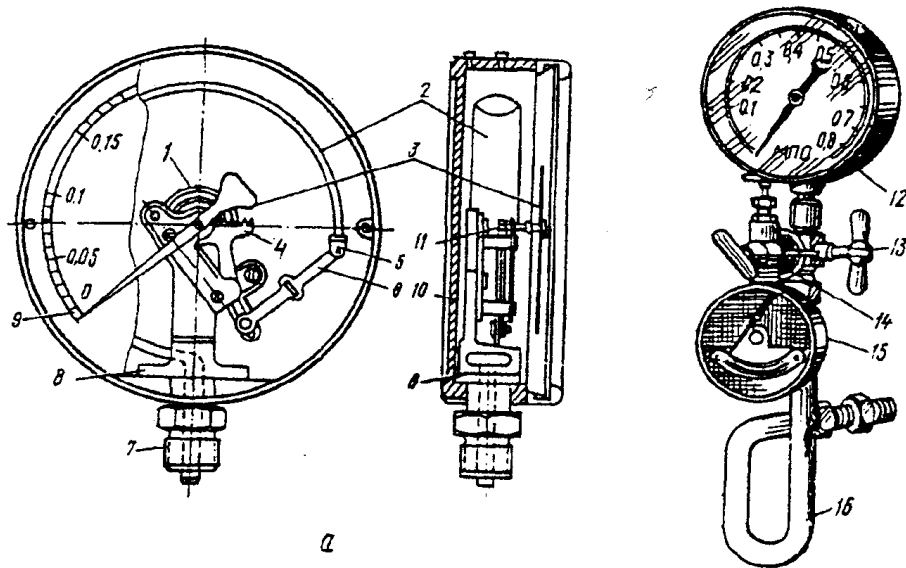


Рис. 14.5. Манометри для вимірювання та контролю тиску:

а — манометр робочий; б — манометр контрольний; 1, 2 — спіральна або трубчата 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 — фланель; 16 — сифонна трубка.

Манометри повинні мати клас точності не нижче 2,5 і з такою шкалою, щоб при робочому тиску їх стрілка знаходилась у другій третині шкали. На шкалі манометра нанесена червона риска на рівні поділки, що відповідає робочому тиску в котлі з урахуванням додаткового тиску від ваги стовпа рідини.

Манометр улаштовують так; щоб його покази було чітко видно обслуговуючому персоналу, при цьому його шкала повинна бути розміщена вертикально або з нахилом уперед до 30°. Номінальний діаметр корпусу манометра, що встановлюється від рівня площадки спостереження за манометром на висоті до 2 м, повинен бути не менше 100 мм, на висоті 2...5 м — не менше 160 мм і на висоті більше 5 м — не менше 250 мм.

На кожному паровому котлі повинен бути встановлений манометр, що сполучається з паровим простором котла. Перед манометром повинен бути встановлений триходовий кран або інший аналогічний пристрій для продувки манометра. Крім того, перед манометром повинна бути сифонна трубка умовним

діаметром не менше 10 мм або другий аналогічний пристрій з гідравлічним затвором.

Не допускається користуватись манометром, якщо:

- на манометрі відсутня пломба або клеймо про здійснення перевірки;
- вийшов термін перевірки манометра;
- стрілка манометра при його відключенні не повертається до нульової позначки шкали на величину, що перевищує половину допустимої похибки для даного манометра;
- розбите скло чи інші пошкодження, які можуть вплинути на вказівні показники.

Перевірка, опломбування (таврування) манометрів проводиться Держстандартом не рідше одного разу на рік. Крім того, не рідше одного разу на 6 місяців власник котла повинен зробити перевірку робочих манометрів контрольним чи перевіреним робочим манометром, що має однакову шкалу і клас точності з тим манометром, що перевіряється. Результати перевірки заносяться в журнал контрольних перевірок. Перевірка справності дії манометрів за допомогою триходових кранів або запірних вентилів, що замінюють їх, повинна проводитися не рідше одного разу за зміну.

На водогрійних котлах манометри встановлюють:

- на вході води в котел після запірного органу і на виході до запірного органу;
- на всмоктувальних і нагнітальних лініях циркуляційних і підживлювальних насосів.

У кожного парового котла манометр установлюють на лінії перед органом, регулюючим живлення котла.

При наявності в котельні кількох котлів паропроductивністю менше 2 т/год. допускається встановлення одного манометра на загальній живильній лінії.

**Термометри**, як вказівні прилади температури води (газів), встановлюють, щоб забезпечити надійну роботу котла. Для вимірювання (контролю) температури води використовують термометри різних конструкцій. Найбільш розповсюджені ртутні та спиртові термометри.

У водогрійних котлах для вимірювання температури води встановлюють термометри при вході води в котел і на виході з нього. На виході води з котла термометр повинен бути встановлений між котлом і запірним органом. Допустима температура

гарячої води повинна бути позначена на шкалі термометра червоною рисою.

При наявності в котельні двох і більше котлів, термометри, крім того, встановлюють на загальних подавальному і зворотньому трубопроводах. У цьому випадку встановлення термометра на зворотньому трубопроводі кожного котла не обов'язкове.

На живильних трубопроводах парових котлів встановлюють термометри для вимірювання температури живильної води.

*Арматура*, що встановлена на котлах та трубопроводах, повинна мати маркування, в якому належить вказати:

- діаметр умовного проходу;
- умовний або робочий тиск і температуру середовища;
- напрям потоку середовища.

На маховиках арматури повинен бути позначений напрям обертання при їх відкриванні і закриванні.

На паропроводі від котла встановлюють запірний вентиль чи засувку. Запірний орган на паропроводі встановлюють по можливості ближче до котла, а на живильному трубопроводі встановлюють зворотній клапан чи запірний орган (вентиль).

При наявності кількох живильних насосів, що мають загальні всмоктувальні і нагнітальні трубопроводи, в кожному насосі на стороні всмоктування і на стороні нагнітання встановлюють запірні органи. На напірному патрубку живильного чи циркуляційного відцентрового насоса до запірного органу встановлюють зворотній клапан.

Кожний котел обладнують трубопроводами для:

- продувки котла і спускання води при зупинці котла;
- видалення повітря з котла при розтопленні;
- відбору проб води і пари;
- видалення конденсату з паропроводів;
- введення коректуючих реагентів — при експлуатації та миючих — при хімічному очищенні котла.

Система продувальних і дренажних трубопроводів повинна забезпечувати можливість видалення води й осадів із нижніх частин котла. Діаметр умовного проходу дренажних трубопроводів повинен бути не менше 25 мм.

У місцях можливого скупчення повітря в котлі або водопідігрівачі повинні бути встановлені пристрої для його видалення. При випусканні повітря через запобіжні клапани наявність таких приладів не обов'язкова.

У кожного водогрійного котла, підключеного до загальних трубопроводів питної води, на подавальному і зворотньому трубопроводах котла слід влаштувати по одному запірному органу (вентиль чи засувку).

Для запобігання перегріву стінок котла і підвищенню в ньому тиску при випадковій зупинці живильних насосів у системі з примусовою циркуляцією між котлом і вентилем (засувкою) повинен бути встановлений трубопровід із запірним пристроєм для відведення води у безпечне місце.

*Автоматику безпеки* повинні мати котли з камерним спалюванням усіх видів палива і з механічними топками для твердого палива.

Автоматика безпеки котлів, які працюють на газоподібному або рідкому паливі, повинна мати подачу палива у випадку припинення подачі електроенергії, несправності ланцюгів захисту, загасання вогню в котлі, відключення яких при роботі котла не дозволяється, а також при досягненні допустимих значень наступних параметрів:

- тиску палива перед пальником;
- розрідження в топці для котлів з урівноваженою тягою;
- тиску повітря перед пальником з примусовою подачею повітря;
- температури води на виході з водогрійного котла;
- при пониженні або підвищенні води в паровому котлі;
- при підвищенні тиску пари вище дозволеного в паровому котлі;
- при несправностях пристроїв продувки, відводів і рециркуляції продуктів спалення.

Автоматика безпеки котлів із механічною топкою повинна відключати подачу палива і вентилятори у випадку припинення подачі електроенергії, а також при досягненні граничних значень наступних параметрів:

- температури води на виході з водогрійного котла;
- тиску води на виході з водогрійного котла;
- розрідження в топці для котлів із зрівноваженою тягою;
- рівня води в паровому котлі;
- тиску пари в паровому котлі.

На парових котлах повинні бути встановлені автоматичні звукові сигналізатори верхнього і нижнього граничних положень рівня води.

Парові та водогрійні котли при камерному спалюванні палива повинні бути обладнані автоматичними приладами для припинення подачі палива в топку у випадках:

- згасання факела в топці;
- відключення димососів або припинення тяги;
- відключення всіх вентиляторів.

Для зручного і безпечного обслуговування котла, його арматури та гарнітури відповідно до проекту, встановлюються постійні сходи і майданчики.

Металеві майданчики і сходи виконуються:

- із листової сталі з негладкою поверхнею, отриманою наплавкою або іншим методом;
- із сотової або напівсотової сталі (на ребро) з розміром отвору не більше 30x30 мм;
- просічно-витяжних листів.

Сходи висотою понад 1,5 м, призначені для систематичного обслуговування устаткування, повинні мати кут нахилу до горизонту не більше 50°.

Розміри сходи повинні бути:

- за шириною — не менше 600 мм;
- за висотою між сходами — не більше 200 мм;
- за шириною сходинок — не менше 80 мм.

Сходи повинні мати майданчики через кожні 3...4 м по висоті. Ширина майданчиків, призначених для обслуговування арматури, контрольно-вимірювальних і регулюючих приладів, повинна бути не менше 800 мм, а інших майданчиків — не менше 600 мм.

Відстань по вертикалі від майданчиків обслуговування водовказівних приладів до середини водовказівного скла повинна бути не менше 1 м і не більше 1,5 м.

Майданчики і верхня частина обмурівки котлів, з яких проводиться обслуговування, повинні мати металеві перила висотою не менше 0,9 м з суцільною обшивкою по низу на висоту не менше 100 мм.

**Водний режим** повинен забезпечувати роботу парових і водогрійних котлів без ушкодження їх елементів внаслідок відкладання накипу та шлаків або внаслідок корозії металу.

Вибір засобів обробки води для живлення котлів і підживлення системи опалення повинен здійснюватися спеціалізованою (проектною, налагоджувальною) організацією. Експлуатація котлів без докотлової обробки води забороняється.

Для сталевих парових котлів якість живильної води повинна відповідати визначеним вимогам (табл. 14.1).

Таблиця 14.1.  
Показники живильної води

№п/п	Показники	Норми якості води
1	Загальна жорсткість, мкг-екв/кг, не більше	200
2	Розчинений кисень, мкг-екв/кг, не більше	100
3	Вільна вуглекислота, мкг-екв/кг, не більше	10
4	РН, не менше	7
5	Завислі речовини	відсутні

Для відкритих систем тепlopостачання живлення і підживлювальна вода додатково повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874 "Вода питна".

На резервних лініях сирової води, приєднаних до ліній зм'якшеної води чи конденсату, а також до живильних баків, встановлюють два запірних органи і контрольний кран між ними. Запірні органи повинні знаходитися в закритому положенні і бути опломбовані, контрольний кран відкритий. Кожний випадок живлення котла сировою водою фіксується записом у журнал із водопідготовки.

У котельні ведеться журнал (відомість) водопідготовки для запису результатів аналізів води, даних щодо продування котлів та операцій по обслуговуванню устаткування водопідготовки. При кожній зупинці котла для очищення внутрішніх поверхонь його елементів у журналі з водопідготовки записується вид і товщина накипу і шламу.

Для живлення котлів водою допускається застосування:

- відцентрових і поршневих насосів з електричним приводом;
- відцентрових поршневих насосів з паровим приводом;
- насосів з ручним приводом;
- водопровідної мережі.

На корпусі кожного живильного насоса має бути прикріплена табличка, на якій вказуються наступні дані:

- назва заводу-виготівника;
- рік виготовлення і заводський номер;
- номінальна продуктивність при номінальній температурі води;
- частота обертання відцентрових насосів або число ходів для поршневих насосів;



- максимальний тиск при номінальній продуктивності;
- номінальна температура води перед насосом.

Тип, характеристика, кількість і схема включення живильних пристроїв повинні вибиратися спеціалізованою організацією по проектуванню котелень із метою забезпечення надійної і безпечної експлуатації котла на всіх режимах, включаючи й аварійні зупинки.

Під час примусової циркуляції води в системі опалення в котельні має бути не менше двох мережевих насосів, один з яких повинен бути резервним.

Використання трубопроводу допускається замість одного з насосів, якщо тиск води у водопроводі перевищує робочий тиск не менше, як на 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>). У цьому випадку на водопроводі в безпосередній близькості від котлів повинні бути встановлені запірний вентиль, зворотній клапан і манометр.

Періодичність чищення парових і водогрійних котлів повинна бути такою, щоб товщина відкладень на найбільш теплонапружених ділянках поверхні нагріву котла на час його зупинки не перевищувала 0,5 мм.

Відповідальний за справний стан і безпечну експлуатацію котлів зобов'язаний:

- регулярно оглядати котли в робочому стані;
- щоденно в робочі дні перевіряти записи в змінному журналі і розписуватися в ньому;
- проводити роботу з персоналом по підвищенню його кваліфікації;
- проводити технічне опосвідчення котлів;
- зберігати паспорти котлів та інструкції заводів-виготівників щодо їх монтажу та експлуатації;
- проводити протиаварійне тренування з персоналом котельні;
- перевіряти правильність ведення технічної документації при експлуатації та ремонті котлів;
- брати участь в атестації та періодичній перевірці знань ІТП і обслуговуючого персоналу;
- брати участь в обстеженнях, які проводять органи Держнаглядохоронпраці, і своєчасно виконувати їх приписи.

Відповідальний за справний стан і безпечну експлуатацію котлів має право:

- усувати від обслуговування котлів персонал, що допустив порушення виробничих інструкцій або виявив незадовільні знання;
- подавати власникові котла пропозиції щодо притягнення до відповідальності інженерно-технічних працівників, осіб із числа обслуговуючого персоналу, що порушують правила та інструкції;
- подавати керівництву підприємства пропозиції щодо усунення причин, які породжують порушення вимог Правил та виробничих інструкцій.

У котельні необхідно вести змінний журнал для записів результатів перевірки котлів і котельного устаткування, водовказівних приладів сигналізаторів граничних рівнів води, манометрів, запобіжних клапанів живильних пристроїв, засобів автоматизації, а також тривалості продування котлів, про що ті, хто здає і приймає зміну, повинні обов'язково розписуватися у журналі про здачу і приймання котлів і зміни. У змінному журналі мають бути записані також розпорядження начальника котельні або особи, яка його заміняє, про розтопку або зупинку котлів (за винятком випадків аварійної зупинки).

## Розділ 15. Забезпечення безпеки при експлуатації вантажопідійомних машин і внутрішньозаводського транспорту

### 15.1. Загальні положення

На складах сировини лісопильних і фанерних підприємств, заводів деревностружкових і деревноволокнистих плит, в процесі формування та розбирання штабелів пиломатеріалів, відвантаження готової продукції, а також монтажу і ремонту деревообробного обладнання найпоширенішими серед вантажопідійомних машин стали крани: мостові та поворотні (баштові). Їх тип та конструктивна видозміна зумовлюються видом вантажу та характером виконуваної роботи за виробничо-технологічним циклом. Застосування кранів поліпшує та полегшує працю робітників, робить її безпечнішою. Разом з тим повної безпеки можна досягти за обов'язкового виконання та дотримання специфічних вимог та правил, а саме: безвідмовною роботою встановлених на вантажопідійомних машинах технічних засобів безпеки, їх належним технічним обслуговуванням і підтримуванням у функціональному стані.

Вибір підійомних засобів залежить від характеру технологічного процесу, виду і маси переміщуваних вантажів, виду тари та ін. Під час улаштування, установки і експлуатації підйомного обладнання необхідно керуватися галузевими правилами техніки безпеки і виробничої санітарії. "Положенням про нагляд за утриманням і безпечною експлуатацією піднімальних споруд на підприємствах", "Правилами улаштування і безпечної експлуатації ліфтів", "Правилами улаштування і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів", а також виконувати вимоги безпеки, викладені в стандартах і технічних умовах на дане обладнання. Виробничі підприємства є власниками підйомного обладнання. Але технічне обслуговування його і нагляд за ним виконує за договором, як правило, спеціалізована організація.

Випадки виробничого травматизму під час роботи на машинах можуть мати місце з виробничих, організаційних та інших причин залежно від таких факторів, як:

- недостатня кваліфікація осіб, які керують машинами;
- несправний стан машин;

- втрата стійкості машиною в результаті сумісних дій декількох факторів (основні та додаткові навантаження, зміни умов фіксації тощо);
- падіння вантажів через пошкодження обмежувальних приладів тощо;
- розрив сталевих канатів у підйомних машинах, що також супроводжується падінням вантажів;
- поломка шківів, блоків, осей та інших деталей підйомних машин внаслідок присутності в них дефектів (іноді прихованих).

Розслідування нещасних випадків, що пов'язані з експлуатацією вантажопідійомних машин, слід проводити відповідно до діючого "Положення про розслідування та облік нещасних випадків, профзахворювань та аварій на виробництві, в установах і організаціях", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 10.08.1993 р., № 623. Це Положення переглянуте, доповнене і затверджене постановою Кабінету Міністрів України 17 червня 1998 року.

### 15.2. Технічні засоби безпеки вантажопідійомних машин (ТЗБВМ)

У зазначеному випадку технічні засоби безпеки праці зумовлюються їх функціональним призначенням. Вони можуть бути огорожувальними, блокувальними, обмежувальними, вказівними і попереджувальними.

**Блокувальні засоби** забезпечують автоматичну зупинку механізмів за допомогою так званих кінцевих вимикачів. Вони блокують рух механізмів: підйому вантажозахоплюючого органа, підйому стріли у всіх кранів стрілового типу з маневровою стрілою, переміщення крана. Важливо забезпечити нормований зазор: для механізму підйому — 200 мм, а для механізму переміщення — не менше повного шляху гальмування.

**Обмежувачі вантажопідійомності** призначені для запобігання аварій кранів, пов'язаних з підйомом вантажу масою, що перевищує їх вантажопідійомність (з врахуванням вильоту стріли). Встановлення обмежувача обов'язкове на стрілових, баштових і порталних кранах. Крани мостового типу повинні обладнуватись обмежувачем вантажопідійомності в тому разі, коли не виключене їх перевантаження з технологічних міркувань.

Обмежувач вантажопідйомності автоматично відключає механізм підйому вантажу, маса якого перевищує вантажопідйомність на 10% — для стрілових і баштових кранів, на 15% — для порталних кранів, на 25% — для кранів мостового типу.

Обмежувач вантажного моменту має діяти, якщо під час опускання стріли з вантажем виліт буде збільшений до положення, за якого маса вантажу перевищуватиме допустиму.

Після дії обмежувача вантажного моменту має бути можливим опускання вантажу із включенням інших механізмів для зменшення вантажного моменту. Дію обмежувача вантажного моменту слід періодично (1 раз на місяць) перевіряти підняттям еталонного вантажу, який постійно перебуває на місці встановлення крану.

Обмежувачі перекосу призначені для попередження небезпечного перекосу металоконструкцій козлових і мостових кранів внаслідок випередження однієї з опор.

Обмежувач повороту башти призначений для обмеження кута закручування кабелю в межах двох обертів. Поворот крана на кут більше 120° забороняється.

Вказівниками вантажопідйомності необхідно устатковувати стрілові крани, вантажопідйомність яких змінюється залежно від вильоту. Вони зазначають, яку масу вантажу можна підіймати при даному вильоті. Шкала вказівника має бути чітко видимою з робочого місця кранівника.

Вказівник кута нахилу встановлюється на стрілових кранах, за винятком тих, які розміщені на рейкових коліях. Він встановлюється з метою попередження перекидання крана. Кут нахилу у будь-якому напрямі, звичайно, не має перевищувати 3°. Вказівник кута нахилу може бути замінений сигналізатором кута нахилу, який попереджує кранівника про перевищення допустимого нахилу крана.

Потрібну безпеку праці забезпечують й інші технічні засоби.

Протиугонні пристрої на кранах встановлюють на наземних коліях для запобігання переміщення їх вітром.

Вказівники швидкості вітру (анемометри), якими устатковують баштові, порталні та кабельні крани для визначення швидкості вітру та автоматичної подачі звукового сигналу за небезпечної для роботи швидкості вітру. Такою швидкістю є швидкість, яка відповідає шести і більше балам. Анемометри можуть вимірювати швидкість вітру в межах від 2 до 50 м.с<sup>-1</sup>.

Автоматичний сигналізатор небезпечної напруги (АСНН) сигналізує про небезпечне наближення стріли крана до проводів

ліній електропередач. Ним устатковуються самохідні крани (за винятком залізничних).

Упори, які встановлюються на кінцях колії для запобігання сходження з неї вантажопідйомних машин, а також на стрілових кранах з перемінним вильотом стріли — для запобігання їх перекиданню.

Як і на іншому обладнанні, легко доступні рухомі частини вантажопідйомних машин закривають металічними зйомними огороженнями, які дозволяють зручний огляд та змащування; струмопровідні частини електроустаткування обов'язково огорожують.

### 15.3. Реєстрація вантажопідйомних машин

Механізація робіт з переміщення вантажів не тільки полегшує працю робітників, а й робить її більш безпечною. На підприємствах лісового комплексу для підйому вантажів використовують крани, вантажопідйомні талі, ліфти, підйомники.

Для запобігання аварій і травматизму при використанні підйомного обладнання нагляд за його технічним станом і дотриманням правил експлуатації виконує Держнаглядохоронпраці, контроль — комісії, призначені адміністрацією підприємства. Вантажопідйомне обладнання, що реєструється в Держнаглядохоронпраці, дозволяється впроваджувати в дію тільки з дозволу інспекції. Перед введенням в роботу і періодично в процесі експлуатації вантажопідйомні машини підлягають технічному огляду (огляду та випробуванню).

Реєстрації в органах Держнаглядохоронпраці до запуску в роботу підлягають крани всіх типів, за винятком: кранів з ручним приводом, у яких в якості механізму підйому застосований пневматичний підйомний циліндр; тих, якими керують з підлоги кнопковим апаратом, підвішеним на крані, або із стаціонарно встановленого пульта кранів мостового типу і пересувних або поворотних консольних кранів (вантажопідйомністю до 10 т); стрілових кранів вантажопідйомністю до 1 т включно; кранів з постійним вильотом стріли (без вантажного візка).

Дані про вантажопідйомні машини заносяться в журнал на основі їх паспорта, а про зйомні вантажозахоплюючі пристрої — на основі даних їх маркування.

Вантажопідйомні машини реєструють в органах Держнаглядохоронпраці за письмовою заявою керівництва підприємства

емства (власника) і паспорту вантажопідйомної машини. У заяві повинні бути вказані наявні на підприємстві особи, які пройшли перевірку знань правил ведення нагляду за безпекою експлуатації крана, наявності персоналу для обслуговування крана, а також підтверджено, що технічний стан машини, яку ресструють, допускає безпечну її експлуатацію.

Вантажопідйомні машини підлягають перереєстрації: після проведення реконструкції вантажопідйомної машини; ремонту, якщо на машину складений новий паспорт; передача вантажопідйомної машини іншому власнику; перестановки мостового, козлового, порталного і баштового кранів на нове місце. Під час реєстрації вантажопідйомної машини, що підлягала реконструкції, представляється паспорт, до якого додають документацію, складену організацією, яка проводила реконструкцію.

Вантажопідйомні машини, які не підлягають реєстрації в органах Держнаглядохоронпраці, а також зйомним вантажозахоплюючим пристроям надають індивідуальний номер, під яким їх записують в журнал обліку вантажопідйомних машин і зйомних вантажозахоплюючих пристроїв. Ті вантажопідйомні машини, які знаходяться в роботі, повинні бути оснащені чіткими позначеннями (у вигляді великих написів) реєстраційного номеру, вантажопідйомності і дати наступного випробування. Після реєстрації вони вводяться в експлуатацію з дотриманням вимог Держнаглядохоронпраці.

Знову встановлені ліфти до впровадження в експлуатацію повинні бути зареєстровані в органах Держнаглядохоронпраці України.

Для здійснення у відповідності з правилами технічного оповіщення ліфтів і введення їх в експлуатацію дозвіл дається спеціальною організацією, органом Держнаглядохоронпраці України.

#### 15.4. Технічний огляд та випробування вантажопідйомних машин

Перед введенням в роботу і періодично в процесі експлуатації вантажопідйомні машини підлягають технічному огляду та випробуванням.

Мета технічного огляду — виявлення відповідності виготовлення, установки і оснащення вантажопідйомної машини правилам Держнаглядохоронпраці (якщо ці правила на неї поширюються).

Розрізняють повний та частковий огляди. Повний технічний огляд вантажопідйомних машин полягає в огляді справності їх стану, а також у статичному та динамічному їх випробуванні під навантаженням.

За часткового огляду випробування машин не проводиться.

За огляду вантажопідйомної машини потрібно встановити: відповідність змонтування та оснащення правилам Держнаглядохоронпраці; перебування її у справному стані. Перевіряється наявність технічної документації (паспортів та журналів, наявності в них записів) і знання обслуговуючого персоналу, дотримання вимог в процесі виконання робіт та попередніх приписів. Оглядаються сходи і майданчик для входу на машину (кран), підкранові колії, здійснюється огляд кабіни і механізмів, канатів тощо.

Випробування вантажопідйомних машин може бути статичним і динамічним. *Статичним випробуванням* перевіряють міцність та стійкість металоконструкцій і механізмів. Статистичне випробування здійснюється навантаженням машини, що на 25% перевищує її вантажопідйомність. Вантаж захоплюється гачком або іншим пристроєм, піднімається на висоту близько 200...300 мм і в такому положенні витримується 10 хв. Опісля вантаж опускається, і за допомогою виска визначається величина залишкових деформацій, її оцінка та вживаються заходи щодо ремонту конструкції.

Якщо випробовуються стрілові крани, їх поворотна частина встановлюється в положення, що відповідає найменшій стійкості і вантаж піднімається на висоту 100...200 мм.

Статичне випробування підйомного механізму *ліфта* під навантаженням, що перевищує номінальне: на 100% — пасажирські і вантажні ліфти, що супроводжуються провідником; на 50% — малі вантажні ліфти, на 25% — інші підйомні механізми. Тривалість статичних випробувань — 10 хвилин, при цьому вантаж піднімають на висоту не більше 100 мм від підлоги. Динамічні випробування складаються з багаторазових підйомів і спусків вантажу, маса якого на 10% перевищує допустиму для даного підйомного механізму.

Результати випробувань записуються в паспорт і прошнурований журнал особою, яка виконувала огляд. На кожному підйомному механізмі, крім інвентарного номера, вказують допустиме робоче навантаження. Огляд підйомного обладнання проводить Держнаглядохоронпраці, спеціалізована організація,

що виконує нагляд за ліфтами, або інженерно-технічний персонал підприємства (крани з ручним приводом, поворотні крани, тельфери, автонавантажувачі та штабелеукладальники).

**Динамічне випробування** крана проводиться вантажем на 10% вищим вантажопідйомності машини або робочим вантажем, що дорівнює вантажопідйомності. В цьому разі приводяться в рух механізми машини (крану). Одночасно з динамічним випробуванням перевіряють дію кінцевих вимикачів та інших засобів безпеки.

Результати статичного та динамічного випробування записуються у паспорт вантажопідйомної машини.

Повному технічному огляду підлягають вантажопідйомні машини перед введенням їх у роботу і періодично не рідше одного разу на три роки. Машини, які рідко використовуються, підлягають повному технічному огляду не рідше, аніж через кожні 5 років. Частковий технічний огляд всіх вантажопідйомних машин слід проводити не рідше одного разу на 12 місяців.

Позачерговий повний технічний огляд проводиться після монтажу машини на нове місце, її реконструкції, ремонту метало-конструкцій із заміною елементів чи вузлів, капітального ремонту або заміни механізму підйому, заміни вантажного захоплення.

Технічний огляд вантажопідйомної машини, що знаходиться в експлуатації, здійснює її власник. Він покладається на інженерно-технічного працівника за наглядом і здійснюється за участю особи, відповідальної за її справний стан.

Результати технічного огляду записуються в паспорт крана особою, яка його здійснює. Внаслідок первинного огляду записом в паспорті потрібно підтвердити, що кран (машину) встановлено відповідно до Правил по кранах і інструкцією заводу-виготівника та перебуває в справному стані.

Якщо результати технічного огляду задовільні, зазначена особа записує в паспорт машини дозвіл на роботу крана та дату наступного огляду.

Дозвіл на роботу кранів, що реєструються в органах Держнаглядохоронпраці, видає представник цього органу. До таких вантажопідйомних машин відносять крани всіх типів, за винятком: кранів з ручним приводом, а також тих, у яких механізмом підйому застосовано пневматичний підйомний циліндр; крани мостового типу, керовані кнопочним апаратом з підлоги, а також поворотні консольні крани вантажопідйомністю до 10 т; стрілові крани з машинним приводом і вантажопідйомністю; до 1 т включ-

но; крани з постійним вильотом стріли, без механізму повороту та переміщення; пересувні крани.

Для механізації укладання тарно-штучних довговимірних вантажів у стелажі або штабелі, на крупних складах підприємств лісового комплексу використовують електричні мостові *крани-штабелери* опорного типу і *електротоні*. Електроталі переміщуються по монорельсах — підвішених коліях, які міцно кріпляться до перекриттів або колон. Мінімальна висота від підлоги до гака електроталі, що знаходиться у верхньому положенні, повинна бути 3 м. Крани і електроталі обладнують кінцевими вимикачами для автоматичної зупинки механізмів підйому і горизонтального пересування при підході вантажу до упорів.

Підйомні крани і електроталі підлягають технічному огляду перед введенням в роботу і потім періодично: не менше одного разу на рік — частковий, не менше одного разу на 3 роки — повний огляд, статичне і динамічне випробування.

При повному технічному огляді вантажопідйомної машини виконується:

- огляд всіх механізмів і несучих конструкцій;
- статичне випробування вантажем, що перевищує вантажопідйомність на 25% для перевірки її міцності, а також вантажної стійкості;
- динамічне випробування вантажем, що на 10% перевищує вантажопідйомність машини для перевірки дії механізмів і гальма. Допускається виконувати динамічне випробування вантажем, що дорівнює вантажопідйомності крана згідно з паспортом.

При частковому технічному огляді статичний і динамічний іспити вантажопідйомної машини не виконуються.

Результати технічного огляду вантажних підйомних кранів записують до паспорта із зазначенням терміну наступного огляду, а результати технічного огляду інших вантажопідйомних засобів — до спеціального журналу обліку і огляду.

Вантажопідйомні машини, знімні вантажозахоплюючі пристосування (траверси, стропи, ланцюги та ін.) підлягають технічному огляду на підприємстві-виробникові. Вантаж для випробування таких пристосувань повинен перевищувати їх номінальну вантажопідйомність у 1,25 разу. Вантажозахоплюючі пристосування в процесі експлуатації проходять періодичний огляд їх власником в такі строки: траверси — через кожні 6 місяців; кліщі, гаки

і тара — через один місяць; стропи — через кожні 10 днів. Результати оглядів 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, атестованим кваліфікаційною комісією. У підприємствах наказом призначають відповідальних осіб для огляду і перевірки дій вантажопідйомних механізмів і пристосувань, а також для нагляду за їх роботою. Вказані особи зобов'язані не менше одного разу на 10 днів проводити детальний огляд механізмів, перевіряти дію гальмуючих систем, справність запобіжних пристроїв. Результати оглядів і дані щодо проведення поточних ремонтів заносять в спеціальний журнал.

На деревообробних підприємствах експлуатуються *ліфти* пасажирські, ліфти вантажні без провідника, вантажні з провідником, а також вантажні малі ліфти без провідника, в яких площа підлоги кабіни не перевищує  $0,9 \text{ м}^2$  а висота кабіни 1 м. Експлуатувати ліфти дозволяється тільки після їх реконструкції, технічного огляду і отримання дозволу на їх введення в дію. Всі знову встановлені ліфти, а також реконструйовані, крім вантажних малих, реєструються в органах Держнаглядохоронпраці на підставі письмової заяви керівника підприємства — власника ліфта і пред'явлення відповідної технічної документації (паспорта ліфта, акта технічної готовності і прийомки ліфта, документа про наявність атестованого персоналу або договору на проведення технічного нагляду за ліфтом спеціалізованою організацією). Після установки або реконструкції ліфта, а потім періодично не рідше одного разу на рік виконується його технічний огляд.

Вантажні малі ліфти облічують у журналі вантажопідйомних машин підприємства. Технічний огляд цих ліфтів проводять спеціалізовані організації.

До технічного обслуговування пасажирських ліфтів допускаються диспетчери (оператори) або ліфтери-обхідники, до керування вантажними ліфтами — провідники або ліфтери (не молодше 18 років), що пройшли медичне обстеження, навчені за спеціальною програмою в навчальному закладі і мають відповідне посвідчення. Керування вантажними малими ліфтами, а також вантажними ліфтами без провідника при обслуговуванні більше одного вантажного майданчика може бути доручено робітни-

кам, що використовують ліфти (наприклад, вантажник). Ці робітники повинні бути атестовані комісією даного підприємства-власника за участю особи, відповідальної за справний стан і безпечну дію ліфтів.

Для вантажних без провідника і вантажних малих ліфтів застосовують канати з коефіцієнтом запасу міцності 8...13, для пасажирських, вантажних з провідником — 9...15. Канати підлягають заміні при зношенні або корозії, що досягли 40% і більше первісного діаметра проводу, або при виявленні обірваного пасма.

Ліфти повинні бути забезпечені справними захисними і блокувальними пристроями: дверними контактами, автоматичними дверними затворами, кінцевими вимикачами, уловлювачами, контактами, зв'язаними з дією уловлювачів, обмежувачами швидкості.

Двері ліфтової шахти мають контакти, що не дозволяють вкочати лебідку і приводити у рух кабіну при відкритих дверях. Шахтні двері автоматично закриваються затворами при зміщенні кабіни з рівня даного поверху і не відкриваються до повернення кабіни. Точність зупинок кабіни на поверххах повинна бути в межах, що не перевищують меж для вантажних ліфтів, завантажених за допомогою наземного транспорту —  $\pm 15 \text{ мм}$ , для інших ліфтів —  $\pm 50 \text{ мм}$ . Автоматична зупинка приводу ліфта при переході кабіною верхнього або нижнього крайніх положень більше, ніж на 0,2 м, забезпечується кінцевими вимикачами. Ліфти обладнують уловлювачами для утримання кабіни і противаги при обриві або послабленні канату, а також при підвищенні швидкості їх руху: не більше ніж на 40% — при номінальній швидкості до 1,5 м/с, не більше ніж на 33% — у поверхових площадках, рух кабіни здійснюється ривками; противага виходить із напрямних, є прикмети пошкодження електропроводки та ін.

При виявленні несправності в роботі підйомної установки необхідно відключити її від електромережі, встановити попереджувальний плакат "Ліфт несправний — не вмикати!" і повідомити про несправність адміністрацію підприємства, яке виконує технічне обслуговування підйомно-транспортного обладнання.

Відповідальність за стан і безпечну експлуатацію ліфтів на підприємствах покладається наказом на представника спеціалізованої організації. Контроль за утриманням ліфтів цією організацією виконують органи Держнаглядохоронпраці.

Усі машини *внутрізаводського транспорту*, які надходять в експлуатацію на деревообробні підприємства, відповідно до По-

ложення про технічне обслуговування і ремонт, приймає комісія, яка визначає їх технічний стан та придатність до експлуатації і наказом закріплює за певними робітниками (водіями), з обов'язковим складанням відповідного акту.

Потрібна надійність і безпечність внутрізаводського транспорту значною мірою залежить від його обкатки як на початку експлуатації, так і після капітального ремонту. Цей вид роботи виконується відповідно до інструкції щодо догляду та експлуатації.

Важливою умовою безпеки під час експлуатації внутрізаводського транспорту є дотримання дистанції до транспортних засобів, що йдуть попереду та допустимої швидкості руху. На рівній дорозі ця дистанція не має бути меншою за 10 м, а на похилій ділянці дороги — за 20 м. Рух по схилу, який не повинен перевищувати 14°, допускається зі швидкістю більше 10 км/год. За цього гальмівний шлях електрокару з вантажем не має бути більшим 2 м. За умовами безпеки необхідно, щоб в ту мить, коли водій знімає ногу з педалі, електрокар гальмувався з одночасним виключенням струму. Аналогічні нормативи й під час руху машин з двигуном внутрішнього згорання.

Максимальна швидкість руху транспортних засобів на території підприємства не має перевищувати 10 км/год. У виробничих приміщеннях та на деяких відкритих ділянках максимальна швидкість руху транспортних засобів не має перевищувати 5 км/год, а машин з електроприводом — 3 км/год. На перегонах швидкість руху (без вантажу) може досягти 30...35 км/год.

Під час руху колісних транспортних засобів водії мають керуватись "Правилами дорожнього руху". Крім зазначених правил, водії зобов'язані виконувати вимоги і вказівки щодо режиму руху, які встановлені на даному підприємстві.

Працюючи на включеному *навантажувачі*, потрібно дотримуватись таких правил.

Вантаж слід складати на прокладки (піддони), вила навантажувача подавати перпендикулярно до вантажу. Спочатку вантаж відривають від місця складання, а потім підіймають в транспортне положення. Не можна допускати, щоб вантаж звисувався з кінців вилок більше, ніж на 200...300 мм, інакше під час піднімання він може впасти. Вантаж слід підіймати плавно, без ривків, поступовим збільшенням частоти обертання двигуна.

Коли маса вантажу дорівнює або близька до номінальної вантажопідйомності машини, його необхідно класти ближче до

рами вантажопідйомника для запобігання відриву задніх коліс і перекидування машини.

*Вантажні візки* призначені для транспортування невеликих вантажів. Вони повинні мати знімні або жорсткі пристосування, що забезпечують стійкість вантажів, і поручні для зручності їх переміщення. При експлуатації візків з підйомними платформами перед установленням вантажу необхідно переконатися в справності підйомного механізму. Під час перевезення вантажів платформа візка повинна бути повністю опущена.

У процесі роботи електровозів із підйомною платформою їх потрібно підводити на незначній швидкості, без ударів, після чого підіймати платформу. Швидкість цих візків має знижуватись під час входу та виходу з виробничого приміщення.

### 16.1. Дія електричного струму на організм людини

Електричне обладнання, що встановлене на виробничих підприємствах, є потенційно небезпечним для працюючих, оскільки органи відчуття людини не можуть на віддалі виявити електричну напругу.

Електрична енергія використовується в устаткуванні для приводу, що виконує силові функції, як джерело тепла для освітлення робочих місць, а також використовується в органах керування. Електрифікація полегшує працю працівників, сприяє підвищенню продуктивності праці, однак вимагає розробки та впровадження захисних засобів для запобігання ураження працівників, що обслуговують устаткування.

Аналіз причин нещасних випадків у промисловості, які супроводжуються тимчасовою втратою працездатності, показує, що кількість травм, спричинених електричним струмом, становить всього 0,5...1% загальної їх чисельності. Але якщо розглядати тільки ті нещасні випадки, які призводять до інвалідності або смерті потерпілих, то виявляється, що до 40% їх є наслідками ураження електричним струмом, тобто більше, ніж з будь-якої іншої причини. При цьому до 80% таких нещасних випадків припадає на електричні мережі напругою до 1000 В.

*Електротравматизм* — це результат порушення правил техніки безпеки та інструктажів, відсутності технагляду та аварійного режиму роботи електроустановок. Це наслідок незадовільної ізоляції струмопровідних частин, перехід напруг на корпус електроустановок, обрив проводів (і як наслідок — крокова напруга, напруга дотику). Причиною електротравматизму в багатьох випадках є непродумані, помилкові дії оперативного обслуговуючого персоналу.

В електробезпеці беруть до уваги три характерні шляхи проходження електричного струму: рука-рука, рука-ноги, нога-нога. Важливим є стан шкіри в полі струму. Небезпека ураження електричним струмом виникає в момент дотику до неізольованих струмопровідних частин з такою швидкістю, що людина, яка перебуває під напругою, часто позбавляється можливості відірватися від них. Виникає електротравма, важкість якої переважно значна. Організм людини можна розглядати як увімкнутий в еле-

ктричне поле провідник із певним електричним опором. Будова організму людини з розмаїтих, клітин та розчинів солей визначає його різний електричний опір. Електричний струм порушує нормальні біоструми, спричиняє їх параліч. Має місце місцеве пошкодження тканин тіла та вплив на нервову систему.

Під впливом електричного струму відбувається пробиття шкіряного покриву і різке зниження, електричного опору тіла. Небезпечною може видатись низька напруга, а вплив високої може завершитися сприятливо. У промисловості найчастіші випадки ураження електричним струмом напругою 127, 220 та 380 В. Електричний струм може проходити через тіло людини в тому випадку, якщо людина вклочилася у замкнене електричне коло (паралельне вмикання) або замкнула це коло (последовне вмикання).

Діючі електроустановки — це електроустановки, підключені до джерел живлення, які знаходяться під напругою, або ті електроустановки, що в даний момент знеструмлені, але можуть опинитись під напругою через комутаційні апарати.

Можна виділити наступні основні причини уражень електрострумом:

- дотик до струмопровідних або неструмопровідних частин, що опинились під напругою;
- користування несправним електрообладнанням, електроінструментом, вимірювальними приладами, лампами і побутовими електроприладами. Рефлекторна реакція організму на дію електричного струму зі сторони

центральної і периферійної нервової систем призводить до порушення нормального ритму роботи серця, що викликає фібриляцію серця, внаслідок чого кровообіг припиняється.

Є два види ураження електричним струмом: місцеві електричні травми та електричний удар. Подекуди мають місце обидва види одночасно.

*Місцеві електричні травми* — це травми, викликані дією електричного струму та електричної дуги: електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, електроофтальмія та механічні пошкодження.

*Електричні опіки* — найбільш розповсюджений вид електротравм. Вони можуть стати наслідком безпосередньої дії струму на шкіру і тканини (контактний опік), який виникає під час проходження струму через тіло людини внаслідок його контакту зі струмоведучою річчю; дії електричної дуги без проходження



струму через тіло людини (дуговий опік), зумовленої великою енергією і високою температурою дуги (як правило, ці опіки є наслідком короткого замикання); сумісної дії електричного струму і дуги (змішаний).

*Електричні знаки* — це чітко окреслені плями сірого, блідожовтого, лимонного кольорів на поверхні шкіри, круглої або овальної форми із заглибленням посередині. Іноді форма знака відповідає формі електроведучої речі, до якої доторкнулася людина. Електричні знаки безболісні і не вимагають лікування.

*Металізація шкіри* — проникнення у верхні шари шкіри людини найменших частинок розплавленого під дією електричної дуги металу.

Звичайно, це явище виникає при короткому замиканні, відключенні рубильників і роз'єднувачів під навантаженням. Як і при електричних знаках, у цьому випадку пошкоджена шкіра поступово змінюється.

*Електроофтальмія* — запалення зовнішніх оболонок очей, яке виникає внаслідок дії потужного потоку ультрафіолетових променів від електродуги. Звичайно, хвороба продовжується кілька днів. У випадку враження рогівки лікування більш складне і тривале.

*Механічні пошкодження* — є непрямим наслідком дії електричного струму — судомних скорочень м'язів під дією струму, що проходить через тіло людини, внаслідок чого можуть статися розрив шкіри, кровоносних судин і нервових тканин, а також вихи суглобів і навіть переломи кісток. Ці пошкодження вимагають тривалого лікування.

*Електричний удар* — це збудження живих тканин організму електричним струмом, що проходить через нього. Воно супроводжується судомними скороченнями м'язів, у тому числі м'язів серця і легенів, внаслідок чого може статися порушення або припинення діяльності важливих систем організму людини, кровообігу і дихання, а також викликає клінічну смерть або електричний шок.

*Клінічна смерть* — це перехідний період від життя до смерті, що настає з моменту зупинки серцевої діяльності і легенів і триває 6...8 хвилин, доки не загинули клітини головного мозку. Після цього настає біологічна смерть — припинення біологічних процесів у клітинах і тканинах організму і розпадання білкових структур.

Ознаки клінічної смерті: зупинка та фібриляція серця (і, як наслідок, відсутність пульсу), відсутність дихання, шкіра синова-

та, зіниці очей різко розширені внаслідок кисневого голодування кори головного мозку і не реагують на світло.

*Електричний шок* — це важка нервоворефлекторна реакція організму на подразнення електричним струмом. При шоку виникають глибокі розлади дихання, кровообігу, нервової системи та інших систем організму. Відразу після дії струму настає фаза збудження організму: з'являється реакція на біль, підвищується артеріальний тиск тощо. Потім настає фаза гальмування: виснажується нервова система, знижується артеріальний тиск, слабне дихання, змінюється пульс, настає стан депресії. Шоковий стан може тривати від декількох десятків хвилин до кількох днів, а потім може настати одужання або біологічна смерть.

## 16.2. Фактори, що впливають на ураження електричним струмом

Тяжкість наслідків дії на людину електричного струму визначається величиною, родом і частотою струму, електричним опором тіла людини, тривалістю дії, напрямком проходження струму через тіло, індивідуальними властивостями людини, схемою доторкання її до ланцюга струму та умовами середовища.

Величина струму, що проходить через тіло людини, є вирішальним фактором, і визначається наслідком ураження: чим більший струм, тим небезпечніша його дія. Людина починає відчувати змінний струм, що проходить крізь неї, 0,5...1,5 мА (при частоті 50 Гц), а постійний — 5...7 мА. Цей струм називається відчутним, а найменше його значення — порогом відчутності. Сам по собі він не є небезпечним, але може стати непрямою причиною нещасного випадку, оскільки людина, раптово відчувши дію струму, може несвідомо зробити неправильні дії, які призведуть до механічних пошкоджень її тіла тощо. Змінний струм 50 мА (при 50 Гц) безпосередньо впливає на м'язи серця і вважається смертельно небезпечним для людини.

Рід і частота струму визначають небезпечність ураження. Найбільш небезпечним є змінний струм частотою від 20 до 200 Гц. Підвищення частоти вище 1000 Гц супроводжується помітним зниженням безпеки ураження, але при частоті 100 кГц і більше існує безпека опіків. Постійний струм напругою до 500 В у 4...5 разів безпечніший для людини, ніж змінний промислової частоти такого самого значення. При напрузі вище

500 В постійний струм стає небезпечнішим від змінного промислової частоти.

Електричний опір тіла людини визначається опором рогового шару шкіри. Якщо шкіра суха, чиста, без пошкоджень, то опір тіла людини коливається від 500 Ом до 500000 Ом. Опір зволоженої забрудненої шкіри різко зменшується, значно підвищуючи небезпеку ураження. Під час розрахунків захисних улаштувань опір тіла людини змінному струму промислової частоти приймається 1000 Ом.

Тривалість проходження струму через тіло людини впливає на наслідок ураження, тому що, з часом струм різко збільшується за рахунок зменшення опору шкіри, оскільки вона руйнується на контакт з струмонесучим предметом через підвищення в цьому місці температури. Через 30 секунд опір тіла людини протіканню струму зменшується на 25%, а через 90 секунд — 70% від попереднього. Тому при наданні допомоги потерпілому необхідно якомога скоріше припинити дію на нього електричного струму. Напрямок проходження електричного струму через тіло також впливає на наслідок ураження. Найнебезпечнішим є проходження струму через серце, легені, голову.

Індивідуальні особливості людини, фізичний і психофізіологічний стан людини суттєво впливають на наслідок ураження електрострумом. Наприклад, невідпускаючий струм може бути пороговим відпускаючим для одних людей і невідпускаючим — для інших. Характер дії струму однієї і тієї ж сили залежить від маси людини та її фізичного розвитку. Встановлено, що для жінок порогові значення струму приблизно в 1,5 рази нижчі, ніж для чоловіків.

Провідність тканин тіла людини зумовлена фізико-хімічними, біохімічними та біофізичними явищами. Завдяки цьому опір тіла людини електричному струму є величиною нелінійною та нестабільною. Тіло людини є чудовим провідником електроструму. Струм через тіло людини протікає шляхом найменшого опору, котрий не завжди збігається з найкоротшим геометричним шляхом. Це пояснюється значною різницею питомих опорів різних тканин тіла людини. Сила струму  $I_p$ , що проходить через тіло людини, залежить від напруги  $U_n$  і опору тіла людини  $R_n$ , який приблизно вважається активним. Вважається, що опір тіла людини складається з опору шкіри в місцях контакту та з опору внутрішніх тканин.

Опір тіла людини електроструму визначається опором шкіри. Шкіра має великий питомий опір, особливо верхній роговий

шар, котрий складається з відмерлих зроговілих клітин, позбавлених кровоносних судин та нервів. Електричний опір тіла людини — це опір струму, що проходить по ділянці тіла між двома електродами, прикладеними до поверхні тіла людини. Тобто опір тіла людини є нелінійним, змінюється при зміні прикладеної напруги.

### 16.3. Класифікація виробничих приміщень за електробезпекою

Навколишнє середовище значною мірою визначає наслідок дії електричного струму на людину. Опір перегрітого організму знижується, тому з підвищенням температури тяжкість ураження струмом підвищується. Небезпечність ураження електричним струмом зростає з підвищенням вологості і забрудненості повітря,

Вологість, струмопровідний пил, їдка пара і гази руйнують діють на ізоляцію електроулаштування, знижуючи її опір. При цьому виникає потенціальна небезпека переходу напруги на конструктивні елементи електрообладнання (корпуси, станини, кожухи), до яких торкаються люди.

Усі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом поділяються на три класи:

- без підвищеної небезпеки;
- з підвищеною небезпекою;
- особливо небезпечні.

*Приміщення без підвищеної небезпеки* — це сухі (без пилу) незапилені приміщення, з нормальною температурою повітря та ізолюючими підлогами. Монтаж електричних улаштувань можна виконувати, застосовуючи дрот без підвищеної ізоляції з установкою будь-яких вимикачів, штепсельних розеток і світильників.

*Приміщення з підвищеною небезпекою* характеризуються такими умовами: вологість — відносна вологість повітря перевищує 75%; під впливом різноманітних теплових випромінювань температура повітря постійно або періодично (більше однієї доби) перевищує 35 °С; виділення струмопровідного технологічного пилу в такій кількості, що він може осідати на дроті, проникаючи всередину електричних машин і апаратів; підлоги струмопровідні; можливість одночасного доторкання до металоконструкцій будов, металевих улаштувань і т. п. (що мають з'єднання із землею), з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання — з другого.

**Приміщення особливо небезпечні:** особлива вогкість — відносна вологість повітря близька до 100% (стеля, стіни, речі, що знаходяться у приміщенні, покриті вологою); хімічно активне або органічне середовище — постійно або протягом тривалого часу міститься агресивна пара, газу, рідини, утворюються відкладення або пліснява, які руйнують ізоляцію і струмопроводні частини електрообладнання; одночасна наявність двох або більше умов, властивих приміщенням із підвищеною небезпекою. Для надзвичайно небезпечних приміщень правилами передбачається роздільне прокладання дроту з якісною ізоляцією, спеціальної конструкції вимикачі, електродвигуни, пускова і освітлювальна арматура.

Категорію приміщень і умов роботи за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом визначають особи, відповідальні за електрогосподарство, виходячи з місцевих умов і відповідно до наведеної класифікації.

#### 16.4. Небезпека ураження людини електричним струмом

Ураження людини під час дотику до струмопроводних частин залежить від схеми вмикання людини в електричну мережу, напруги в мережі, схеми самої мережі, режиму нейтралі мережі, опір ізоляції фаз устаткування або мережі, ємності струмопроводних частин відносно землі тощо.

Схема вмикання людини до електричного ланцюга є дуже важливим фактором, що визначає важкість наслідку ураження струмом. Людина може включитися до струму вмиканням у ланцюг струму між двома дротами, одним дротом і землею, двома дротами і землею, двома точками землі, що мають різні потенціали. Найхарактерніші перші дві схеми. Першу схему називають двофазним, а другу — однофазним вмиканням до електричного ланцюга (рис. 16.1).

Двофазне вмикання (рис. 16.1, а) — одночасне вмикання фаз електроустаткування, яке знаходиться під напругою. Таке вмикання найнебезпечніше, оскільки в такому випадку людина опиняється під повною лінійною напругою мережі, внаслідок чого через неї піде струм, мА:

$$I_n = \frac{U_n}{R_n} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_\phi}{R_n};$$

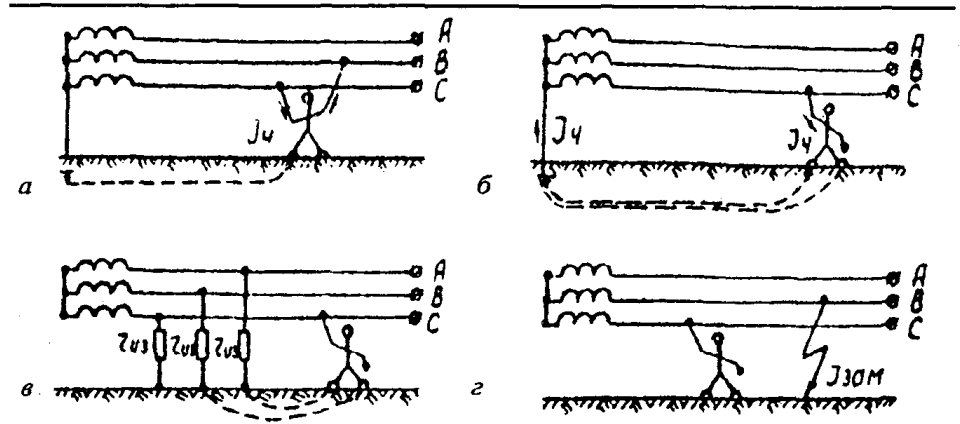


Рис. 16.1. Схеми вмикання людини до електричної мережі: а — двофазне; б — однофазне до мережі з глухозаземленою нейтраллю; в — однофазне до мережі з ізолюованою нейтраллю; г — однофазне до мережі з ізолюованою нейтраллю, одна з фаз якої замкнена на землю.

де  $U_n$  — лінійна напруга, що дорівнює напрузі між фазними провідниками, В;

$R_n$  — опір тіла людини, Ом;

$U_\phi$  — фазна напруга, що дорівнює напрузі між початком і кінцем однієї обмотки, В.

При двофазному вмиканні, небезпека ураження не зменшується і тоді, коли людина буде надійно ізолюована від землі, тобто якщо в неї буде гумове (на діелектричній підшві) взуття або вона буде стояти на діелектричній підлозі (килимі).

Однофазне вмикання при нормальному режимі електромережі менш небезпечне, ніж двофазне, оскільки напруга, що діє на людину, не перевищує фазного, тобто менше лінійного в 1,73 рази. Відповідно меншим виявляється струм, що проходить через людину. На величину цього струму впливає також режим нейтралі джерела струму, опір підлоги, на якій стоїть людина, опір її взуття та деякі інші фактори.

Однофазне вмикання до мережі з глухозаземленою нейтраллю (рис. 16.1, б) при нормальному режимі роботи мережі (тобто нема замикання на землю) призводить до дії на людину струму, мА:

$$I_n = \frac{U_\phi}{R_n + R_b + R_n + R_n},$$



поверхні в зоні розтікання струму. Точки, рівновіддалені від місця замикання, мають однаковий потенціал. Геометричними місцями таких точок є концентричні (еквіпотенціальні) кола або поверхні з центром в місцях замикання. Напруга кроку може дорівнювати нулю, якщо людина стоятиме обома ногами на еквіпотенціальному колі.

Незважаючи на те, що шлях струму нога-нога відноситься до порівняно безпечного, реальна загроза життю людини полягає в тому, що в більшості випадків ураження напругою кроку людини призводить до судоми ніг і падіння, що у свою чергу, призводить не тільки до збільшення діючої на неї напруги, але і до проходження струму по одному з найнебезпечніших шляхів — рука-нога.

Важкі наслідки ураження напругою кроку пояснюються незнанням елементарних заходів безпеки і правил виходу із небезпечної зони.

При виявленні замикання на землю забороняється наближатися до місця замикання на відстань не менше 4 м — у закритих приміщеннях і не менше 8 м — на відкритій місцевості. Наближення на меншу відстань допустиме тільки при виконанні робіт по ліквідації замикання на землю і надання першої допомоги потерпілому. У цих випадках слід користуватися електрозахисними засобами (діелектричним взуттям, рукавичками тощо).

Якщо треба виходити з небезпечної зони або увійти в неї для надання першої допомоги, слід віддалятися від місця замикання чи наближатися до нього стрибками на одній чи двох ногах, або маленькими кроками, які не перевищують довжини ступні.

### 16.5. Засоби електробезпеки

*Електробезпека* — це система організаційних і технічних заходів та засобів, які гарантують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Заходи захисту від ураження електричним струмом передбачають використання їх при нормальному режимі роботи електроулаштувань і підтримують їх безпеку в аварійних умовах. Вони поділяються на заходи колективного і індивідуального захисту. Захист від ураження електричним струмом повинен забезпечуватися: конструкцією електроулаштувань, технічними засобами і засобами захисту, організаційними заходами.

Конструкції електроулаштувань повинні відповідати вимогам технічних умов і стандартів. Так, залежно від засобів електробезпеки є 5 класів електротехнічних виробів: 0, 0I, I, II, III.

За конструкцією і виконанням, засобами встановлення, якістю ізоляції електрообладнання повинно відповідати умовам експлуатації згідно з відповідним нормативним документом. За цими вимогами електрообладнання поділяється на такі класи: загального призначення, спеціальне, відкрите, захищене, водозахищене, бризкозахищене, краплезахищене, закрите, герметичне, вибухозахищене.

До *технічних засобів* і заходів захисту від ураження електричним струмом належать: мала напруга, ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна); забезпечення недосяжності неізольованих струмоведучих частин; захисне заземлення; занулення, захисне відключення; вирівнювання потенціалів; електричне розділення мереж; компенсація струмів замикання на землю; огорожувальні улаштування; попереджуюча сигналізація; блокування; знаки безпеки; засоби захисту і запобіжні пристосування та ін.

До *організаційних заходів* по забезпеченню електробезпеки під час експлуатації електроулаштувань належать: призначення осіб, відповідальних за організацію і виконання робіт; документальне оформлення завдання на проведення робіт (наряд, розпорядження із записом у відповідний журнал, у порядку тривалої експлуатації з наступним записом у визначений журнал); допуск до проведення робіт; нагляд за працюючими під час виконання робіт; оформлення в наряді та оперативному журналі перерв в роботі, переведень на інші робочі місця і закінчення робіт.

Мала напруга — це номінальна напруга, яка не перевищує 42 В і застосовується для зменшення небезпеки ураження електричним струмом. Нормативними документами передбачається у виробничих умовах застосовувати два значення малих напруг — 12 В і 42 В. У приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних напруга для світильників місцевого, ремонтного освітлення і ручного інструменту не повинна перевищувати 42 В. Крім того, в особливо небезпечних приміщеннях, за несприятливих умов (наприклад, робота сидячи або лежачи на струмопровідній підлозі) для живлення ручних переносних ламп потрібна ще більш низька напруга — 12 В.

Для ізоляції струмоведучі частини покривають або відділяють від інших частин шаром діелектрика. Ізоляція створює великий опір, який перешкоджає протіканню через неї струму. Опір ізоляції зменшується з підвищенням температури, збільшенням напруги і внаслідок старіння в процесі роботи. Електричний опір основної ізоляції у холодному стані між окремими електричними ланцюгами і між цими ланцюгами та корпусами обладнання повинен бути не менше 2 мОм. Періодичні вимірювання опору ізоляції струмоведучих частин виконують у строки, встановлені особою, яка відповідає за електрогосподарство, згідно з нормативними документами з урахуванням місцевих умов. При цьому у приміщеннях без підвищеної небезпеки такі вимірювання проводяться не менше одного разу на рік; у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних — не менше двох разів на рік. Якщо опір ізоляції знижується на 50% від початкового, мережу або ізоляцію міняють.

Недоступність неізольованих струмоведучих улаштувань досягається застосуванням стаціонарних огорожень і розташуванням струмоведучих частин на великій висоті або у недоступному місці. Щоб захистити від доторкування до струмоведучих елементів комутаційних апаратів, застосовують прилади закритої конструкції: пакетні вимикачі та перемикачі, рубильники та перемикачі з важельним приводом, комплектні пускові пристрої та ін.

Орієнтування в струмоулаштуваннях дає персоналу чітку інформацію під час виконання робіт і застерігає його від помилкових дій. Це забезпечується спеціальним маркуванням електрообладнання або його частин, системою сигналізації небезпеки, написами і табличками, відповідним розташуванням, фарбуванням неізольованих струмоведучих частин та ізоляції, які відрізняються забарвленням органів керування і світловою сигналізацією.

**Захисне заземлення** — навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитись під напругою. Застосовується при напрузі змінного струму 380 В і вище, а постійного — 440 В і вище у всьому електроулаштуванні.

Фізична суть дії захисного заземлення, в основному, полягає у зниженні напруги дотику. Спеціально виконане електричне з'єднання між металевим корпусом обладнання, яке опинилося під напругою, і землею повинно мати достатньо малий, порівняно з тілом людини, опір, що дозволяє знизити силу струму, що прохо-

дить через тіло людини, яка торкнулася цього обладнання, до безпечної величини. У відповідності з існуючими вимогами найбільший допустимий опір розтіканню струму заземлюючого улаштування захисного заземлення електроулаштування напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю становить 10 Ом — при сумарній потужності джерела живлення не більше 100 кВ А, і 4 Ом — понад 100 кВ А. Отже, опір 4 Ом слід розглядати, як необхідну умову оптимального заземлення, що має бути покладено в основу його розрахунку. Розрахунок і улаштування викладено в п. 16.6.

**Занулення** — це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним дротом металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитись під напругою (рис. 16.3).

Наявність з'єднання металевих неструмоведучих частин електроулаштування з нульовим дротом живильної мережі перетворює замикання фази на корпус в однофазне коротке замикання. Струм короткого замикання, що виникає при цьому, повинен забезпечити спрацювання улаштування максимального струмового захисту і автоматично вимикати пошкоджене обладнання живильної мережі.

Занулення виконують у тих самих випадках, що і захисне заземлення. Це ефективний захист, якщо живлення електрообладнання відбувається від чотиридротових мереж з глухо-заземленою нейтраллю трансформатора напругою до 1000 В (звичайно 220–380 В).

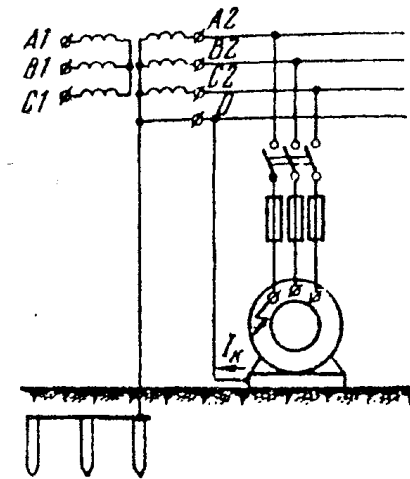


Рис. 16.3. Схема занулення

Нульовий провід у схемі занулення слугує для створення ланцюга з малим опором для струму під час замикання фази на корпус і перетворення цього замикання в однофазне коротке замикання.

Призначення заземлення нейтралі джерела та живлення — зниження напруги відносно землі нульового дроту і з'єднаних з ними корпусів обладнання при замиканні фази на землю.

Улаштування і контроль занулення повинні відповідати вимогам нормативних документів. Періодичність контролю після монтажу — не рідше одного разу у 5 років в процесі експлуатації.

**Захисне відключення** — швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне відключення електроулаштування при виникненні в ній небезпеки ураження струмом.

Забезпечення безпеки досягається тим, що улаштування захисного відключення повинні здійснювати такі функції:

- захист при глухих або неповних замиканнях на землю чи корпус;
- захист при появі небезпечних струмів витоку;
- захист при переході більш високої напруги на нижчу;
- попередній контроль опору ізоляції перед кожним увімкненням електроулаштування;
- автоматичний контроль ланцюга захисного заземлення або занулення;
- автоматичний контроль або періодичний ручний контроль справності улаштування захисного відключення.

Улаштування захисного відключення повинні відповідати вимогам нормативних документів: бути високочутливим, таким, що швидко відключається (час відключення не повинен перевищувати 0,2 сек.), забезпечувати селективність роботи, бути надійним і забезпечувати самоконтроль.

Існує багато схем захисного відключення, в основу класифікації яких покладена вхідна величина, на зміну якої реагують чутливі елементи. Найбільш простими є схеми, чутливі елементи яких реагують на напругу корпусу електроулаштування відносно землі та на струм замикання на землю (рис. 16.4). Обладнання захисного відключення може застосовуватися як основний і єдиний засіб захисту, якщо воно забезпечує безпеку при доторканні до фазного дроту і здійснює самоконтроль. У цьому разі захисне заземлення не потрібне.

Захисне відключення застосовують як основний засіб захисту спільно із захисним заземленням або зануленням. У цьому разі

обладнання захисного відключення повинно забезпечувати безпеку при доторканні до корпусу обладнання, яке опинилося під напругою, здійснювати автоматичний контроль безперервності ланцюгів захисного заземлення і занулення, а також самоконтроль.

Захисне відключення може також застосовуватися як доповнення до інших заходів захисту і захисного заземлення чи занулення. У цьому випадку воно має забезпечувати безпеку при доторканні до заземлених (занулених) частин обладнання. Проте, основні заходи захисту (захисне заземлення і занулення) повинні забезпечувати в цьому разі безпеку і без захисного відключення.

До роботи з електроустановками допускають осіб, які пройшли інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірку знань правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади стосовно виконуваної роботи з присвоєнням відповідної кваліфікаційної групи з техніки безпеки, а також, які не мають медичних протипоказань.

Проведення робіт на струмопровідних частинах, що перебувають під напругою або поблизу них, здійснюється за нарядом не менше, ніж двома особами, із застосуванням електрозахисних засобів, під безперервним наглядом.

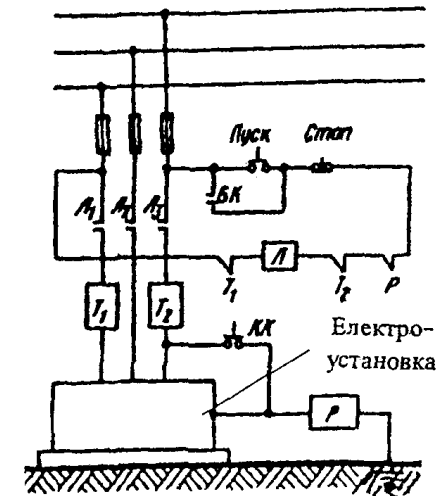


Рис. 16.4. Схема захисного відключення:

Л, Л<sub>1</sub>, Л<sub>2</sub>, Л<sub>3</sub>, — лінійні контакти магнітного пускача; Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub>, — теплові реле; БК — блок-контакт; КК — контрольна кнопка.

## 16.6. Розрахунок захисного заземлення

Найпоширеніший і найнадійніший засіб електрозахисту — захисне заземлення, яке базується на зниженні до безпечних значень напруги дотику і крокової напруги, що зумовлені замиканням на корпус. Цього досягають шляхом зменшення опору заземлення.

Захисним улаштуванням називається сукупність заземлювача (металевого провідника або групи провідників, які знаходяться у безпосередньому зіткненні з ґрунтом) і заземлювальних провідників, які з'єднують заземлені частини устаткування із заземлювачами. Залежно від розташування заземлювачів по відношенню до заземленого обладнання, конструкції заземлення бувають виносними (зосередженими) і контурними (розподіленими).

У контурних заземлювальних пристроях заземлювачі розташовують по контуру (периметру) будівлі, в якій знаходиться електрообладнання, яке треба заземлити (рис. 16.5, а).

У місцях з високим питомим опором ґрунту економічно може бути більш доцільним влаштування виносних заземлювачів, які розміщують в більш провідних шарах землі (рис. 16.5, б).

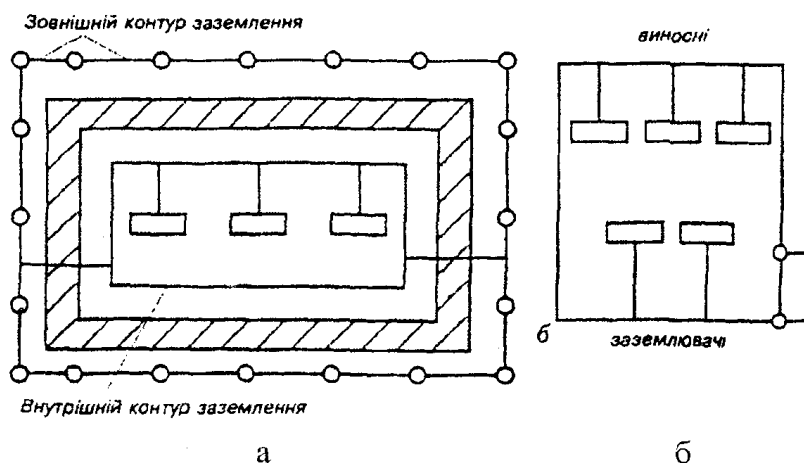


Рис. 16.5. Схема контурного та виносного заземлення.

Групи виносних заземлювачів з'єднують з об'єктом магистраллю заземлення, кабельною лінією. Виносне захисне заземлення захищає за рахунок малого опору розтіканню струму і невеликого струму замикання на землю.

При контурному заземленні заземлювачі розташовуються по периметру і всередині майданчика, на якому встановлено заземлене обладнання і електрично з'єднуються. Під час замикання на корпус струм стікає на землю і завдяки системі заземлювачів, розташованих у вершинах мережі з визначеним кроком, на поверхні території майданчика з'являється підвищений відносно підлеглої території потенціал.

Заземлювачі можуть бути природні і штучні. Як природні заземлювачі використовують різноманітні металоконструкції, які мають хороший контакт із землею: арматура залізобетонних конструкцій, трубопроводи (крім тих, що застосовуються для транспортування горючих і вибухових рідин та газів), металеві оболонки кабелів (за винятком алюмінієвих), обсадні труби тощо. Штучні заземлювачі являють собою спеціально влаштовані металоконструкції. У першу чергу, для заземлення слід використовувати природні заземлювачі, якщо вони є.

Характеристика стаціонарних заземлювачів та струмовідводів наведені в табл. 16.1.

Ззовні будівель звичайно формують зовнішній заземлювальний контур. Для цього за межами відмовки будинку, в спеціально викопаній траншеї глибиною 0,6...0,8 м вбивають вертикальні заземлювачі на віддалі один від одного 1...3 м, що дорівнює довжині заземлювача. Вертикальні заземлювачі методом зварювання з'єднують між собою половою. Утворюється замкнений по периферії цеху зовнішній контур, від якого в середину цеху виводяться провідники. Останні також зварюванням з'єднуються з внутрішнім контуром.

Внутрішній контур, до якого приєднуються корпуси електроустановок — це закріплений на внутрішній стінці цеху провідник, який з'єднується із зовнішнім контуром. Велика увага надається надійності з'єднань в конструкції заземлення.

Опір розтіканню струму з одного заземлювача (труби, стержня) залежить від питомого опору ґрунту, глибини від поверхні землі до верху заземлювача і розмірів самого заземлювача (труби), визначають за виразом:



$$R_{np} = 0,366 \frac{\rho}{l} \left( \lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right)$$

де  $\rho$  — питомий опір ґрунту, Ом·м;

$l$  — довжина заземлювача, м;

$d$  — діаметр заземлювача, м;

$t$  — відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача, м (рис. 16.6);

$$t = h_e \frac{l}{2},$$

$h_e$  — глибина викопаної траншеї, в яку вбивають вертикальні заземлювачі, м (рис. 16.6).

Таблиця 16.1.

Характеристика стаціонарних заземлювачів та струмовідводів

Струмовідводи і заземлювачі	Назва	Характеристика
Струмовідводи	Заземлення верстатів, машин, металевої апаратури, резервуарів, котлів, трубопроводів, зливоналивних приладів	Сталева стрічка перерізом 48 мм <sup>2</sup> , товщиною більше 4 мм
Струмовідводи	цистерн	Сталевий трос діаметром не менше 6 мм
	Заземлення гумових шлангів і ліжок	Гнучкий сталевий провід перерізом не менше 12 мм <sup>2</sup>
Заземлювачі	Заземлювальний контур зі сталевих труб (електродів)	Труби діаметром 38...60 мм, з товщиною стінки більше 3,5 мм. Сталеві стержні діаметром 40...50 мм, довжиною 2...3 м. Вбивають вертикальні заземлювачі в землю на глибину від поверхні землі до верху труби або стержня 0,6...0,8 м.
Сталеві стрічки	Для струмовідводів (електродів)	Перерізом не менше 100 мм <sup>2</sup> , товщиною не менше 4...5 мм, заглиблюють в землю на глибину 0,6...0,8 м
Сталеві пластини	Для струмовідводів (електродів)	Товщина не менше 4 мм і площею не менше 1 м <sup>2</sup> . Заглиблюють в землю вертикально на глибину від поверхні землі до верхнього краю пластини 0,6...0,8 м

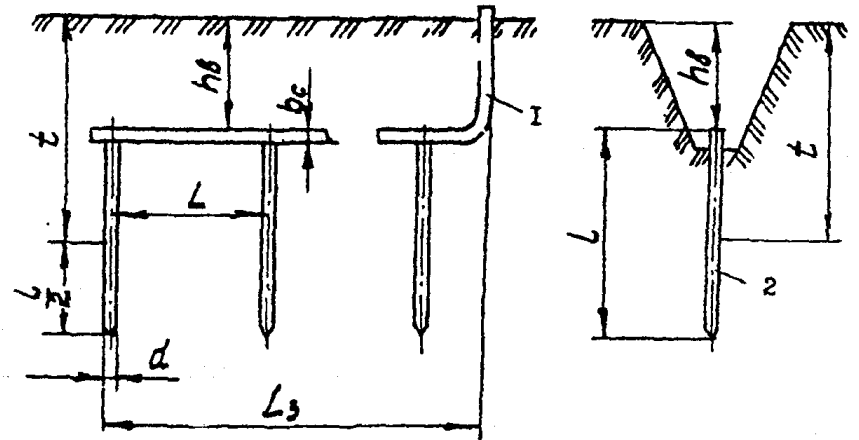


Рис. 16.6. Схема розміщення заземлювачів (труб) групового заземлення: 1 — з'єднувальна стрічка; 2 — заземлювач (труба);  $h_e$  — глибина закладання заземлювачів;  $L$  — відстань між заземлювачами;  $t$  — відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту;  $l$  — довжина заземлювача (стержня або труби);  $b$  — ширина з'єднувальної стрічки.

Питомий опір ґрунту залежить від його будови, вмісту в ньому розчинних речовин, вологи, температури повітря. Він змінюється сезонно, а відгук — сезонно змінюється і значення опору розтіканню струму заземлювальної системи. Найбільше значення питомий опір має засушливим літом і взимку у великий мороз. Найкращі ґрунти для влаштування заземлення — вологі (торф, чорнозем, глина, садова земля). Найгіршим є скелястий ґрунт. Можна зменшити питомий опір ґрунту внесенням кухонної солі навколо вертикальних заземлювачів, підливанням гноївки. Шар солі і землі по чергово вкладають в ґрунт на глибину 1/3 довжини заземлювача і поливають водою. Для зниження питомого опору використовують також намочений водою шлак або розчин глини у воді.

Питомий електричний опір ґрунту залежить від його структури, вологості, температури, затверділості і пори року (табл. 16.2).

Питомий електричний опір ґрунту з врахуванням коефіцієнта сезонності визначається за формулою:

$$\rho = \rho_0 \cdot \eta_c,$$

де  $\rho$  — вимірювальний питомий електричний опір, Ом м;

$\eta_c$  — коефіцієнт сезонності.

Коефіцієнт сезонності залежить від вологості землі при вимірюванні (табл. 16.3).

Таблиця 16.2.  
Питомий електричний опір ґрунту

Ґрунт	Питомий електричний опір, Ом · м	
	Границя зміни	При вологості 10...20%
Чорнозем	9...53	20
Глина	8...70	40
Суглинок	40...150	100
Пісок	400...700	700
Супісок	150...400	300

Таблиця 16.3.  
Значення коефіцієнта сезонності  
для вертикального заземлювача та горизонтальної стрічки

Вологість землі при вимірюванні		
підвищена	нормальна	мала
$\eta_c$ для вертикального електрода $l=3$ м		
1.9	1.7	1.5
1.7	1.5	1.3
1.5	1.3	1.2
1.3	1.1	1.0
$\eta_c$ для горизонтального електрода $l=10$ м		
9.3	5.5	4.1
5.9	3.5	2.5
4.0	2.5	2.0
2.5	1.5	1.1
$\eta_c$ для горизонтального електрода $l=50$ м		
7.2	4.5	3.6
4.8	3.0	2.4
3.2	2.0	1.6
2.2	1.4	1.12

Групове розташування вертикальних заземлювачів (труб) спричиняє взаємний вплив полів розтікання (екранування) струму, збільшуючи опір розтіканню струму.

Враховуючи коефіцієнт екранування, отримаємо:

$$R_p = \frac{R_{mp}}{n \cdot \eta_e},$$

де  $R_{mp}$  — опір розтіканню струму одного заземлювача, Ом · м;  
 $n$  — кількість заземлювачів, шт.;

$\eta_e$  — коефіцієнт екранування.  
Значення коефіцієнта екранування вертикальних заземлювачів (труб) для контурного заземлення подано у табл. 16.4.

Таблиця 16.4.  
Значення коефіцієнта екранування

Відношення віддалі між електродом (трубою) до довжини нп електрода, $L/l$	Число заземлювачів (труб)				
	4	6	10	20	40
1	0.66...0.72	0.58...0.65	0.52...0.58	0.44...0.50	0.38...0.44
2	0.76...0.80	0.71...0.75	0.66...0.71	0.61...0.66	0.55...0.61
3	0.83...0.86	0.78...0.82	0.74...0.78	0.68...0.73	0.64...0.69

Із врахуванням коефіцієнтів сезонності та екранування кількість заземлювачів (труб) визначається за формулою:

$$n = \frac{R_{mp}}{R_0 \cdot \eta_e \cdot \eta_c},$$

де  $R_{mp}$  — опір одного заземлювача (труби), Ом;  
 $R_0 = 4$  Ом — допустимий опір розтікання струму заземлення.

Довжину з'єднувальної стрічки визначають за формулою:

$$l_{стр} = 1,05L(n - 1),$$

де  $L$  — віддаль між заземлювачами (трубами), м.

Опір розтіканню струму в з'єднувальній стрічці можна визначити за формулою:

$$R_{стр} = 0,366 \frac{\rho}{l_{стр}} \lg \frac{2l_{стр}^2}{h \cdot b \cdot \eta_{стр}},$$

де  $\rho$  — питомий електричний опір ґрунту з врахуванням коефіцієнта сезонності, Ом · м;

$l_{стр}$  — довжина з'єднувальної стрічки, м;

$h$  — глибина (траншеї) закладання з'єднувальної стрічки, м;

$b$  — ширина з'єднувальної стрічки, м;

$\eta_{стр}$  — коефіцієнт екранування з'єднувальної стрічки.

Коефіцієнт екранування з'єднувальної стрічки для контурного заземлення приймають залежно від кількості заземлювачів (табл. 16.5).

Таблиця 16.5.

Значення коефіцієнта екранування для контурного заземлення

Відношення віддалі між електродом (трубою) до довжини електрода, $L/l$	Число заземлювачів (труб)				
	4	6	10	20	40
1	0,45	0,40	0,34	0,27	0,23
2	0,55	0,48	0,40	0,32	0,25
3	0,70	0,64	0,56	0,45	0,40

Загальний опір розтіканню струму заземлювачів (труб) та з'єднувальної стрічки визначається за формулами:

$$R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_{тр}} + \frac{1}{R_{стр}}} \leq R_0, \text{ або}$$

$$R_3 = \frac{R_{тр} \cdot R_{стр}}{\frac{1}{R_{тр}} + \frac{1}{R_{стр}}} \leq R_0,$$

Захисне заземлення влаштовують у трифазних мережах з заземленою нейтраллю напругою до 1000 В, а вище 1000 В — за будь-якого режиму роботи нейтралі. Заземленню підлягають електроустановки напругою вище 42 В змінного струму у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних, а також у зовнішніх установках.

В умовах деревообробних виробництв заземлюють все стаціонарне та пересувне технологічне і транспортне устаткування, що живиться електричним струмом.

Ручні електрифіковані інструменти, які працюють з напругою вище 42 В підключають у мережу через штепсельні розетки, які, крім фазних контактів, мають і заземлювальний контакт. Штепсельні з'єднання виконані так, що під час вмикання заземлюючий контакт входить раніше фазних контактів, за рахунок чого забезпечується безпека при обслуговуванні електрообладнання. Заземлюючий контакт довший від фазних, що виключає помилкове вмикання.

## 16.7. Електрозахисні засоби

*Електрозахисні засоби* — це вироби, що переносяться і перевозяться. Вони слугують для захисту людей, які працюють з електроустаткуванням, від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги і електромагнітного поля; використовуються для забезпечення безпеки людей як при звичайному, так і при аварійному стані електроустаткування. За призначенням електрозахисні засоби (ЕЗЗ) поділяють на ізолюючі, огорожувальні та допоміжні, а за характером застосування — на колективного та індивідуального захисту.

*Ізолюючі ЕЗЗ* слугують для ізоляції людей від електрообладнання, що перебуває під напругою, а також від землі і поділяються на основні і додаткові. Ізоляція основними ЕЗЗ надійно витримує робочу напругу електроустаткування, тому за їх допомогою можна торкатися струмопровідних частин, які знаходяться під напругою (до 1000 В) — оперативні штанги, ізолюючі і електровимірювальні кліщі, діелектричні рукавички, інструмент з ізованими ручками, покажчики напруги. Додаткові ізолюючі ЕЗЗ самі не можуть забезпечити безпеку персоналу від ураження електричним струмом і застосовуються як доповнення до основних. В електрообладнанні напругою до 1000 В такими є діелектричне взуття, гумові діелектричні килимки, ізолюючі підставки.

*Огороджувальні ЕЗЗ* застосовують для тимчасового огороження струмоведучих частин електрообладнання, яке знаходиться під напругою. Це переносні огороження (ширми, бар'єри, щити, клітки), ізолюючі накладки і ковпаки, переносні заземлення, переносні попереджувальні плакати.

*Допоміжні ЕЗЗ* призначені для захисту персоналу від падіння з висоти (охоронні пояси і страхувальні канати), для безпечного підйому на висоту (драбини, кігті) і для захисту від теплових, світлових, хімічних, механічних та інших дій (спецодяг, рукавиці, протигази, захисні окуляри та ін.).

Всі ізолюючі ЕЗЗ, крім ізолюючих підставок і штанг для накладання переносних заземлень, в процесі експлуатації періодично підлягають електричним випробуванням у відповідності з вимогами правил користування і випробування захисних засобів. На ті ЕЗЗ, що пройшли випробування, крім слюсарно-монтажного інструменту з ізолюючими рукоятками і покажчиків напруги до 1000 В, ставиться штамп спеціальної форми незмивною фар-

бою, На ЕЗЗ, визнаних непридатними, цей штампик перекреслюється червоною фарбою. Випробований слосарно-монтажний інструмент з ізольованими рукоятками і покажчики напруги до 1000 В ресструється за своїм інвентарним номером і маркірується способом, що відповідає його конструкції.

Контроль за застосуванням електрозахисних засобів покладеться на виконавця робіт, майстра і механіка у межах доручених їм ділянок. Особи, що обслуговують та експлуатують електрообладнання, відносяться до електричного персоналу. До робіт з електроустаткуванням допускаються особи віком не менше 18 років, які пройшли відповідне навчання. Практикантам навчальних закладів, які не досягли 18 років, дозволяється перебувати біля електроустаткування або в електроприміщеннях обмежений час і під постійним наглядом досвідченого і кваліфікованого робітника.

Особи, які допускаються до обслуговування електроустаткування, проходять медичне обстеження.

#### 16.8. Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом

Одним із найважливіших положень надання першої допомоги є її терміновість: чим швидше вона надана, тим більше сподівань на сприятливий наслідок. Тому таку допомогу своєчасно може і повинен надати той, хто знаходиться поряд з потерпілим.

Кожен працівник підприємства, установи повинен знати послідовність надання першої допомоги:

- усунути дію на організм небезпечних факторів, котрі загрожують здоров'ю та життю потерпілого (звільнити від дії електричного струму, винести з зараженої атмосфери, погасити одяг, котрий горить, витягнути з води тощо), оцінити стан потерпілого;
- визначити характер та важкість травми, визначити найбільшу загрозу для життя потерпілого та послідовність заходів щодо його врятування;
- здійснити необхідні заходи щодо врятування потерпілого за терміновістю (відновити прохідність дихальних шляхів; виконати штучне дихання; зовнішній масаж серця; зупинити кровотечу; іммобілізувати місце перелому; накладати пов'язку тощо);

- підтримати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника;
- викликати швидку медичну допомогу або лікаря, або ж вжити заходів щодо транспортування потерпілого до найближчого лікарняного закладу.

Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, котра знаходиться під дією струму.

Ураження електричним струмом виникає тоді, коли нехтують правилами устрою обладнання та поведінки працюючих. Воно можливе за пошкодження ізоляції та за інших аварійних ситуацій. Практика доводить, що найважливішим є швидке вивільнення людини з-під дії струму з подальшим проведенням штучного дихання та зовнішнього масажу серця.

Вивільнити людину з-під струму можна наступним чином: виключенням системи, можливим закорочуванням фаз за допомогою перекидання (замикання) на струмопровідні проводи металеві перемички та механічним його відтягуванням і відривом від місця ураження. В цьому разі рятувальникам слід пам'ятати про необхідність користування індивідуальними засобами захисту (рукавички, боти, гумові килимки, штанги і ін.). Без цього сам рятувальник може виявитись під струмом. Для вивільнення людини з-під струму можливе застосування дерев'яних та інших предметів, що становлять собою діелектрики. Якщо потерпілий перебуває на висоті, слід вжити заходи, щоб під час вимикання струму та падіння він не отримав механічного пошкодження.

Штучне дихання часто виконують за схемою "рот в рот" або "рот в ніс". В цьому разі дихання має бути різким, кожні 5...6 сек. Перед цим забезпечується прохідність дихальних шляхів, які можуть бути закриті запалим язиком, кров'ю, слиззю тощо.

Гостра дихальна недостатність і її крайній ступінь — зупинка серця — незалежно від причин призводить до зниження вмісту кисню в організмі (гіпоксія) і надлишку вуглекислого газу (гіперкапнія). Внаслідок гіпоксії і гіперкапнії в організмі розвиваються важкі порушення функцій всіх органів, яких можна уникнути лише при своєчасно розпочатій реанімації — штучній вентиляції легень — при штучному диханні.

Найкраща прохідність дихальних шляхів потерпілого забезпечується при максимальному відкиданні голови назад, відкриванні рота, висуванні вперед нижньої щелепи.

Коли у потерпілого розширені зіниці і не промацується пульс навіть на шії, то це означає, що паралізоване не тільки дихання, але й зупинилося серце. Тоді штучне дихання чергується з масажем серця.

**Масаж серця** — це ритмічне натискання на передню стінку грудної клітки потерпілого, внаслідок чого серце стискається між грудиною і хребтом та виштовхує зі своїх порожнин кров.

Мета масажу серця — штучна підтримка кровообігу в організмі потерпілого і відновлення нормальних природних скорочень серця. Підготовка до масажу серця є одночасно підготовкою до штучного дихання, оскільки масаж серця треба проводити разом із штучним диханням.

Зовнішній масаж серця здійснюється приблизно один раз в секунду. Місце натискування під час масажу знаходиться приблизно на два пальці вище м'якого кінця грудини. Надаючи допомогу, потерпілого кладуть на спину і вивільнюють від одягу. Як штучне дихання, так і зовнішній масаж серця слід проводити до прибуття швидкої медичної допомоги або до появи очевидних ознак оживлення (поява самостійного дихання, наявність пульсу).

Ефективність зовнішнього масажу серця визначається появою чіткого пульсу, звуженням зіниць, появою самостійного дихання, зменшенням синюватості шкіри та видимих слизових оболонок.

Існує ряд апаратів для штучного дихання, простих і доступних за конструкцією. Штучне дихання “із рота в рот” виконують за допомогою чистої гумової трубки, протертої спиртом, — повітропровода з круглим рухомим щитком.

Ручний портативний апарат РПА — це невеликий міх, що приводиться в дію рукою, і маска, накладена на рот і ніс потерпілого. До нього підключено кисневу подушку: під час розтягування міха відбувається пасивний видих.

Портативний апарат ДП-2 (компресор з електродвигуном) забезпечує 20 вдихань за 1 хвилину, працює автоматично, використовуючи енергію стиснутого кисню, що знаходиться в балоні.

За надання першої допомоги важливо знати, що потерпілі іноді оживали через декілька годин, протягом яких проводилось штучне дихання та зовнішній масаж серця.

### 17.1. Виникнення зарядів статичної електрики

Статична електрика виникає за рахунок тертя діелектриків один до другого, а також при переливанні або ударі рідкого діелектрика до поверхні судин.

Поява зарядів статичної електрики — це наслідок складних процесів, пов'язаних із перерозподілом електронів або іонів під час зіткнення двох різнорідних речовин. Відповідно до гіпотези про “контактну електризацію речовин” внаслідок нерівноважності атомних і молекулярних сил на поверхні зіткнення утворюється подвійний електричний шар із протилежними знаками. Ці поверхні, які заряджені статичною електрикою різних знаків, розглядаються як конденсатор, із зміною віддалі між пластинами конденсатора змінюються його ємність і напруга. Збільшення цієї віддалі, наприклад, до 1 см, зумовлює зростання потенціалу до декількох тисяч вольтів. 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 якщо питомий електричний опір тіл  $\rho$  і  $10^6$  Ом-см, їх електризація через можливість іскрових розрядів особливо небезпечна.

Енергію іскри між зарядженим предметом і заземлювачем визначають за формулою:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{QU}{2}, \text{ Дж,}$$

де  $C$  — ємність зарядженого статичною електрикою предмета відносно землі, Ф;

$Q$  — величина заряду, Кл;

$U$  — величина заряду між зарядженим предметом і землею, В

Границі зон видів фізіологічної дії на людину умовні, так як це залежить від індивідуальних особливостей людини і специфіки виробництва. Це особливо небезпечно для деяких пожежо- та вибухонебезпечних середовищ (об'єктів), що визначається по кривій (рис. 17.1).

Статична електрика може накопичуватись і на людах, особливо, якщо користуватись взуттям із непровідними для еле-

ктричного струму підшовами, одягом і білизною з шерсті та шовку і при контакті з тілами — діелектриками.

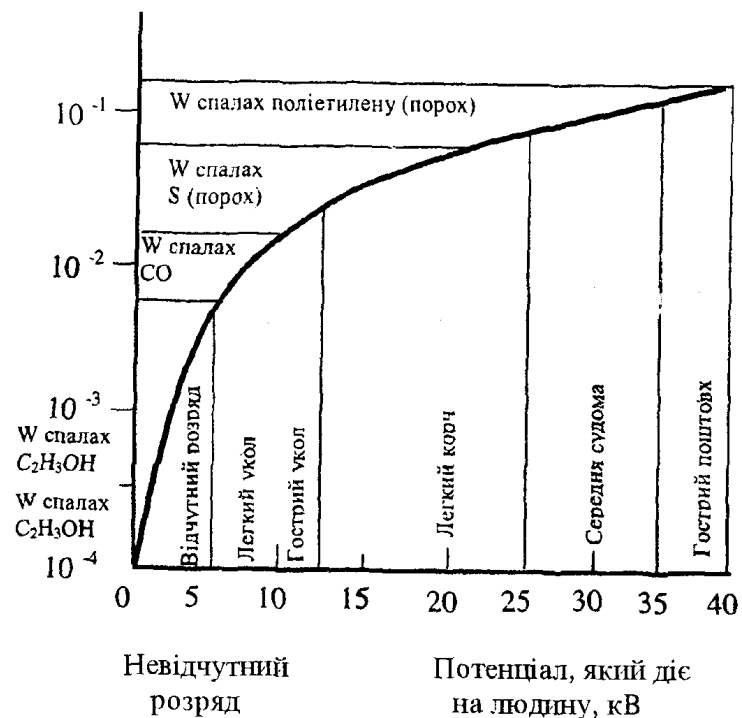


Рис. 17.1. Залежність енергії електричного розряду від потенціалу зарядів статичної електрики.

Небезпека статичної електрики полягає не лише в іскровому розряді, але й за сильного уколу або поштовху, що може бути першопричиною травми.

Статична електрика може порушувати технологічні процеси, створювати перешкоди в роботі електронних приладів, автоматики і телемеханіки.

У виробничих умовах заряди статичної електрики виникають та накопичуються за транспортування діелектричних рідин в незаземлених ємностях і по трубопроводах, ізольованих від землі, під час протікання рідин у незаземлених цистернах і бочках, а також руху пилоповітряної суміші у трубах і апаратах (від тертя в пасових передачах та шліфувальної стрічки в шківі, просочка і

оброблювальний матеріал); в процесі переміщування речовин у змішувачах.

Заходи захисту від статичної електрики такі: заземлення виробничого обладнання, резервуарів, трубопроводів та ін.; нейтралізація статичної електрики; регулювання швидкості взаємного переміщення речовин та стану навколишнього повітря. Заземлення є найефективнішим методом боротьби зі статичною електрикою, але не можна нехтувати і іншими заходами. Влаштуючи заземлення, особливо турбуються про його надійність. Місця можливого порушення заземлювального ланцюга (розриви конструкцій, ущільнення фланців тощо) з'єднують металевими перемичками.

Здебільшого рекомендується застосовувати антистатичні рукавички, які виготовляють з бавовняно-паперового пористого матеріалу, просоченого сумішшю гліцерину з водою і відтиснутого до сухого стану та антистатичне взуття (якщо підлога електропровідна).

## 17.2. Методи і прилади для вимірювання параметрів, які характеризують електризацію діелектриків

Основними характеристиками наелектризованості тіла є кількість зарядів статичної електрики і характер їх розподілу на поверхні або в об'ємі діелектрика.

Заміри параметрів статичної електрики проводять з метою вивчення причин і умов електризації та постійного контролю різниці потенціалів  $U$  між зарядженим тілом і землею або заземленим предметом, поверхні площини електричних зарядів  $S$  і напруженого електричного поля  $E$ .

Заміри за допомогою електричної індукції базуються на вимірюванні потенціалу, який накопичується на провідному тілі — зонді. Типова схема таких вимірів показана на рис. 17.2.

Вимірювання густини заряду на діелектрику вимагає визначення ємності діелектрика відносно землі. Якщо напруженість поля площини наелектризованої поверхні при малих відстанях  $d$  від датчика 2 до поверхні 1 (рис. 17.2), тоді поле над датчиком однорідне, можна судити про величину

поверхневого заряду. За допомогою датчика можна визначити величину потенціалу поверхні за виразом:

$$\phi = E \cdot d,$$

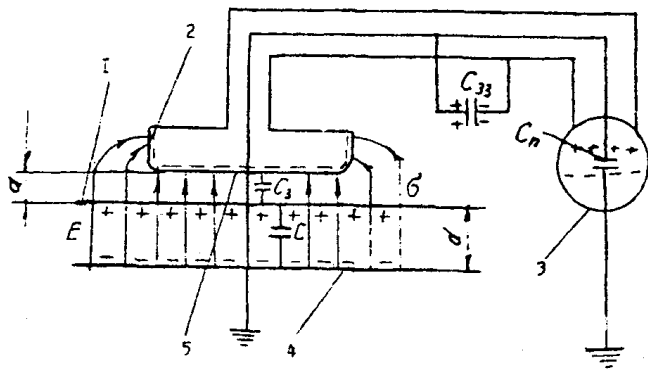


Рис. 17.2. Схема виміру параметрів наелектризованого діелектрика за допомогою зонду:

1 — наелектризований діелектрик; 2 — електроди датчика; 3 — електрометр; 4 — заземлена поверхня; 5 — вимірювальний зонд.

де  $E$  — вимірювана напруженість електричного поля;

$d$  — віддаль від датчика до наелектризованої поверхні.

Якщо віддаль від наелектризованої поверхні до землі, тоді поверхневий заряд визначається за виразом:

$$\sigma = \epsilon_0 \cdot E,$$

Для вимірювання електричних потенціалів застосовують механічні і електричні прилади.

У механічних електромірах вимірюється заряд, який подається на один із двох електродів, кулонівська взаємодія фіксується різними методами.

В основу квадратних електромірів закладено принцип дії статичних вольтметрів. Електричний заряд діє на рухомий секторний електрод, котрий під дією кулонівських сил зміщує індикатор вольтметра (рис. 17.3).

При транспортуванні твердих речовин діелектричними стрічками від тертя об металеві шкиви виникають заряди статичної електрики, що обумовлює протікання електричного струму. Величина цього струму визначається густиною заряду на стрічці, геометричними параметрами і швидкістю руху стрічки. Згідно зі схемою (рис. 17.4, а) усереднена величина густини на стрічці дорівнює:

$$\sigma = \frac{I}{b \cdot V} \quad \text{кМ/м}^2,$$

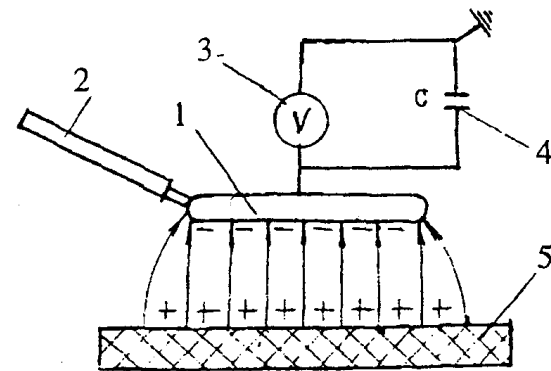


Рис. 17.3. Схема виміру параметрів, які характеризують наелектризоване поле:

1 — зонд; 2 — ізоляційна ручка; 3 — статичний вольтметр; 4 — ємність; 5 — наелектризований діелектрик

де  $I$  — струм в полі заземленого шквива, А;

$b$  — ширина стрічки, м;

$V$  — швидкість руху стрічки, м/с.

Аналогічним способом може бути визначена і густина заряду, який накопичує рідина. Рідина електризується найбільш сильно під час протікання через фільтр. Якщо ізольований від трубопроводу фільтр заземлити через вимірювач струму (рис. 17.4, б), то середня об'ємна густина заряду, який одержує рідина в фільтрі, може бути розрахована за формулою:

$$\rho = I/P, \quad \text{Кл/м}^3,$$

де  $\rho$  — подача рідини через фільтр, м<sup>3</sup>/с.

Принцип роботи електростатичних приладів базується на відхиленні рухомої системи безпосередньо під дією електричного поля. Ці прилади характеризуються специфічними особливостями, оскільки електроміри дозволяють вимірювати невеликі величини без контакту із зарядженим тілом.

В таблиці 17.1 наведені дані основних приладів для вимірювання параметрів статичної електрики.

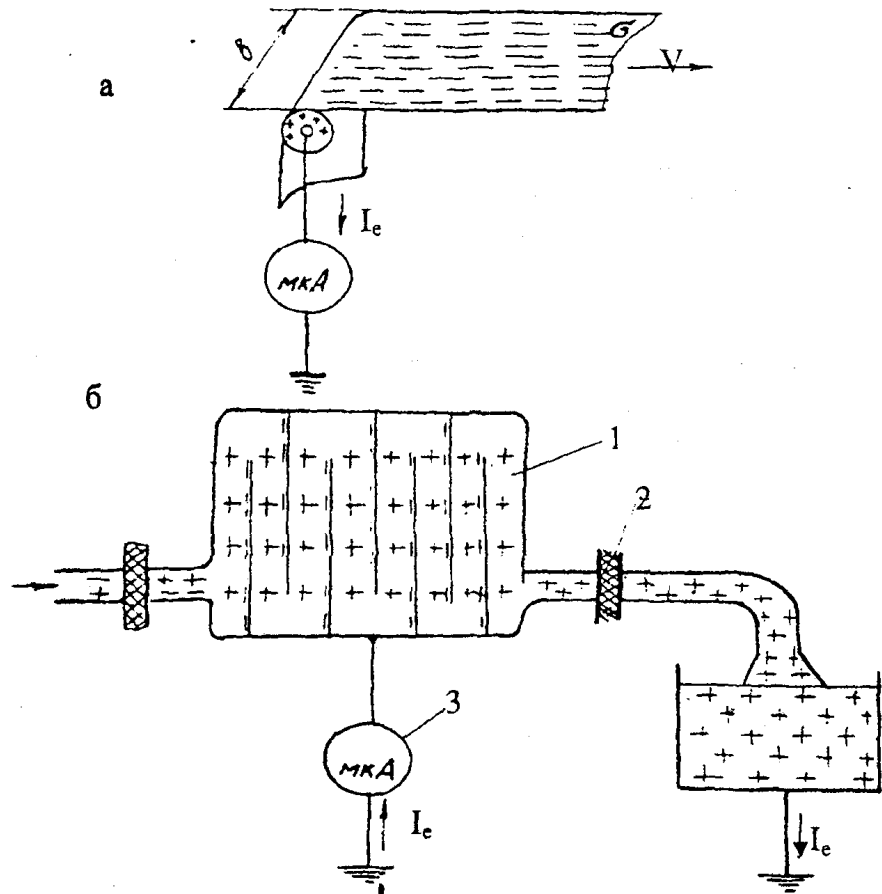


Рис. 17.4. Вимірювання густини заряду статичної електрики по струму електризації:

а — електризація рухомого полотна або стрічки; б — електризація рідини в фільтрі; 1 — фільтр; 2 — ізоляція; 3 — вимірювач струму.

Таблиця 17.1.  
Характеристика деяких приладів для вимірювання параметрів статичної електрики

Назва приладів	Характеристика приладів і параметри вимірювання
1	2
Індикатор статичних зарядів ИСПИ - 4 -//- МИЭП-2	Потенціал зарядженої поверхні до 50 кВ. Живлення батарейне. У вибухозахищеному виконанні.
Статичний вольтметр з датчиком СМ-2/С-95	Напруга 0,03...3 кВ. Живлення батарейне. У вибухозахищеному виконанні.
Електромір електронний ПК-2-3А	Потенціал поверхні і тіла людини до 50 кВ, поверхневий заряд 0,2...20 мк Кл/м <sup>2</sup>
Динамічний електромір з обертовим екраном ВИНЭП-2	Електричне поле 3...2400 кВ/м. Живлення батарейне 1,5 В. У вибухозахищеному виконанні
-//- СД-2	Напруженість електричного поля 5-10 <sup>3</sup> ...5-10 <sup>5</sup> В/м. Живлення 220 В.
Електромір з динамічним конденсатором ЭД-05 М	Напруженість 0...60 В, струм 10 <sup>-14</sup> ...10 <sup>-15</sup> А. Живлення 220 В.
-//- ИТ 6801	Напруженість 10 <sup>-5</sup> ...10 <sup>-2</sup> В, струм 10 <sup>-7</sup> ...10 <sup>-5</sup> А. Живлення 220 В.
Мікроамперметр М-95	Струм 10 <sup>-7</sup> ...10 <sup>-4</sup> А. Живлення 6...127, 220 В.
Дистанційний електромір з радіоактивним датчиком ДЭС	Напруженість електричного поля до 3...10 <sup>6</sup> В. Живлення 220 В. Вибухозахищене виконання.

### 17.3. Нейтралізація зарядів і технічні дані нейтралізаторів статичної електрики

Одним з ефективних методів захисту від статичної електрики є іонізація повітря. У місцях великого скупчення зарядів статичної електрики застосовують іонізатори (нейтралізатори) двох типів: індукційні і високовольтні.

Індукційні нейтралізатори дуже прості і широко застосовуються. Вони бувають із голками, пилоподібні і дротяні. У першому випадку (рис. 17.5) металеві голки закріплені на стержні і заземлені. З рис. 17.5, в видно, що для нейтралізації рухомої наелектризованої стрічки застосовано заземлений сталевий провід. Недоліком цього нейтралізатора є те, що він діє коли потенціал наелектризованого тіла сягає декілька кіловольт.



На рис. 17.5, г показана схема нейтралізації зарядів індукційним нейтралізатором. Такі нейтралізатори особливо ефективні при високих потенціалах зарядженого тіла. Для збільшення ефективності доцільно зменшувати віддаль між кінчиками голок і нейтралізуючою поверхнею до 5...20 мм.

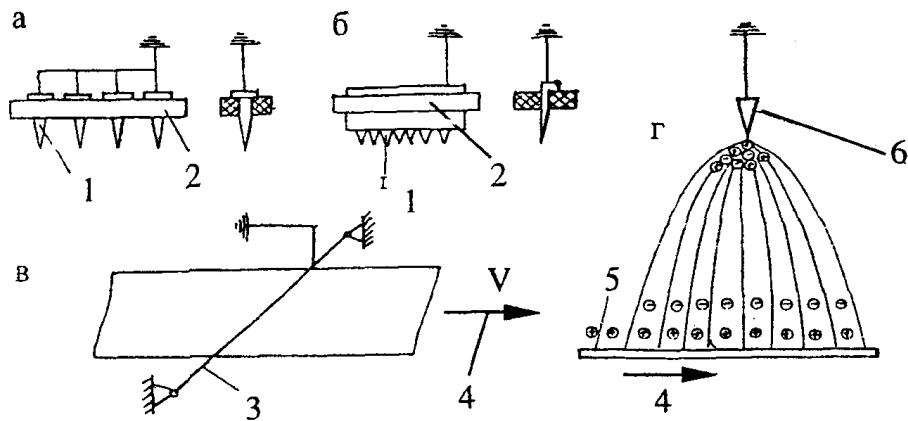


Рис. 17.5. Індуктивні нейтралізатори статичної електрики: а — з голками; б — пилоподібні; в — зі сталевим дротом; г — нейтралізація зарядів; 1 — голки; 2 — стержень; 3 — дріт-електрод; 4 — напрямок діелектрика; 5 — наелектризований діелектрик; 6 — зона ударної іонізації; 7 — розрядний електрод

Високовольтні нейтралізатори (рис. 17.6) застосовують, тоді коли максимальна віддаль між розрядним електродом і нейтралізуючим матеріалом може досягти 300 мм. Особливо доцільно застосовувати ці нейтралізатори, де не дотримується мікроклімат. Заборонено застосовувати високовольтні нейтралізатори на вибухонебезпечних об'єктах, оскільки для іонізації повітря використовується висока напруга.

Радіоактивні нейтралізатори мають вигляд плоских пластин (рис. 17.7) або малих дисків. Вони дуже прості за конструкцією, не вимагають джерела живлення, безпечні при використанні в пожежо- та вибухонебезпечних середовищах, широко застосовуються в хімічній, паперовій, текстильній, поліграфічній та інших галузях промисловості.

Для захисту від радіоактивного випромінювання, радіоактивну речовину покривають захисним покриттям зі спеціальної емалі або фольги. Основним недоліком радіоактивних нейт-

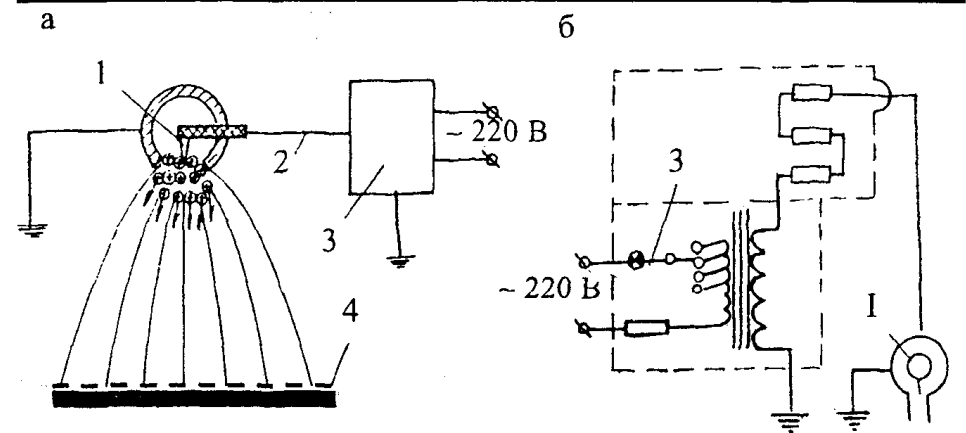


Рис. 17.6. Високовольтний нейтралізатор змінної напруги: а — нейтралізація зарядів; б — електрична схема; 1 — розрядний електрод; 2 — високовольтний кабель; 3 — високовольтне живлення; 4 — наелектризована поверхня.

ралізаторів є малий іонізаційний струм по відношенню до інших типів нейтралізаторів.

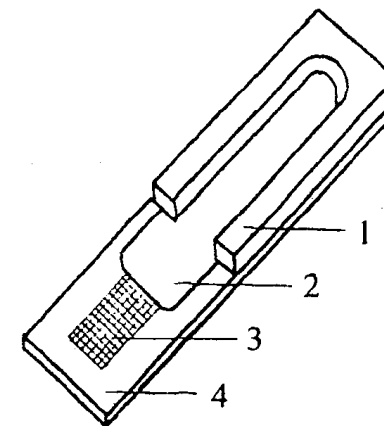


Рис. 17.7. Радіоактивний нейтралізатор (смуга): 1 — основа; 2 — радіоактивна сітка; 3 — захисна фольга; 4 — пластина, на якій закріплена фольга.

Найбільшого практичного інтересу заслуговують аеродинамічні нейтралізатори статичної електрики з використанням коронного розряду або радіоактивного випромінювання. Варіант конструктивного виконання аеродинамічного нейтралізатора статичної електрики показано на рис. 17.8. Нейтралізатор складається з металевого циліндра 1, патрубку 2, в який вставляється коронуючий пристрій. Коронуючим електродом є голка 3, яка закріплена в ізоляторі 4. Повітря під тиском подається в нейтралізатор через редуційний клапан, який зв'язаний з реле тиску, забезпечує вибухозахищеність аеродинамічного нейтралізатора зарядів статичної електрики.

Електрична схема аеродинамічного нейтралізатора (рис. 17.8) забезпечує автоматичне відключення ввідного вимикача за раптового зникнення напруги у мережі та не допускає самовільного вмикання за відновлення напруги.

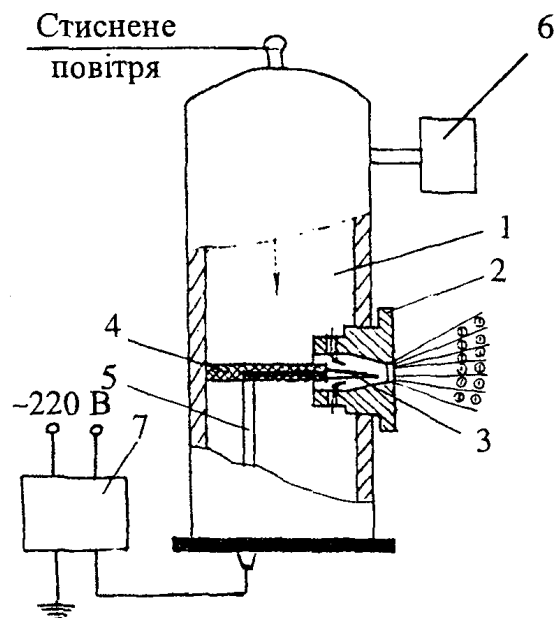


Рис. 17.8. Аеродинамічний нейтралізатор зарядів статичної електрики: 1 — циліндр; 2 — патрубок; 3 — голка; 4 — ізолятор; 5 — високовольтний кабель; 6 — реле тиску; 7 — високовольтне живлення.

В аеродинамічних нейтралізаторах можуть бути використані для іонізації радіоактивні елементи.

Для підвищення ефективності дії радіоактивних нейтралізаторів статичної електрики доцільно об'єднувати їх з іншими нейтралізаторами, які приведені в табл. 17.2.

Ефективність різних типів нейтралізаторів (рис. 17.9) за їх характеристиками показує залежність заряджаючого іонізаційного струму від величини потенціалу зарядженого тіла.

Таблиця 17.2  
Характеристика радіоактивних нейтралізаторів

Тип нейтралізатора	Принцип дії	Довжина робочої частини	Максимальний іонний струм А на 1 см довжини при $E = 200$ кВ/м
1	2	3	4
НІР-1	Радіоактивно-індукційний	140	$5 \cdot 10^{-5}$
НР-3	• випромінювання, еплутоній - 239	210	$1,2 \cdot 10^{-7}$
НІР-5	Радіоактивно-індукційний	350	$5 \cdot 10^{-5}$
НР-7	• випромінювання, плутоній - 239	800	$(0,6 \dots 0,9) \cdot 10^{-7}$
НР-8	• випромінювання, плутоній - 239	1000	$(0,3 \dots 0,6) \cdot 10^{-7}$
НР-10	-//-	1400	$(0,3 \dots 0,6) \cdot 10^{-7}$
НР-11	-//-	1600	$(0,3 \dots 0,6) \cdot 10^{-7}$
НР-13	-//-	1200	$(0,6 \dots 1,2) \cdot 10^{-7}$
НР-14	-//-	1800	$(0,6 \dots 1,2) \cdot 10^{-7}$
НСЕ 140АТ-1	-//-	140	$0,6 \cdot 10^{-7}$
НСЕ200А	-//-	200	$0,5 \cdot 10^{-7}$
НСЕ400А	-//-	400	$0,5 \cdot 10^{-7}$
НСЕ 1000	• випромінювання, прометій - 147	100	$(0,2 \dots 0,4) \cdot 10^{-7}$
Тритієві	• випромінювання, тритій		$(0,5 \dots 1,2) \cdot 10^{-7}$
ІН - 5	Коронний розряд	300	$1,5 \cdot 10^{-6}$

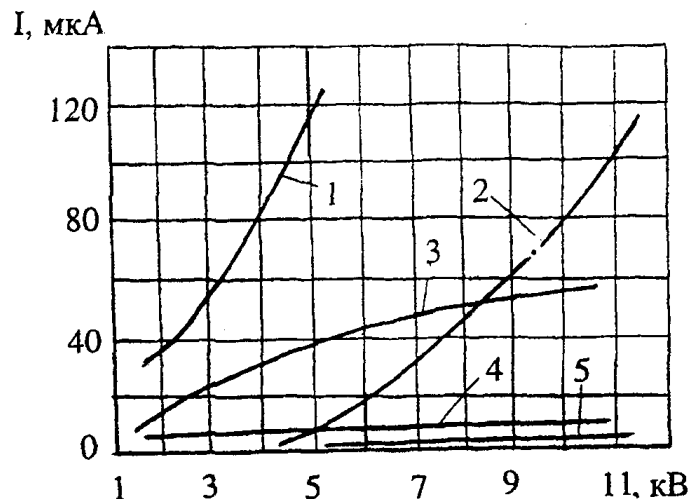


Рис. 17.9. Характеристики нейтралізаторів різних типів:  
 1 — нейтралізатор постійної напруги; 2 — нейтралізатор індукційний;  
 3 — нейтралізатор перемінної напруги; 4 — нейтралізатор високовольтний; 5 — нейтралізатор радіоактивний (випромінювання)

З графіків (рис. 17.9) видно, що найбільш ефективними є нейтралізатори постійної напруги, далі йдуть нейтралізатори перемінної напруги, індукційні, високовольтні і радіоактивні.

Можна використовувати і комбіновані нейтралізатори, наприклад, високовольтні і радіоактивні або радіоактивні і індукційні. Такі комбінації дозволяють покращити їх характеристики і збільшити ефективність.

#### 17.4. Заходи захисту від статичної електрики

На промислових підприємствах застосовують наступні заходи захисту від статичної електрики: заземлення виробничого обладнання, резервуарів, трубопроводів і ін.; нейтралізація статичної електрики; регулювання швидкості взаємного переміщення речовини зі станом навколишнього повітря. Признаючи заземлення найефективнішим засобом боротьби зі статичною електрикою, не можна нехтувати й іншими заходами. Зокрема, в процесі роботи пасових передач у звичайних умовах заряди статичної електрики накопичуються на пасі і не можуть стікати в землю. Для цього використовують різні нейтралізатори — спеціальні пасти,

які підвищують електропровідність пасів. До них можна віднести пасти на основі гліцерину і сажі, рідкого рибацького клею.

Церазино-графітна паста наноситься тонким шаром на зворотний бік шліфувальної шкурки. В цьому разі брикет пасти протягом 30 с притискується до неї на холостому ході.

Натягом досягають зменшення просковзування у пасовій передачі. Регламентуються швидкості транспортування та витікання рідин, не допускається їх бурхливе переміщення, передбачається іонізація повітря.

## ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

### Розділ 18. Організація пожежної безпеки

#### 18.1. Пожежна охорона, пожежний нагляд та пожежна профілактика

Пожежі та вибухи спричиняють великі збитки державі, часто призводять до нещасних випадків з людськими жертвами. Тому боротьба з ними — це одночасно і заходи зберігання життя і здоров'я людини. Таким чином, пожежна безпека включає ряд завдань, що стоять перед охороною праці.

*Пожежна безпека* — стан об'єкта, при якому з установленною ймовірністю виключається можливість виникнення і поширення пожежі до дії на людей небезпечних факторів, а також забезпечення захисту матеріальних цінностей. Правовою основою діяльності в області пожежної безпеки є Конституція, 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 регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Згідно із Законом України “Про пожежну безпеку” забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій і підприємств. Це повинно бути відображено в договорах про працю (контрактах) і уставах підприємств, установ, організацій. Відповідальним за забезпечення пожежної безпеки є керівник підприємства, установи, організації і призначена ним особа, якщо інше не передбачено відповідним договором.

*Мета пожежної охорони* — захист життя і здоров'я громадян, приватної, колективної і державної власності від пожеж, підтримання належного рівня 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 і надання допомоги в ліквідуванні наслідків аварій, катастроф і стихійного лиха.

Пожежна безпека поділяється на державну, відомчу, сільську і добровільну.

*Державна пожежна охорона* формується на базі воєнізованої і професійної пожежної охорони органів внутрішніх справ України. Вона створюється в містах, інших населених пунктах, на промислових та інших підприємствах незалежно від форм власності.

Державна пожежна охорона згідно з її Положенням складається із Головного управління Державної пожежної охорони (ГУДПО), Міністерства внутрішніх справ, управлінь або відділів у Криму, областях, містах, Києві і Севастополі, відділів, відділень, загонів і пожежних частин, допоміжних служб, пожежно-технічних закладів і науково-дослідних установ.

*Відомча пожежна охорона* (пожежно-охоронна) створюється на об'єктах міністерств інших центральних органів державної виконавчої влади, перелік яких визначається Кабінетом Міністрів (наприклад, Міноборони, Мінлісгосп та ін.). Вона здійснює свою діяльність згідно з положенням, погодженим з Міністерством внутрішніх справ.

*Сільська пожежна охорона* (СПО) створюється в сільських населених пунктах, де немає підрозділів державної пожежної охорони, органами місцевої державної адміністрації відповідно до Положення про цю службу.

*Добровільна пожежна охорона* (ДПО) може створюватися на підприємствах, в організаціях для здійснення заходів щодо запобігання пожеж та організації їх гасіння робітниками, службовцями, інженерно-технічними працівниками та іншими громадянами згідно з Положенням про ДПО.

Контроль за діяльністю відомчої, сільської і добровільної пожежної охорони здійснюють міністерства та інші центральні і місцеві органи державної виконавчої влади, керівники підприємств, установ і організацій, органи державної пожежної охорони.

*Державний пожежний нагляд* (Держпожнагляд) за станом пожежної безпеки в населених пунктах і на об'єктах незалежно від форм власності здійснюється відповідно до діючого законодавства державною пожежною охороною. Посадові особи Держпожнагляду є державними інспекторами з пожежної охорони і діють згідно з “Положенням про Державну пожежну охорону”.

За порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки, створення перепон для діяльності посадових осіб органів Держпожнадзора, невиконання їх приписів, винні в цьому посадові особи, інші працівники підприємств, установ, організацій і громадяни притягуються до відповідальності — сплати штрафів. Розміри і порядок стягнення штрафів визначається діючим законодавством України.

Підприємства, установи, організації і громадяни зобов'язані відшкодовувати збитки, заподіяні внаслідок порушення ними протипожежних вимог відповідно до діючого законодавства.

## 18.2. Пожежна профілактика

Чітке виконання встановленого протипожежного режиму гарантує безпечну експлуатацію промислових підприємств, окремих будівель, споруд, виробничих установок, машин, приладів та апаратів. Цей режим ґрунтується на заздалегідь розроблених правилах та інструкціях, які відповідають умовам роботи виробничого устаткування і технологічному процесу підприємства. Тому всім, хто працює на даному підприємстві, необхідно добре знати, насамперед, технологічний процес виробництва і причини відхилення від нормальних умов роботи устаткування.

Введення на підприємстві суворого протипожежного режиму має на меті запобігти виникненню пожеж на робочих місцях, де ведуться вогневі роботи, використовують відкритий вогонь, вмикають електронагрівальні прилади або виконують інші небезпечні технологічні процеси.

Протипожежні інструкції (правила) розроблені для цехів, майстерень і опоряджувальних дільниць, в яких визначено ступінь пожежної небезпеки в них.

В інструкціях (правилах) з пожежної безпеки в кладових опоряджувальних дільниць повинно бути чітко зазначено допустиму норму завантаження їх товаро-матеріальними цінностями і порядок їх зберігання. На складі, де зберігаються паливо і мастильні матеріали, має бути вивішена інструкція, а в ній зазначено допустиму кількість кожного виду палива і мастильних матеріалів не тільки в кілограмах, але й у кількості бочок, бідонів та ін.

Інструкції (правила) пожежної безпеки, що стосуються цілого об'єкта, повинні бути вивішені на його території на видних

місцях в цехах і відділах, а цехові — у тих цехах (відділах), складах, опоряджувальних дільницях, до яких їх безпосередньо віднесено.

Наказом керівника на кожному підприємстві встановлюється такий порядок, при якому всі робітники і службовці (в тому числі й тимчасові) в період оформлення на роботу зобов'язані пройти первинний протипожежний інструктаж. Особи, які не пройшли цього інструктажу, до роботи не допускаються.

Начальники цехів, опоряджувальних дільниць (майстерень, складів тощо) або особи, відповідальні за пожежну безпеку, перш ніж допустити до роботи новоприйнятого працівника, зобов'язані впевнитись у тому, що він пройшов первинний протипожежний інструктаж.

Інструктаж робітників і службовців проводиться у вигляді групової або індивідуальної бесіди. При цьому бажано розповісти слухачам про найхарактерніші причини виникнення пожеж і про заходи їх запобігання. При інструктажах бажано якомога ширше використовувати навчальні експонати, фотознімки, альбоми і схеми.

Крім проведених протипожежних інструктажів, на всіх пожежо — та вибухонебезпечних виробництвах з метою підвищення загальних технічних знань і засвоєння робітниками і службовцями спеціальних правил пожежної безпеки, специфічних для даного виробництва, слід організовувати і проводити пожежно-технічні мінімуми.

### 19.1. Загальні відомості про горіння і пожежну небезпеку

Для виникнення і протікання процесів горіння необхідна горюча речовина, окислювач в кількості, достатній для підтримки горіння, та джерело запалювання. Під горючим розуміють всяку тверду, рідинну або газоподібну речовину, здатну окислюватись з виділенням тепла і випромінюванням світла. Окислювачами, крім кисню, можуть бути: хлор, фтор, сірка і кисневмісні рідини, які при нагріванні або ударі в природних умовах розпадаються з виділенням кисню. Джерелом запалювання вважається всяка дія на горючу речовину і окислювач, яка може викликати горіння. Джерела запалювання поділяють на відкриті (що світяться) — полум'я, іскра, розжарені предмети, і заховані (що не світяться) — тепло хімічних реакцій, адсорбція, мікробіологічні процеси, тертя тощо.

**Горіння** — це окисний процес, який виникає при контакті горючої речовини, окислювача (звичайно, кисень повітря) і джерела запалювання. Горіння не виникає, якщо відсутня хоча б одна з цих умов. Тому вся система попередження пожеж заснована на тому, щоб не допустити одночасної взаємодії названих умов. Горіння може виникати в різних формах:

*загорання* — горіння під дією джерела запалювання; *спалах* — швидке згорання горючої суміші, яке не супроводжується утворенням стиснутих газів;

*самозагорання* — різке підвищення швидкості екзотермічних реакцій, що призводить до горіння речовин (матеріалу, суміші);

*запалення* — загорання, що супроводжується появою полум'я;

*самозаймання* — самозагорання, що супроводжується появою полум'я;

*вибух* — швидке перетворення речовин (вибухове горіння), яке супроводжується виділенням енергії і утворенням стиснутих газів, спроможних виконувати роботу.

Схильність речовини і матеріалів до загорання визначається також температурою займання і самозаймання. Температура займання — найменша температура речовини, при якій вона виділяє горючу пару і гази з такою швидкістю, що після займання їх від джерела запалювання виникає стійке горіння. Під

температурою самозаймання розуміють найнижчу температуру речовини, матеріалу, суміші, при якій виникає різке підвищення швидкості екзотермічних реакцій, і закінчуються горінням з полум'ям. Самозаймання можливе тільки в тому випадку, коли кількість тепла, що виділяється при окисленні, перевищує віддачу тепла в навколишнє середовище. Проміжок часу, протягом якого виникає окислення до загорання, називають періодом індукції або періодом запізнення самозаймання.

Процес самозапалення, залежно від причини, буває хімічним, мікробіологічним і тепловим. Хімічне самозапалення виникає внаслідок дії на речовину кисню, повітря, води, а також при взаємодії речовин.

Наприклад, самозапалюється промаслене ганчір'я, клоччя через окислення масел киснем повітря з виділенням теплоти. Під дією води на лужні метали займається водень, який при цьому утворюється. Займаються горючі речовини під дією окислювачів.

Мікробіологічне самозапалювання виникає внаслідок дії термофільних мікроорганізмів (наприклад, у вологому торфі, матеріалах рослинного походження). Теплове самозапалювання виникає внаслідок самонагрівання, яке зумовлюється процесами окислення, розкладу і зовнішнього нагрівання.

Залежно від стану горючої системи і швидкості реакції горюча речовина плюс окислювач розрізняють два види горіння: повне, — при достатній кількості окислювача, і неповне — при нестачі окислювача. При неповному горінні утворюються горючі і токсичні продукти (окис вуглецю та ін.). Горючі системи можуть бути хімічно однорідними та неоднорідними. До хімічно однорідних належать системи, де горюча речовина й повітря рівномірно перемішані; до хімічно неоднорідних систем, в яких горюча речовина і повітря не перемішані і мають межі поділу. При цьому кисень повітря дифундує через продукти згорання до горючої речовини. Дифузне горіння залежить від швидкості дифузії кисню в зону реакції. Полум'я, яке при цьому утворюється, також називають дифузним.

При горінні однорідних горючих сумішей виникає кінетичне горіння, швидкість якого залежить лише від швидкості передавання теплової енергії в суміші. Воно досягає сотень метрів на секунду і супроводжується вибухом.

Вибухова спроможність сумішей горючих газів, пари або пилу з повітрям зберігається лише у визначених інтервалах спів-

відношень їх компонентів — так званих концентраційних меж запалювання. Концентрація речовини у повітрі, нижче якої загорання не виникає, називається нижньою межею, а вище якої суміш вже не запалюється — верхньою межею запалювання. Проміжок між верхньою і нижньою межею зветься областю запалювання. При місткості пари, газів або пилу в повітрі, менше нижньої межі, горіння не виникне через недостатню кількість горючого матеріалу. Якщо концентрація горючої речовини перевищує верхню межу, то неможливість горіння зумовлюється нестатком окислювача, необхідного для забезпечення процесу горіння. Найбільшу небезпеку становить така концентрація вибухонебезпечної речовини в повітрі, при якій весь кисень, що міститься в цьому об'ємі, бере участь у вибуху. Така концентрація називається максимальною.

Мінімальна місткість палива в середовищі, при якому можливий вибух, називається нижньою межею вибуху і визначається за формулою:

$$HM = \frac{100}{4,76(N-1)+4} \%.$$

Максимальна місткість палива в середовищі, при якому можливий вибух, називається верхньою межею вибуху і визначається за формулою:

$$VM = \frac{4 \cdot 100}{4,76N+4} \%$$

де  $N$  — кількість кисню, який потрібно для повного згорання речовини.

Значення величин  $HM$  і  $VM$  мають велике значення при рішенні деяких питань пожежобезпечності. Значення  $HM$  і  $VM$ , %, дорівнює: для ацетону — 2,5 і 12,8; бензину — 0,76 і 5,4; водню — 4 і 74,2; нафти — 1,1 і 7; метилового спирту — 6,72 і 36,5; етилового спирту — 4,0 і 19,0; етилового ефіру — 1,7 і 26,0.

Наявність у вибухонебезпечній суміші флегматизаторів робить суміш нездатною до поширення полум'я при будь-якому співвідношенні палива і окислювача. Флегматизаторами є такі гази, як азот, діоксид вуглецю, пари води тощо.

Ступінь пожежо- та вибухонебезпечності горючих газів визначається також концентраційними межами поширення полум'я.

Нижня концентраційна межа поширення полум'я — це мінімальний вміст палива в середовищі, при якому можливе поши-

рення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалення.

Верхня концентраційна межа визначається максимальним вмістом палива в середовищі, вище якого суміш стає нездатною до поширення полум'я. В середині цих меж суміш спалима, а поза ними — суміш, яка горіти не може.

Розрізняють також температурні межі поширення полум'я — такі температури речовини, за яких насичені пари утворюють в окислювальному середовищі концентрації, рівні відповідно нижній (нижня температурна межа) та верхній (верхня температурна межа) концентраційним межам поширення полум'я. Верхня межа знижується при введенні інертного газу. Інші домішки по-різному впливають на швидкість поширення полум'я.

Основними параметрами пожежі при лінійному поширенні є його швидкість і площа.

Середня лінійна швидкість визначається за формулою:

$$v_L = \frac{L_2 - L_1}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{\Delta L}{\Delta \tau},$$

де  $L_1$  — віддаль від джерела вогню в мить часу  $\tau_1$ ;

$L_2$  — віддаль від джерела вогню в мить часу  $\tau_2$ .

Середня швидкість поширення пожежі на площі визначається за формулою:

$$v_F = \frac{F_2 - F_1}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{\Delta F}{\Delta \tau}.$$

де  $F_2$  і  $F_1$  — відповідно площі поверхонь горіння в мить часу  $\tau_1$  і  $\tau_2$ .

Наприклад, при горінні рідин,  $v = 30$  м/хв. За одну хвилину вогонь може охопити площу в декілька тисяч квадратних метрів. Гасіння такої пожежі вимагає значних зусиль та засобів.

Значну пожежо- та вибухонебезпечку складають суміші пилу з повітрям (аерозоль). Пил, котрий складається з найдрібніших частинок спалимих речовин, при перебуванні його у зваженому стані в межах від нижньої до верхньої концентраційних меж — вибухонебезпечний. Залежно від значення нижньої межі запалювання, пил поділяється на вибухо- та пожежонебезпечний. При значеннях нижньої концентраційної межі запалювання до  $65$  г/м<sup>3</sup> пил є вибухонебезпечним, а при значенні нижньої концентраційної межі запалювання понад  $65$  г/м<sup>3</sup> пил є пожежонебезпечним.

Для аерозолей також є НМ і ВМ вибухонебезпечні, вони досить великі. Так, НМ для торф'яного пилу дорівнює 17,6; вугільного — 11,4; ебонітового — 7,6 г/см<sup>3</sup>.

Спалимий пил, що знаходиться у зваженому стані, характеризується такими показниками пожежо- та вибухонебезпеки: нижньою концентраційною межею поширення полум'я, мінімальною енергією запалювання, максимальним тиском вибуху, швидкістю наростання тиску при вибуху, мінімальним вибухонебезпечним вмістом кисню. Для пилу, який знаходиться в осаді, встановлені такі показники: температура займання, температура самозаймання, температура самонагрівання, температура тління, температурні умови теплового самозаймання, мінімальна енергія займання, здатність горіти і вибухати при взаємодії з водою, киснем повітря, з іншими речовинами.

Для кожної спалимої суміші існує мінімальна потужність іскри, від котрої вона може займатися.

Будь-яка з перелічених вище форм горіння може призвести до пожежі.

**Пожежа** — неконтрольоване горіння зовні спеціального вогнища, що причиняє збиток (моральний, матеріальний). Своєчасна ліквідація такого горіння, якщо воно не спричинило збитку, прийнято називати займанням або відвернутою пожежею. Небезпечний фактор пожежі — фактор пожежі, дія якого призводить до травми, отруєння або загибелі людини, а також до матеріальних збитків. Пожежонебезпечними називають такі матеріали і речовини, які спричинюють пожежу.

Небезпечними факторами пожежі є відкритий вогонь та іскри, підвищена температура повітря, предметів, токсичні продукти горіння, дим, знижена концентрація кисню, завалені і пошкоджені будови, спорудження, установки, вибух.

**Пожежна небезпечність** — можливість виникнення і (або) розвитку пожежі, що міститься в будь-якій речовині, стані або процесі.

Пожежна небезпечність об'єкта — його стан, що містить в собі можливість виникнення пожежі і її наслідків.

## 19.2. Характеристика виробництв та протипожежні вимоги до будівель та споруд

Згідно з вимогами БНіП 2.09.02–85 “Виробничі споруди”, а також відповідно до вимог ОНТП 24–86 пожежо- та вибухопожежна безпека виробництв, будівель та споруд оцінюється з врахуванням пожежо- та вибухонебезпечних властивостей та кількості речовин та матеріалів, що там знаходяться. Приміщення поділяються на категорії А, Б, В, Г, Д.

**Категорія А.** Горючі гази, легкозаймісті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини та матеріали здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.

**Категорія Б.** Горючий пил або волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху більше 28 °С та горючі рідини в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

**Категорія В.** Легкозаймісті, спалімі та важкоспалімі рідини, тверді спалімі та важкоспалімі речовини та матеріали, речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним лише горіти за умови, що приміщення, в котрих вони знаходяться, або використовуються, не відносяться до категорій А та Б.

**Категорія Г.** Неспалімі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки котрих супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я, горючі гази, рідини, тверді речовини, котрі спалюються або утилізуються як паливо.

**Категорія Д.** Неспалімі речовини та матеріали в холодному стані.

Згідно з категоріями приміщень визначаються вимоги до конструктивних та планувальних рішень будівель, споруд, приміщень та до їх вогнестійкості.



Категорії приміщень та будівель за вибухо- та пожежною небезпекою на стадії проектування визначають розробники технологічного процесу згідно з нормами технологічного проектування ОНТП-24-86 та відомчими нормами технологічного проектування. Для діючих підприємств категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою можуть визначатися технологами самих підприємств, організаціями, що мають відповідних фахівців та дозвіл (ліцензію) органів державного пожежного нагляду.

Згідно з БНіП 2.01.02-85 будівельні матеріали за горючістю поділяються на три групи: негорючі (неспалимі), важкогорючі (важко-спалимі) та горючі (спалимі).

**Спалюваність** — це здатність речовини або матеріалу до горіння. За спалюваністю речовини і матеріали поділяються на три групи.

**Неспалимі** — речовини і матеріали, які нездатні до горіння у повітрі. Це неорганічні матеріали, метали, гіпсові конструкції та ін.

**Важко спалимі** — речовини і матеріали, які горять від джерела запалювання, але нездатні самостійно горіти після його видалення. Це матеріали, які містять як спалимі, так і неспалимі складові частини.

**Спалимі** — речовини і матеріали, здатні самозайматися, а також займатися від джерел запалювання і самостійно горіти після його віддалення. До них належать всі органічні матеріали.

**Температура спалаху** — найнижча температура горючої речовини, при якій над поверхнею речовини утворюються пари або газу, здатні спалахнути від джерела запалювання, але швидкість їх утворення ще недостатня для стійкого горіння.

За температурою спалаху розрізняють:

- легкозаймисті рідини (ЛЗР) — рідини, які мають температуру спалаху, що не перевищує 61 °С (у закритому тиглі), і здатність самостійно горіти після віддалення джерела запалювання;
- спалимі рідини (СР) — рідини, котрі мають температуру спалаху понад 61 °С (у закритому тиглі), і здатні самостійно горіти після видалення джерела запалювання.

**Займання** — початок горіння під дією джерела запалювання. Температура займання — найменша температура речовини, при якій вона виділяє горючі пари і газу з такою швидкістю, що після їх запалення виникає стійке горіння.

На розвиток пожежі у приміщеннях та спорудах значно впливає здатність окремих будівельних елементів чинити опір

впливу теплоти, тобто їх вогнестійкість.

**Вогнестійкість** — здатність будівельних елементів та конструкцій зберігати несучу спроможність, а також чинити опір нагріванню до критичної температури, утворенню наскрізних тріщин та поширенню вогню. Вогнестійкість конструкцій та елементів будівель характеризується межею вогнестійкості.

**Межа вогнестійкості** — це час (у годинах) від початку вогневого стандартного випробування зразків до виникнення одного з граничних станів елементів та конструкцій (втрата несучої та теплоізолюючої спроможності, щільності).

Межа вогнестійкості будівельної конструкції — це період часу (в годинах) від початку випробування її дією вогню або високою температурою до появи однієї з наступних ознак: виникнення в конструкції наскрізних тріщин; підвищення температури на необігріваній поверхні конструкції в середньому більше ніж на 140 °С або в будь-якій точці цієї поверхні більше, ніж на 180 °С порівняно з температурою конструкції до випробування; втрати конструкцією несучої спроможності.

**Межа поширення вогню** — максимальний розмір пошкодження, см, яким вважається обуглення або вигорання матеріалу, що визначається візуально, а також оплавленням термопластичних матеріалів.

Будинок може належати до того чи іншого ступеня вогнестійкості, якщо значення меж вогнестійкості і меж поширення вогню усіх конструкцій не перевищує значень вимог БНіП 2.01.02-85.

### 19.3. Характеристика пожежо- та вибухонебезпечних приміщень

Головним заходом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний вибір і експлуатація обладнання у вибухо- та пожежонебезпечних приміщеннях. Згідно з ПУЕ приміщення поділяються на вибухонебезпечні (В-І, В-Іа, В-Іб, В-Іг, В-ІІ, В-ІІа) і пожежонебезпечні (П-І, П-ІІ, П-ІІа, П-ІІІ) зони.

Вибухонебезпечна зона — це простір, в якому є або можуть з'явитися вибухонебезпечні суміші.

Клас В-І — зони приміщень, в котрих виділяються горючі газу і пари такої кількості і з такими властивостями, що можуть створювати з повітрям або іншими окислювачами вибухонебезпечні суміші при нормальних нетривалих режимах роботи.

Клас В-Ia — зони приміщень, в котрих вибухонебезпечна концентрація газів і пари можлива лише внаслідок аварії або несправності.

Клас В-Iб — ті ж самі зони, що й класу В-Ia, але мають наступні особливості:

- горючі гази мають високу нижню концентраційну межу запалення (15 % і більше) та різкий запах;
- при аварії в цих зонах можливе утворення лише місцевої вибухонебезпечної концентрації, яка поширюється на об'єм, не більший 5% загального об'єму приміщення (зони);
- горючі гази і рідини використовуються у невеликих кількостях без застосування відкритого полум'я, у витяжних шафах або під витяжними зонтами.

Згідно з ПУБ, якщо об'єм вибухонебезпечної суміші перевищує 5 % вільного об'єму приміщення, то все приміщення належить до відповідного класу вибухонебезпечності. Якщо об'єм вибухонебезпечної суміші дорівнює або менший 5% вільного об'єму приміщення, то вибухонебезпечною вважається зона приміщення в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від технологічного апарата, від якого можливе виділення горючих газів або пари ЛЗР. Приміщення за межами вибухонебезпечної зони вважається вибухонебезпечним, якщо немає інших факторів, які утворюють вибухонебезпечність.

Клас В-I — зовнішні установки, які містять вибухонебезпечні гази, пари, рідини, при цьому вибухонебезпечна концентрація може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності.

Клас В-II — зони приміщень, де можливе утворення вибухонебезпечних концентрацій пилу або волокон з повітрям або іншим окислювачем при нормальних, нетривалих режимах роботи.

Клас В-IIa — зони, аналогічні зонам класу В-II, де вибухонебезпечна концентрація пилу і волокон може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності.

Пожежонебезпечна зона — це простір, де можуть знаходитися горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при можливих його порушеннях.

Клас П-I — зони приміщень, в котрих застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху вище 61 °С.

Клас П-II — зони приміщень, де виділяється горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею запалення понад 65 г/м<sup>3</sup> об'єму повітря, або вибухонебезпечної пилу, вміст

котрого в повітрі приміщень не досягає вибухонебезпечних концентрацій.

Клас П-IIa — зони приміщень, в котрих є тверді або волокнисті горючі речовини. Горючий пил і волокна не виділяються.

Клас П-III — зовнішні установки, де застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху пари понад 61%, а також тверді горючі речовини.

Клас зони визначають технологи спільно з електриками проектною або експлуатаційною організацією, виходячи з характеристики навколишнього середовища.

Згідно з ПУЕ, в пожежонебезпечних зонах використовується електрообладнання закритого типу, внутрішній простір котрого відділений від зовнішнього середовища оболонкою. Апаратуру управління і захисту, світильники рекомендується застосовувати в пілонепроникному виконанні. Вся електропроводка повинна мати надійну ізоляцію.

У вибухонебезпечних зонах та в зовнішніх установках слід використовувати вибухозахищене обладнання, виготовлене згідно з ГОСТ 12.2.020-76 "Електрообладнання вибухозахищене".

#### 19.4. Основні вимоги до електрообладнання у вибухонебезпечних приміщеннях

Для запобігання вибухів та пожеж від короткого замикання, перенавантаження електрообладнання, що експлуатується на підприємстві, важливе значення має вибір, монтаж і дотримання режиму експлуатації електричних мереж, машин, апаратів, а також електричних засобів автоматизації та зв'язку.

Основною умовою пожежо- та вибухобезпеки на підприємствах є усунення можливих причин загорання. Джерелами загорання можуть бути:

- необережне поводження з відкритим полум'ям і нагрівальними приладами, паління в недозволених місцях;
- несправність електрообладнання і неправильна його експлуатація;
- несправність систем опалення та порушення правил користування ними;
- невірне зберігання паливо-мастильних матеріалів (ПММ), само-займання горючих речовин;
- іскри удару і тертя деталей машин і обладнання;

- розряди блискавок, статичної електрики.

Найчастіше пожежі та вибухи на підприємствах виникають внаслідок порушення правил безпеки при застосуванні відкритого полум'я.

Відповідальність за заходи пожежної безпеки при проведенні зварювальних та інших вогневих робіт покладається на керівників робіт, дільниць, цехів, підприємств.

Місця для проведення вогневих робіт можуть бути постійними і тимчасовими. Постійні місця визначаються наказом керівника підприємства, а тимчасові — письмовим дозволом керівника підрозділу.

Виконавці робіт (електрозварювальники, газозварювальники, газорізальники, паяльники, бензорізальники та ін.) повинні бути проінструктовані про заходи пожежної безпеки відповідальними особами.

Місця проведення вогневих робіт повинні бути вільними від горючих матеріалів у радіусі не менше 5 м. Для газового зварювання застосовують такі речовини, як ацетилен, метан, пари бензину та гасу, що збільшує небезпеку пожежі та вибуху. Карбід кальцію слід зберігати на стелажах у закритих барабанах у сухому добре провітрюваному наземному приміщенні. Нижня полиця стелажа повинна розташовуватися на висоті 20 см від підлоги, щоб запобігти затопленню карбіду кальцію водою.

Перед проведенням тимчасових вогневих робіт розробляються заходи пожежної безпеки, сповіщається пожежна охорона, призначаються особи, відповідальні за забезпечення пожежної безпеки і після цього видається письмовий дозвіл на проведення робіт. Такий дозвіл дається на одну зміну. Після закінчення вогневих робіт зварник зобов'язаний оглянути місце роботи, полити водою спалені місця. Через 3...5 годин місце роботи слід перевірити.

Перед зварюванням ємності, в котрих зберігалося рідке пальне, горючі гази, слід очистити, промити гарячою водою з каустичною содою, пропарити, просушити, провентилувати, зробити аналіз повітря. При зварюванні локи та пробки повинні бути відкритими.

Пожежі через виникнення коротких замикань, перевантаження електродвигунів, освітлювальних та силових мереж внаслідок великих місцевих опорів, внаслідок роботи несправних або залишених без нагляду електронагрівальних приладів складають більше 25% всіх випадків. Короткі замикання виникають

внаслідок неправильного влаштування або експлуатації електроустановок, старіння або пошкодження ізоляції.

Струм короткого замикання залежить від потужності джерела струму, відстані від джерела струму до місця замикання та виду замикання.

Великі струми замикання викликають іскріння та нагрівання струмопровідних частин до високої температури, що супроводжується займанням ізоляції провідників та спалимих будівельних конструкцій, котрі знаходяться поряд. Струмові перевантаження виникають при ввімкненні до мережі додаткових споживачів струму або при зниженні напруги в мережі. Тривале перевантаження призводить до нагрівання провідників, що може викликати їх займання.

Температура провідника, що нагрівається при короткому замиканні, визначається за формулою:

$$t = t_H + I_{K.3}^2 R \tau / Cm$$

де  $t_H$  — початкова температура провідника, °С;

$I_{K.3}$  — сила струму короткого замикання, А;

$R$  — опір провідника, Ом;

$\tau$  — час короткого замикання, с;

$C$  — теплоємність провідника, Дж/кг °С;

$m$  — маса провідника, кг.

Вибір конструкції електроустановок, а також матеріалів, з котрих вони виготовлені, вибір перетину та ізоляції провідників та кабелів залежить від ступеня пожежонебезпеки навколишнього середовища, режиму роботи електроустановок та можливих перевантажень.

Найбільш пожежонебезпечними є світильники з лампами розжарювання, оскільки температура на поверхні колб може сягати 500 °С. У пожежонебезпечних приміщеннях допускається застосування світильників лише в закритому виконанні; скляні ковпаки переносних світильників повинні бути закриті металевою сіткою. Світильники не можна розташовувати біля спалимих конструкцій та горючих речовин.

Арматура світильників повинна бути міцною та надійною. Стан світильників та електромереж повинен систематично перевірятися.

Пускову апаратуру, магнітні пускачі для класів В–І та В–ІІ необхідно виносити за межі вибухонебезпечних приміщень з дистанційним керуванням. Проводи у вибухонебезпечних приміщеннях мають прокладатися у сталевих трубах. Може використовуватися броньованій кабель.

Світильники для класів В–І, В–ІІ, В–ІІа повинні бути вибухозахищеними.

Світильники необхідно періодично чистити від пилу та забруднень, а лампи, що перегоріли, слід замінювати.

Пожежна небезпека вентиляційних установок, що видаляють з приміщень суміш пари або газу з повітрям, зумовлена тим, що з них можуть утворюватись вибухонебезпечні суміші. За певних умов у вентиляційних установках може також виникнути джерело горіння, здатне запалити горючі речовини або вибухонебезпечну суміш. Таким джерелом цілком можуть стати: горіння елементів електродвигунів, установлених у вентиляційних камерах; іскріння від ударів лопатей ротора об кожух двигуна в разі їх поломки або деформації; виділення тепла в результаті взаємодії різних хімічних елементів (електротермічні реакції), що призводить до самозаймання; розряди статичної електрики. Запобігти цьому і гарантувати пожежну безпеку вентиляційних установок можна лише в тому разі, коли будуть усунені причини утворення в них вибухонебезпечних сумішей і виникнення джерел горіння.

Тип електродвигуна для приведення в рух вентиляційних установок вибирають залежно від того, в яких умовах ці установки працюють. Так, якщо вентилятори місцевих витяжних установок і установок аварійної вентиляції встановлено безпосередньо у вибухонебезпечних приміщеннях класів В–І, В–ІІ і В–ІІа, то електродвигуни для них повинні бути такого самого типу, як електродвигуни на технологічному устаткуванні, використовуваному в цьому приміщенні; для вентиляторів, установлених у пожежо-небезпечних приміщеннях класів П–І, П–ІІ, електродвигуни повинні мати закриті виконання, а в приміщеннях класу П–ІІа — захищене виконання; у приміщеннях класу П–І, де застосовують горючі рідини, вибирають електродвигуни закритого виконання, якщо при цьому не пошкоджуватиметься їх ізоляція.

## 19.5. Протипожежні перепони

При проектуванні і будівництві промислових підприємств передбачаються заходи, які запобігають поширенню вогню по будинку шляхом:

- поділу будинків протипожежними перекриттями на пожежні відсіки;
- поділу будинків протипожежними перегородками на секції;
- влаштування протипожежних перешкод для обмеження поширення вогню по конструкціях, по горючих матеріалах (гребені, бортики, козирки, пояси та ін.);
- влаштування протипожежних дверей і воріт;
- влаштування протипожежних розривів між будинками.

*Протипожежна перешкода* — конструкція у вигляді стіни, перегородки, перекриття або об'ємний елемент будинку, призначені для запобігання поширенню пожежі у прилеглих до них приміщеннях протягом нормованого часу.

До протипожежних перешкод ставиться ряд вимог. Протипожежні стіни мають спиратися на фундаменти, фундаментні балки, встановлюватися на всю висоту будинку, перетинати всі поверхи і конструкції. Вони мають бути вище даху не менше як на 60 см, якщо хоч один з елементів горища виконаний з горючих матеріалів і на 30 см, якщо елементи горища виготовлені з важкоспалимих матеріалів (крім даху). Протипожежні стіни можуть не підніматися над дахом, якщо всі елементи горища, за винятком даху, виконані з негорючих матеріалів. У протипожежних стінах дозволяється прокладати вентиляційні і димові канали так, щоб у місцях їх розміщення межа вогнестійкості протипожежної стіни з кожного боку каналу була не менше 2,5 год.

Для розподілу будинків на протипожежні відсіки замість протипожежних стін допускаються протипожежні зони, які виконуються у вигляді вставки по всій ширині та висоті будинку. Вставка — це частина об'єму будинку, яка утворюється протипожежними стінами (мінімальна межа вогнестійкості — 0,75 год.). У межах зони не дозволяється зберігати горючі речовини (рис. 19.1).

На межах зони з пожежними відсіками передбачаються вертикальні діафрагми і дренчерні водянні завіси відповідно до БНІП 2.04.09–84. У межах зони ставлять пожежні сходи на дах, а в зовнішніх стінах зони — двері або ворота.

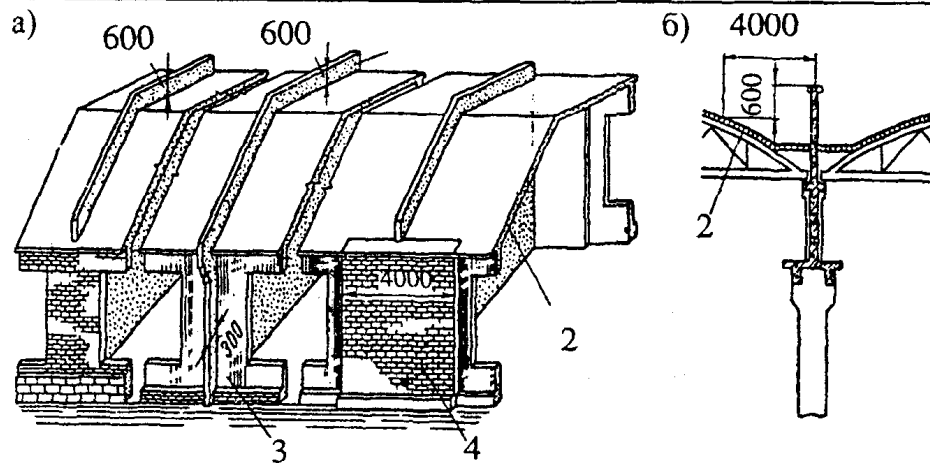


Рис. 19.1. Схема влаштування протипожежних стін:

а — поперечні у вузькій будівлі; б — поздовжній переріз будівлі; 1 — протипожежна стіна; 2 — спалні або важкоспалні перекриття; 3 — спалні або важкоспалні стіни; 4 — протипожежна зона

Водяні завіси обладнуються розбризувальними спринклерними або дренчерними головками. Площа змочування одною головкою становить 9...12 м<sup>2</sup>. Розхід води одною головкою визначають за формулою:

$$Q = K \cdot F \sqrt{2gH},$$

де  $K$  — коефіцієнт, що враховує розхід води головкою,  $K \sim 0,7...0,8$ ;

$F$  — площа поперечного перетину отвору головки, м<sup>2</sup>;

$g$  — прискорення земного тяжіння, м/с<sup>2</sup>;

$H$  — тиск води у трубопроводі, Па.

Труби, водяних завіс прокладають по стелі, до них кріплять головки. Тип головки залежить від системи установки (спринклерна чи дренчерна).

Не допускається встановлювати будь-які пристрої, які перешкоджають нормальному закриванню протипожежних та протидимних дверей, а також знімати пристрої для їх самозакривання.

Отвори у протипожежних стінах, перегородках та перекриттях повинні бути обладнані захисними пристроями (протипожежні двері, вогнезахисні двері, вогнезахисні клапани, водяні завіси тощо) проти поширення вогню та продуктів горіння.

У разі перетинання протипожежних перешкод (стін, перегородок, перекриттів, загороджувальних конструкцій) різними ко-

мунікаціями зазори (отвори), що утворилися між цими конструкціями та комунікаціями, повинні бути наглухо зашпаровані неспалним матеріалом, який забезпечує межу вогнестійкості та димогазонепроникнення, що вимагається будівельними нормами для цих перешкод.

При складанні генеральних планів підприємств, з точки зору пожежної безпеки, важливо забезпечувати відповідні віддалі від меж підприємств до інших підприємств і будинків. Протипожежні відстані між будинками мають виключати загоряння сусіднього будинку протягом часу, який необхідний для приведення у дію засобів пожежогасіння. Норми протипожежних відстаней між будинками та спорудами наведені в табл. 19.1.

Таблиця 19.1.

Протипожежні відстані між будинками та спорудами, м

Будинки і споруди	Ступінь вогнестійкості		
	Протистоячі будинки і споруди		
	I, II	III	IV, V
I, II	9 - при виробництвах категорій А, Б, В 6 - при наявності стаціонарних автоматичних систем пожежогасіння. Не нормується при виробництвах категорій Г і Д	9	12
III	9	12	15
IV, V	12	15	18

Ці відстані залежать від ступеня вогнестійкості будинків і споруд, а також пожежної небезпеки виробництв, які в них розташовані:

Для захисту конструкцій з металу, дерева, полімерів застосовують відповідні речовини (штукатурка, спеціальні фарби, лаки, обмазки тощо). Зниження горючості полімерних матеріалів досягається введенням у них наповнювачів, антипіренів, нанесенням вогнезахисних покриттів. Як наповнювачі застосовуються крейда, каолін, графіт, вермикуліт, перліт, керамзит. Антипірени захищають деревину і полімери. При нагріванні вони виділяють негорючі речовини, перешкоджають розкладу деревини і виділенню горючих газів.

Змішуючись з полімерами, вони утворюють однорідну суміш. Після просочування антипіренами дерев'яних конструкцій, тканин та інших горючих матеріалів повинен бути складений акт

про проведення роботи підрядною організацією. Після закінчення термінів дії просочування та у разі втрати або погіршення вогнезахисних властивостей обробку (просочування) треба повторити. Перевірку стану вогнезахисної обробки слід проводити не менше одного разу на рік зі складанням акта перевірки.

### 19.6. Евакуаційні виходи

При виникненні пожежі на початковій стадії виділяється тепло, токсичні продукти згоряння, можливі обвалення конструкцій. Тому слід враховувати необхідність евакуації людей у визначені терміни. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого люди можуть при необхідності залишити окремі приміщення і будинки загалом. Безпека евакуації досягається тоді, коли тривалість евакуації людей в окремих приміщеннях і будинку загалом не перевищує критичної тривалості пожежі, яка становить небезпеку для людей.

Однією з основних вимог пожежної безпеки є побудова в будівлях необхідної кількості виходів, виїздів для евакуації людей і матеріальних цінностей.

*Евакуаційними виходами* називають проходи, двері, ворота, перехідні балкони, внутрішні переходи.

Своєчасна евакуація людей із будівель і приміщень при виникненні пожежі є першочерговим завданням і його успішне здійснення має бути забезпечене під час проєктування і реконструкції будівель та споруд. Евакуаційні виходи повинні бути:

- з приміщення першого поверху — зовні безпосередньо через коридор, вестибюль на сходову клітку;
- з приміщень будь-якого поверху, крім першого, до коридору, що веде до сходової клітки (в тому числі через хол), при цьому сходові клітки повинні мати вихід зовні безпосередньо або через вестибюль, відділений від прилеглих коридорів перегородками з дверима;
- з приміщень до сусідніх приміщень (на тому самому поверсі), які забезпечені виходами, вказаними вище, за винятком спеціально зумовлених випадків.

Кількість евакуаційних виходів із будівель, приміщень і з кожного поверху приймають за розрахунком, але, як правило, не менше двох, які мають бути розосереджені. Із приміщень площею

300 м<sup>2</sup>, розташованих в підвалах і цокольних поверхах, при кількості працюючих не більше 5 чоловік допускається один вихід.

Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися в напрямі виходу (за винятком спеціально зумовлених випадків). Устрій дверей і турникетів, що обертаються (розсувні і підйомні), а також гвинтових східців на шляхах евакуації не дозволяється.

Максимальна віддаль  $L$  між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами з приміщення визначається за формулою:

$$L = 1,5 \cdot P,$$

де  $P$  — периметр приміщення, м.

Повинно бути не менше двох евакуаційних виходів. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівель (приміщень).

Допускається влаштування дверей з відчиненням усередину приміщення в разі одночасного перебування в ньому не більше 15 чоловік.

При наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатись лише на внутрішні запори, котрі легко відмикаються.

Мінімальна ширина шляхів евакуації — не менше 1 м, дверей — 0,8 м.

Віддаль від найвіддаленішої точки цеху або приміщення до евакуаційного виходу визначається згідно зі БНіП 2.09.02–85 залежно від ступеня вогнестійкості приміщення та кількості людей, що евакууються. Не допускається влаштовувати евакуаційні виходи через приміщення категорії А, Б та приміщення IV та V ступенів вогнестійкості.

### 19.7. Основні вимоги щодо сумісного зберігання речовин та матеріалів

Пожежо- та вибухонебезпечність виробництва визначається показниками пожежо- та вибухонебезпечності речовин і матеріалів та їх агрегатним станом. До таких показників належать: група горючості, температура спалаху, температура займання, температура самозаймання, нижня і верхня концентраційні межі запалення, умови теплового самозаймання та ін.

ГОСТ 12.1.004–91 встановлює порядок сумісного зберігання речовин та матеріалів. Вимоги щодо їх сумісного зберігання

сформульовані на підставі кількісного врахування показників пожежної безпеки, токсичності, а також однорідності засобів пожежогасіння.

Згідно з ГОСТ 12.1.004–91 за потенційною небезпекою викликати пожежу, підсилювати небезпечні фактори пожежі, отруювати навколишнє середовище (повітря, воду, ґрунт, флору, фауну тощо), впливати на людину через шкіру, слизові оболонки дихальних органів шляхом безпосередньої дії або на відстані, речовини та матеріали поділяються на розряди:

- безпечні;
- малонебезпечні;
- небезпечні;
- особливо небезпечні.

Залежно від того, до якого розряду відносяться речовини та матеріали, визначаються умови їх зберігання.

До безпечних відносяться негорючі речовини та матеріали в негорючій упаковці, які в умовах пожежі не виділяють небезпечних (горючих, отруйних, їдких) продуктів розкладу або окислення, не утворюють вибухових або пожежонебезпечних, отруйних, їдких, екзотермічних сумішей з іншими речовинами.

Безпечні речовини та матеріали зберігаються в приміщеннях або на майданчиках будь-якого типу.

До малонебезпечних відносять такі горючі й важкогорючі речовини та матеріали, які не відносяться до безпечних і на які не поширюються вимоги ГОСТ 19433–88. До малонебезпечних відносяться також негорючі речовини та матеріали у горючій упаковці.

Малонебезпечні речовини та матеріали дозволяється зберігати в приміщеннях усіх ступенів вогнестійкості (крім V).

До небезпечних відносять горючі та негорючі речовини і матеріали, що мають властивості, прояв яких може призвести до вибуху, пожежі, загибелі, травмування, отруєння, опромінення, захворювання людей та тварин, пошкодження споруд, транспортних засобів. Небезпечні властивості можуть проявлятися як за нормальних умов, так і за аварійних, як у речовин у чистому вигляді, так і в разі їх взаємодії з речовинами та матеріалами інших категорій, визначених у ГОСТ 19433–88.

Небезпечні речовини та матеріали слід зберігати у складах I і II ступенів вогнестійкості.

До особливо небезпечних відносяться такі небезпечні речовини та матеріали, які не сумісні з речовинами і матеріалами

однієї з ними категорії за ГОСТ 19433–88.

Особливо небезпечні речовини та матеріали необхідно зберігати у складах I та II ступенів вогнестійкості, розташованих переважно в окремих будівлях або в підземних сховищах, влаштованих припливно-витяжною вентиляцією і засобами пожежогасіння.

### 19.8. Зберігання, транспортування лакофарбових матеріалів та відходів виробництва

Лакофарбові матеріали, порошкові полімерні фарби, розчинники, розріджувачі, затверджувачі, напівфабрикати для полірувальних сумішей слід зберігати на складах, влаштованих в окремих будівлях (блоках, складських будинках) або в підземних сховищах (для розчинників), обладнаних примусовою вентиляцією і засобами пожежогасіння. Речовини, які взаємно між собою реагують, зберігають окремо. Кожна партія лакофарбових матеріалів, розчинників, розріджувачів, затверджувачів і напівфабрикатів, які надходять на склади, повинні мати сертифікат або аналітичний паспорт.

Для зберігання добового запасу лакофарбових матеріалів і розчинників при фарбопідготовчому відділенні влаштовують кладові, обладнані примусовою витяжною вентиляцією і засобами пожежогасіння.

Готові для використання лакофарбові матеріали потрібно доставляти на робочі місця по трубопроводах. Якщо за зміну витрачається не більше як 200 кг лакофарбових матеріалів одного найменування, їх дозволяється доставляти у щільно закритій тарі, що не б'ється. Після закінчення зміни всі невикористані лакофарбові матеріали, розчинники і розріджувачі необхідно повертати у фарбопідготовчі відділення або комору і зливати в закриту тару. Матеріали, непридатні для дальшого використання, видаляють і нейтралізують.

Тара, в якій зберігають лакофарбові матеріали (ґрунтовка, фарба, емаль, шпаклівка), розчинники, розріджувачі і напівфабрикати, повинна мати наклейки або бірки з точною назвою і позначенням матеріалів, що містяться в ній.

Очищати і мити тару, робочі місткості і лакофарбувальний інструмент дозволяється тільки у спеціально відведених місцях, забезпечених місцевою витяжною примусовою вентиляцією.

Використану тару з-під лакофарбових матеріалів, розчинників, розріджувачів, мастики, смоли, горючих відходів виробництва треба щільно закривати та зберігати у спеціальних кладових, обладнаних витяжною примусовою вентиляцією, або на спеціально виділених площадках за межами приміщень на безпечних відстанях від них.

Підйомно-транспортні пристрої, використовувані у фарбувальних цехах для переміщення тари та продукції, повинні відповідати вимогам відповідних пунктів “Правил влаштування електроустановок”.

Розлиті на підлогу лакофарбові матеріали і розчинники потрібно негайно прибирати за допомогою тирси і змивати водою.

Обтиральний матеріал, ганчірки, після вживання рекомендується складати тільки в металеві ящики з кришками і в кінці зміни виносити з цеху у спеціальні місця, відведені за вказівкою пожежної охорони.

Під час роботи в цеху повинна діяти механічна вентиляція. При виході з ладу вентиляційної системи всі роботи, пов'язані з нанесенням лакофарбових матеріалів, необхідно припинити і провітрити приміщення.

Побутові приміщення (гардеробні, душові, убиральні тощо) повинні відповідати вимогам норм проектування додаткових будівель і приміщень промислових підприємств. Зберігати вуличний і робочий одяг у виробничому приміщенні забороняється.

Стан повітряного середовища у приміщеннях опоряджувальних цехів слід контролювати не рідше одного разу протягом кварталу. Такий контроль також проводять тоді, коли на виробництві змінено технологічний процес або реконструйовано вентиляційні установки.

У приміщеннях опоряджувальних цехів (відділень) необхідно передбачати встановлення автоматичних сигналізаторів (типів СВК-3м, С22), які попереджували б про насичення повітря вибухонебезпечними концентраціями пари розчинників.

Робітників та ІТП допускати до самостійної роботи в цеху слід тільки після того, як вони пройдуть навчання, інструктажі і складуть заліки з правил безпеки праці і пожежної безпеки. Всі, хто працює в цеху, повинні знати:

- пожежонебезпечні властивості речовин, що входять до складу застосовуваних матеріалів, і характер їх дії на організм людини;

- інструкції про порядок виконання робіт та тримання робочого місця;
- інструкції з техніки безпеки, пожежної безпеки і виробничої санітарії;
- заходи подання першої допомоги;
- правила особистої гігієни;
- правила користування індивідуальними засобами захисту.

Працівники повинні регулярно проходити повторний інструктаж і перевірку знань. Позаплановий інструктаж і перевірку знань з безпеки праці і правил пожежної безпеки рекомендується проводити в тому разі, коли на виробництві змінюється технологічний процес, умови праці, замінюють устаткування або виявлено порушення вимог безпеки праці.

Необхідно систематично контролювати в робочих приміщеннях вміст у повітрі шкідливих газів, пари і пилу, перевіряти пожежо- і вибухонебезпеку речовин в умовах мікроклімату. Порядок і строки проведення аналізу повітряного середовища установлює адміністрація підприємства.

Контролювати повітряне середовище на пожежо- та вибухонебезпеку найдоцільніше в зонах можливого утворення і максимальної концентрації горючих речовин, що легко спалахують.



## Розділ 20. Способи і засоби для попередження та гасіння пожеж

### 20.1. Способи пожежогасіння

В комплексі заходів, що вживаються для протипожежного захисту підприємств, важливе значення має вибір найбільш раціональних способів та засобів гасіння різних речовин та матеріалів згідно зі БНіП 2.04.09–84.

Горіння припиняється:

- при охолодженні горючої речовини до температури нижчої, ніж температура її спалахування;
- при зниженні концентрації кисню в повітрі в зоні горіння;
- при припиненні надходження пари, газів горючої речовини в зону горіння.

Припинення горіння досягається за допомогою вогнегасних засобів: води (у вигляді струменя або у розпиленому вигляді);

- інертних газів (вуглекислота та ін.);
- хімічних засобів (у вигляді піни або рідини);
- порошкоподібних сухих сумішей (суміші піску з флюсом);
- пожежних покривал з брезенту та азбесту.

Вибір тих чи інших способів та засобів гасіння пожеж та вогнегасних речовин і їх носіїв (протипожежної техніки) визначається в кожному конкретному випадку, залежно від стадії розвитку пожежі, масштабів загорянь, особливостей горіння речовин та матеріалів (табл. 20.1).

### 20.2. Вогнегасні речовини

Успіх швидкої локалізації та ліквідації пожежі на її початку залежить від наявних вогнегасних засобів, вміння користуватися ними всіма працівниками, а також від засобів пожежного зв'язку та сигналізації для виклику пожежної допомоги та введення в дію автоматичних та первинних вогнегасних засобів. У табл. 20.1 наведено способи гасіння пожеж.

Вода — найбільш дешева і поширена вогнегасна речовина. Вода порівняно з іншими вогнегасними речовинами має найбільшу теплоємність і придатна для гасіння більшості горючих речовин.

Вода застосовується у вигляді компактних і розпилених струменів, як і пара. Вогнегасний ефект компактних струменів

води полягає у змочуванні поверхні, зволоженні та охолодженні твердих горючих матеріалів.

Подача води до місця пожежі здійснюється пожежними рукавами. Відкидний рукав від пожежного крана або насоса закінчується металевим соплом, обладнаним розбризкувачем. Розбризкувач дозволяє отримувати компактний або розсіяний струмінь води.

Таблиця 20.1.  
Способи гасіння пожеж  
Фізичні способи

Охолодження (виведення тепла з зони горіння)		
Зрошення горючих речовин	Перемішування шарів горючих речовин	Евакуація горючих речовин та матеріалів
Розрідження (збільшення теплоємності горючої системи)		
Об'ємне розрідження окислювача інертними газами та парою	Об'ємне розрідження горючих речовин інертними газами та парою	
Ізоляція (відключення механізму займання)		
Відрив долум'я повітряною ударною хвилею	Ізоляція поверхонь горючих речовин водою, піною, кошмою	Евакуація горючих речовин

### Хімічний спосіб

Флегматизація	
Об'ємне розрідження горючої пило-, газо- та пароповітряної системи флегматизуючими речовинами	Зрошення поверхонь горючих матеріалів флегматизуючими речовинами

Струменем води гасять тверді горючі речовини; дощем і водним пилом — тверді, волокнисті сипучі речовини, а також спирти, трансформаторне і солярове мастила.

Водою не можна гасити легкозаймисті рідини (бензин, газ), оскільки, маючи велику питому вагу, вода накопичується внизу цих речовин і збільшує площу горючої поверхні. Не можна гасити водою такі речовини, як карбіди та селітру, які виділяють при контакті з водою горючі речовини, а також металевий калій, натрій, магній та його сплави, електрообладнання, що знаходиться під напругою, цінні папери тощо.

Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м<sup>3</sup> і невеликих загорянь на відкритих установ-

ках. Пара зволожує горючі матеріали і знижує концентрацію кисню. Вогнегасна концентрація пари у повітрі становить 35% від загального об'єму.

Відомо, що з 1 літри води утворюється 1725 літрів водяної пари, яку доцільно застосовувати для гасіння пожеж на великих підприємствах, що мають потужне паросилове господарство.

**Водні розчини солей** застосовуються для гасіння речовин, які погано змочуються водою (бавовна, деревина, торф тощо). У воду додають поверхнево-активні речовини: піноутворювач ПО-1, сульфаноли НП-16, сульфонати, змочувач ДП тощо. Солі, що випадають з водного розчину, при попаданні на об'єкт горіння розплавляються і утворюють тверду негорючу кірку. При розпаді солей утворюються негорючі гази, які ізолюють доступ повітря до об'єкту горіння.

**Хімічну піну** отримують в результаті хімічної реакції кислотного і лужного розчинів з піноутворювачем. При цьому утворюється газ (діоксид вуглецю). Речовини, які потрібні для отримання вуглецю, застосовують водяний розчин або сухий пінопорошок.

Піноутворювач складається: 84% нафтового контакту, 4...5% кістового клею, 11% етилового спирту і каустичної соди.

Основні властивості хімічної піни — це утворення плівки, яка знижує температуру горіння, утворення парів і газів, які можуть витиснути повітря із зони горіння.

**Повітряно-механічна піна** — суміш повітря (~ 90%), води (7%) і піноутворювача ОП-1 (3%). Характеристикою піни є її кратність — це відношення об'єму отриманої піни до загального об'єму речовини. Піни звичайної кратності (до 20) утворюються повітряно-пінними стовпами, за принципом: вода подається під тиском 0,3...0,6 МПа, попередньо змішана з піноутворювачем, поступає в спеціальний пристрій, який забезпечує відсмоктування повітря. На практиці для гасіння пожеж застосовують повітряно-механічну піну високої кратності (до 200), отриманої в піногенераторах. Ця піна більш об'ємна і має більшу стійкість.

**Інертні і негорючі гази.** В основному це діоксид вуглецю і азот, вони розріджують концентрацію кисню і гальмують інтенсивність горіння. Інертні гази, в основному, застосовують для гасіння пожеж в невеликих приміщеннях. Вогнегасна концентрація інертних газів при гасінні в закритих приміщеннях складає 31...36% до об'єму приміщення.

Діоксид вуглецю застосовують для швидкого гасіння невеликих джерел вогню, а також для гасіння електродвигунів та іншого електротехнічного устаткування. Оскільки діоксид вуглецю зберігають в балонах під тиском, то при викиді його утворюється сніг твердого діоксида вуглецю.

**Вогнегасні порошки** — це дрібно помелені (на муку) мінеральні солі з різними компонентами, які запобігають злежуванню і збиванню в гранули. Їх можна застосовувати для гасіння пожеж твердих речовин, різних класів горючих рідин, газів, металів та обладнання, які знаходяться під електричним струмом.

Вогнегасні порошки бувають загального та спеціального призначення. Основними компонентами приладу ПСБ-3 є бікарбонат натрію; ПФ — діамонний фосфат; СЦ-2 — силікагель, насичений хладоном (114В2) тощо. Порошок СЦ-2 застосовують для гасіння горючих та пірофорних рідин, кремнійорганічних і алюмінійорганічних сполук, гідратів металів.

Працювати з вогнегасними порошками треба в спеодязі з захисними засобами (респіратори, окуляри).

**Вогнегасники** застосовують для гасіння загорянь та невеликих пожеж у початковій стадії їх розвитку. Залежно від об'єму вогнегасники бувають малоємні (до 5 л); промислові ручні (до 10 л); перевізні (більше 10 л).

Найбільш поширені *хімічні пінні вогнегасники* ОХП-10, ОП-М та ОП-9ММ.

Заслугує уваги ручний вогнегасник ОХП-10 (рис. 20.1) продуктивністю 43...50 л, кратністю піни 5...6, довжиною струменя до 6 м.

Ручні хімічні пінні вогнегасники використовуються для гасіння твердих речовин, що горять та горючих легкозаймистих рідин з відкритою поверхнею, що горить. Слід мати на увазі, що піна електропровідна — нею не можна гасити електрообладнання, що знаходиться під напругою, вона псує цінне обладнання, речі та папери. Нею не можна також гасити калій, натрій, магній та його сплави, оскільки внаслідок їх взаємодії з водою, наявною в піні, виділяється водень, котрий посилює горіння.

**Повітряно-пінні вогнегасники** бувають ручні (ОВП-5, ОВП-10) та стаціонарні (ОВП-100 та ОВП-250). По конструкції вони подібні до хімічних пінних вогнегасників.

Повітряно-пінні вогнегасники застосовують для гасіння різних твердих речовин та матеріалів, за винятком лужних мета-

лів та електрообладнання, що знаходиться під напругою, а також речей, котрі горять без доступу повітря.

Сумішшю в корпусі вогнегасника ОВП-10 є 6%-ковий водний розчин та піноутворювач ОП-1. Тиск у корпусі вогнегасника створюється стисненим діоксидом вуглецю, який знаходиться в спеціальному балоні, всередині (або зовні) вогнегасника. Стиснений розчин по сифонній трубці прямує в розпилувач і дифузор, де проходить утворення повітряно-механічної піни кратністю 60, кількістю 540 літрів та часом дії 45 сек. На рис. 20.2 показано повітряно-пінний вогнегасник.

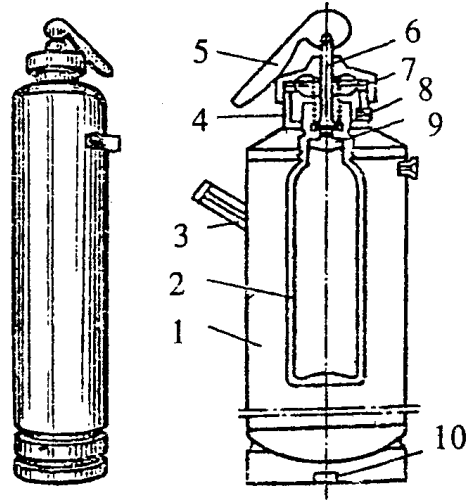


Рис. 20.1. Вогнегасник хімічний пінний ОХП-10:

1 — корпус; 2 — балон з киснем; 3 — бокова ручка; 4 — горловина; 5 — трубка; 6 — шток; 7 — кришка; 8 — клапан; 9 — запобіжник; 10 — нижня ручка

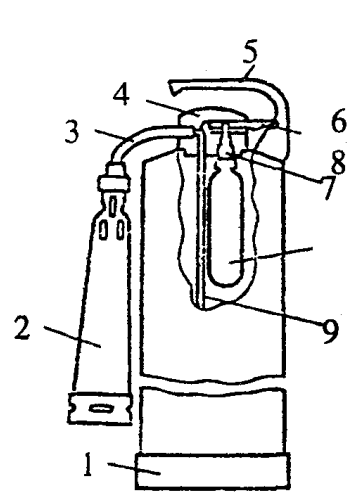


Рис. 20.2. Вогнегасник повітряно-пінний ОВП:

1 — корпус; 2 — дифузор; 3 — бокова ручка; 4 — кришка; 5 — ручка; 6 — важіль; 7 — шток; 8 — клапан; 9 — сифонна трубка

Вогнегасники вуглекислотні призначені для гасіння невеликих пожеж, всіх видів загоряння (рис. 20.3). Промисловість випускає вуглекислотні вогнегасники в ручному (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) та транспортному варіантах.

Вони приводяться в дію вручну. Через вентиль стиснена рідка вуглекислота прямує у патрубок, де вона розширюється і за рахунок цього її температура знижується до  $-70^{\circ}\text{C}$ . При переході рідкої

вуглекислоти у газ її об'єм збільшується в 500 разів. Утворюється снігоподібна вуглекислота, котра при випаровуванні охолоджує горючу речовину та ізолює її від кисню повітря. Корисна довжина струменя вогнегасника приблизно 4 м, час дії — 30...60 сек.

Вогнегасник слід тримати за ручку для уникнення обмороження рук; зберігати подалі від тепла для запобігання саморозрядження. Вуглекислотою можна гасити електрообладнання, що знаходиться під напругою, а також горючі і тверді речовини. Не можна гасити спирт і ацетон, котрі розчиняють вуглекислоту, а також терміт, фотоплівку, целулоїд, котрі горять без доступу повітря.

Порошкові вогнегасники одержують широке застосування. Їх випускають наступних типів: ОП-1 "Момент", ОП-2А, ОП-10, ОПС-10, ОП-100, ОП-250, СП-120.

Ручні порошкові вогнегасники ОП-10 використовують для гасіння невеликих пожеж лужних металів (натрій, калій), деревини, пластмас тощо.

Для створення тиску в корпусі і викиду порошка служить стиснений газ (азот, діоксид, повітря), який знаходиться у невеликому спеціальному балоні під тиском 15 МПа. Вогнегасник ОПС-10 відрізняється тільки за складом порошка та засобом для його викиду (рис. 20.4).

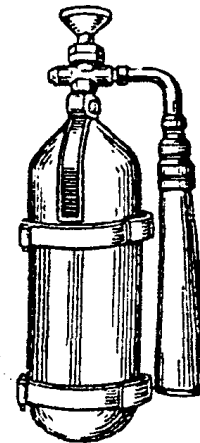


Рис. 20.3. Вогнегасник вуглекислотний ОУ-2

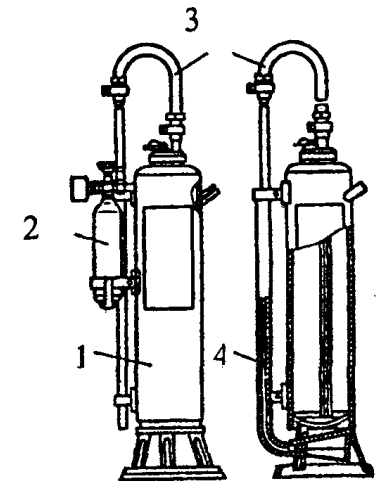


Рис. 20.4. Вогнегасник порошковий: 1 — корпус; 2 — балон; 3 — шланг; 4 — патрубок

Крім перелічених вогнегасників, випускають вогнегасники аерозольні хладонові (ОАХ-0,5), вогнегасники хладонові (ОХ-3, ОХ-7), вогнегасники вуглекислотні — брометиллові (ОУБ-3, ОУБ-7), вогнегасники автоматичні (УАП-5, УАП-8, УАП-16) тощо.

У приміщеннях промислових підприємств засоби пожежогасіння розташовують згідно з вимогами “Правил пожежної безпеки в Україні”. У коридорах, проходах, проїздах або інших місцях, крім вогнегасників, розташовують пожежні пункти з набором первинних засобів пожежогасіння.

### 20.3. Протипожежне водопостачання

Промислові приміщення мають зовнішнє і внутрішнє водопостачання, запроектоване згідно з вимогами БНіП 2.4.01-85.

Пожежне водопостачання промислових підприємств може здійснюватись від: водогонної мережі, пожежних водоймищ, природних джерел води (рік, озер, ставків). Якщо вода поступає із підземних джерел, то відпадає необхідність у водоочисному комплексі і насосах другого підйому.

Як правило, на підприємствах споруджується сумісний водогін, тобто протипожежно-господарський водогін.

Внутрішні водогони мережі повинні бути забезпечені засувками (вентиллями), які встановлюються біля основи пожежних стояків.

Норма витрат води на внутрішнє пожежогасіння приймається:

- для виробничих приміщень — із розрахунку двох струменів продуктивністю не менше 2,5 л/с;
- для допоміжних споруд — із розрахунку одного струменя продуктивністю не менше 2,5 л/с;
- для складів або приватних будинків, розміщених з врахуванням протипожежних перепон і об'ємом більше 25000 м<sup>3</sup> — із розрахунку двох струменів продуктивністю не менше 2,5 л/с кожна, а при об'ємі менше 25000 м<sup>3</sup> — із розрахунку одного струменя продуктивністю не менше 2,5 л/с;
- для будинків, які влаштовані спринклерними і дренчерними системами — із розрахунку одного струменя продуктивністю не менше 2,5 л/с.

Водогін для зовнішнього пожежогасіння буває низького тиску і високого. Необхідний тиск води створюється стаціонарними

пожежними насосами, котрі забезпечують подавання компактних струменів на висоту не менше 10 м або рухомими пожежними автонасосами і мотопомпами, що забирають воду з гідрантів.

Гідранти розташовуються на території підприємств на віддалі не більше 100 м по периметру будівель вздовж доріг і не ближче 5 м від стін.

Внутрішній протипожежний водогін обладнується пожежними кранами, які встановлюються на висоті 1,35 м від підлоги всередині приміщень біля виходів, у коридорах, на сходах. Кожний пожежний кран споряджається прогумованим рукавом та пожежним стволем. Довжина рукава — 10 або 20 м. Продуктивність кожного крана повинна бути не меншою, ніж 2,5 л/с. Витрати води на зовнішнє пожежогасіння беруться залежно від ступеня вогнетривкості будівель, їх об'єму, категорії пожежо- і вибухонебезпеки виробництва у межах від 15 до 50 л/с.

Для подачі води на висоту до 50 м при системі водогону високого тиску використовують потужні рукави довжиною 125 м, діаметром 66 мм, із розбризкувачем діаметром 16 або 19 мм з витратою води на компактний струмінь 5 л/с.

Для розрахунку необхідної кількості води для зовнішнього гасіння пожежі використовується формула:

$$Q = \frac{gnT3600}{1000},$$

де  $g$  — секундна витрата води, береться в межах від 15 до 50 л/с;  
 $n$  — кількість пожеж, які можуть бути на підприємстві, приймається:

$n = 1$  при площі менше 150 га і  $n = 2$  при площі більше 150 га;

$T$  — розрахунковий час гасіння пожежі, приймається  $T=3$  год.

Найбільш надійною системою є водогінна система водозабезпечення, яка суміщається з господарським водогоном. Ця система забезпечує недоторканий запас води для гасіння пожежі протягом 3 годин.

## 20.4. Спринклерні та дренчерні установки

**Спринклерні установки.** У будівлях і спорудах із пожежонебезпечним виробництвом категорії А і Б встановлюються автоматично діючі спринклерні або дренчерні системи для гасіння пожеж.

Спринклерні установки можуть бути водяні, повітряні (газові) і змішані (рис. 20.5). Це система розгалуженої мережі труб, прокладених по стелі, на яких закріплені спринклерні головки. Вода в труби потрапляє з водогінної мережі.

Важлива частина установки — контрольно-сигнальний клапан, котрий пропускає воду в спринклерну мережу, при цьому одночасно подає звуковий сигнал, контролює тиск води в мережі.

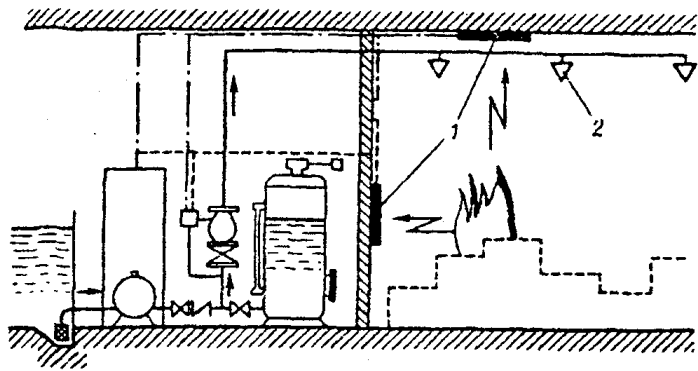


Рис. 20.5. Схема спринклерної установки водяного пожежогасіння: 1 — сповісник; 2 — спринклерні установки

Повітряна система спринклерної установки застосовується в неопалювальних приміщеннях. Трубопроводи в таких системах заповнені не водою, а стисненим повітрям. Вода в них лише досягає клапана, а у випадку зривання замка спочатку виходить повітря, а потім вода. Змішані системи влітку заповнюються водою, а взимку — повітрям.

При зриванні хоча б одного замка, тиск води в мережі падає, спрацьовує клапан, пропускаючи воду в водоживильну мережу і одночасно спрацьовує звуковий пристрій.

Спринклерні головки закриті легкоплавкими замками, що розраховані на спрацювання при температурах 72,93,141 та 182 °С. Площа змочування одним спринклером становить від 9 до 12 м<sup>2</sup>, а інтенсивність подачі води — 0,1 л/с м<sup>2</sup> (рис. 20.6).

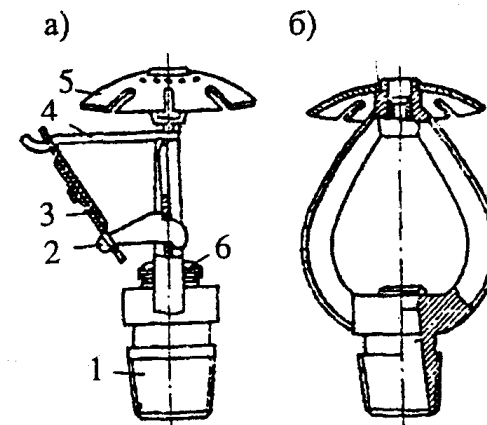


Рис. 20.6. Водяні розбризкувачі:

а — спринклер; б — дренчер; 1 — корпус із штуцером; 2, 4 — коромисла; 3 — замок із легкоплавкого сплаву; 5 — розетка; 6 — клапан

У спринклерних установках зривають тільки замки головок, які знаходяться в зоні високої температури. Разом з тим, спринклери мають інерційну властивість — зриватися за 2...3 хв. внаслідок підвищення температури в приміщенні.

Останнім часом широкого застосування набули пінні спринклерні установки, в яких використовується повітряно-механічна піна, що створюється з водяного розчину повітряного піноутворювача. Інтенсивність зрошення — 1...2 л/с піни на 1 м<sup>2</sup> захищеної площі, продуктивність з піни — 24 л/с.

**Дренчерними установками** обладнуються приміщення з підвищеною пожежною небезпекою, в яких по умовах підприємства при пожежі можливе швидке розповсюдження вогню, для гасіння якого потрібна велика кількість води з одночасним створенням водяних завіс та змочуванням всієї площі.

Дренчерна установка (рис. 20.7) складається з водоживильників 2, 5; контрольнопускового вузла 14; живильної 7 і дренчерної 8 мереж; легкоплавких замків (11); дренчерних головок (9), а також сигнального пристрою (6). У дренчерну систему входить збуджувальний клапан групової дії, який контролює справність установки і ввімкнення її в дію.

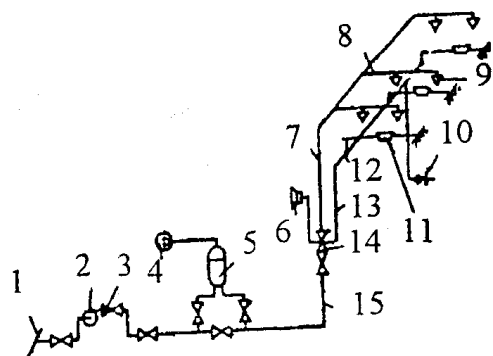


Рис. 20.7. Схема дренажної установки:

1 — зовнішній водогін; 2 — насос; 3 — клапан; 4 — компресор; 5 — гідропневмобак; 6 — звуковий пристрій; 7 — водогін; 8 — дренажна мережа; 9 — дренажні головки; 10 — кран ручного ввімкнення; 11 — легкоплавкі замки; 12 — збуджувальний клапан; 13 — збуджувальний водогін; 14 — клапан групової дії; 15 — труба водогінної мережі

Дренажні установки обладнуються розбризувальними головками, які постійно відкриті. Вода подається в дренажну систему вручну або автоматично при спрацюванні пожежних сповісників, котрі відкривають збуджувальний клапан групової дії. Такі установки доцільно обладнувати розбризувальними головками з вирізами. Розбризувач з прямими вирізами (рис. 20.8, а) забезпечує рівномірне змочування 210 м<sup>2</sup> площі, а розбризувач з гвинтовими вирізами — від 49 до 116 м<sup>2</sup> площі залежно від віддалі до підлоги і тиску у водогінній мережі. По конструкції розбризувані з гвинтовими вирізами мають значно меншу вагу (рис. 20.8, б).

Витрати води спринклерними установками при автоматичному вмиканні пожежних насосів протягом 1 години в приміщеннях категорій А, Б і В, приймається не менше 30 л/с.

Дренажні установки використовуються як для гасіння пожежі, так і для створення водяних завіс із метою ізоляції вогнища і запобігання його поширення. Дренажери можна встановлювати із зовнішнього боку будівлі по його периметру, над віконними і дверними отворами.

Для гасіння пожежі усередині будівель і приміщень можна використовувати автоматичні вуглекислотні, інертно-газові і порошкові установки. Автоматичні установки пожежогасіння улаштовуються у відповідності до вимог нормативів.

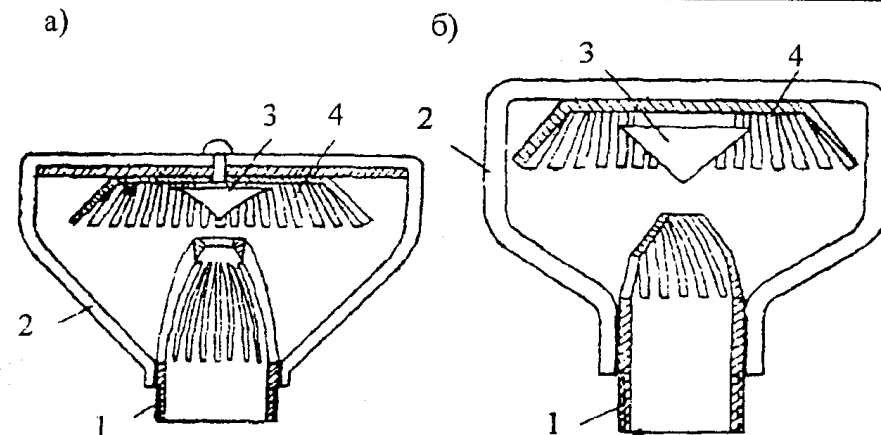


Рис. 20.8. Розбризувачі з прямими та гвинтовими вирізами:  
а — розбризувач з прямими вирізами; б — розбризувач з гвинтовими вирізами; 1 — корпус; 2 — дуга; 3 — дифлектор; 4 — розетка

## 20.5. Пожежний зв'язок і сигналізація

Успішна боротьба з пожежами забезпечується наявністю ефективних засобів оповіщення, сигналізації і надійного зв'язку підприємств з пожежними частинами. У даний час, крім телефонного зв'язку, використовується радіо-, радіотелефонний, телексивний, факсовий зв'язок. Найбільш швидкодіючими є установки автоматичної і напівавтоматичної сигналізації.

Установки автоматичної електричної пожежної сигналізації монтують на складах, базах та інших пожежонебезпечних і важливих об'єктах. Основними складовими частинами цих установок є: сповісники (датчики), що монтуються в будівлях або на території об'єктів і призначені для подання сигналу про пожежу; приймальні апарати (станції), що забезпечують приймання сигналів від сповісників; лінії комунікації, що з'єднують сповісники з приймальними апаратами; джерела електроживлення.

**Сповісником** називають автоматичний пристрій, що сприймає і при певних умовах перетворює контрольовану величину параметра у вигідний для передачі по лінії зв'язку електричний сигнал.

Автоматичні сповісники за принципом дії (спрацювання) поділяються на теплові (термосповісники), димові, світлові та комбіновані.

Теплові сповісники за типом чутливого елемента, в свою чергу, поділяються на: біометалеві, термомарні та напівпровідникові.

За принципом дії теплові сповісники діляться на: максимальні, диференційні та максимально-диференційні.

Максимальні термосповісники спрацьовують тоді, коли температура навколишнього повітря досягає температури спрацювання, тобто тієї, на яку вони відрегульовані.

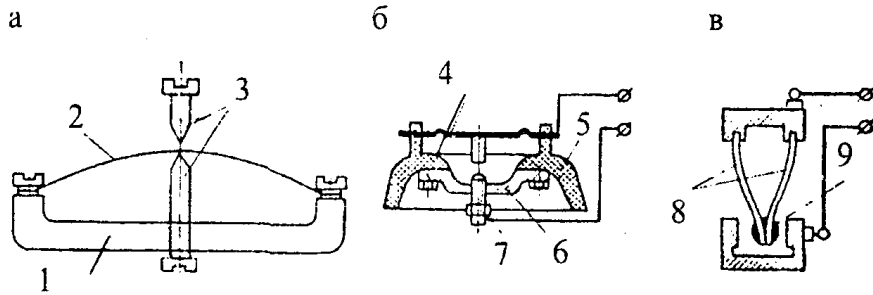


Рис. 20.9. Схеми автоматичних сповісників, котрі реагують на тепло: а — диференційного типу; б — відновлюючий; в — легкоплавкий; 1 — скоба-пластина; 2 — пружина; 3 — контакти; 4 — біметалева пластина; 5 — основа; 6 — контакт; 7 — контактний гвинт; 8 — пружина; 9 — легкоплавкий метал.

Диференційні термосповісники (рис. 20.9, а) спрацьовують при певній швидкості зростання температури, наприклад, при підвищенні температури навколишнього середовища з визначеною швидкістю (на 30°C протягом 7 сек. та ін.), максимально диференційні. Всі теплові сповісники спрацьовують при температурі на 20...40 °C вище можливої максимальної при звичайних умовах.

Найбільш поширеними є біметалеві сповісники (рис. 20.9), принцип дії яких базується на явищі термоелектрики. У провідниках, виконаних із різнорідних матеріалів, виникає термоелектрорушійна сила (ТЕРС), якщо місця їх з'єднання тримати при різних температурах. Біметалевий сповісник забезпечує плавне регулювання пристрою спрацювання, який відновлюється після припинення пожежі (рис. 20.9, б). В плавких автоматичних сповісниках (рис. 20.9, в) пружини спаяні легкоплавким сплавом. При підвищенні температури сплав розплавляється, пружини розходяться і замикають сигнальне коло. Такі сповісники вкочають у приймальні станції променевої системи через релейний комплект.

Для сигналізації про пожежу у невибухонебезпечних приміщеннях застосовують автоматичні напівпровідникові термосповісники максимальної дії ПТИМ-1 і ПТИМ-2.

Димові сповісники працюють на принципі дії продуктів горіння (диму) на електричний струм іонізаційної камери, що використовується як датчик. При попаданні диму в іонізаційну камеру в останній збільшується опір, що обумовлює збільшення напруги на керувальній сітці тиратрона. При цьому розжарюється сітка і відкривається тиратрон, через який проходить електричний струм, спрацьовує реле і подається сигнал на приймальну станцію. Живлення сповісника здійснюється постійним струмом напругою 220 В.

Автоматичні світлові сповісники працюють на принципі перетворення ультрафіолетового випромінювання відкритого полум'я в електричну енергію. Сповісник реагує на ультрафіолетове випромінювання довжиною хвилі 3000...20000 А° і призначається для контролювання об'єктів з нормальною освітленістю. Найбільш поширеним є світловий сповісник типу СИ-1 (рис. 20.10, б).

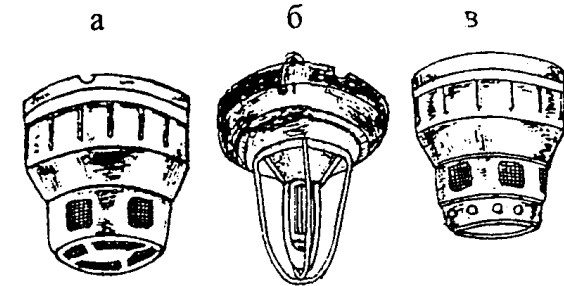


Рис. 20.10. Сповісники: а — димовий; б — світловий в — комбінований

Автоматичні комбіновані сповісники типу КИ-1 (рис. 20.10, в) виконують функції теплового і димового сповісників. Наприклад, сповісник КИ-1 виконаний на базі димового сповісника ДИ-1 з додавкою елементів електричної схеми, необхідних для роботи теплового сповісника. Температура спрацювання 60...80 °C. Димовий сповісник спрацьовує при попаданні порції диму, що виникає під час тління фітиля діаметром 6 мм, розміщеного під сповісником.

Напівавтоматичні електричні сповісники приводяться в дію натисканням кнопки. Вони можуть вмикатися в мережу пожеж-

ної сигналізації, якщо в ній використовуються автоматичні сповісники, що розмикають при спрацюванні електричну мережу. Приймальні станції пожежної сигналізації забезпечують прийом сигналів від сповісників, перетворення їх у світлову і звукову інформацію, а при необхідності ввімкнення автоматичних засобів пожежогасіння. Вони, як і сповісники, поділяються на теплові, димові і комбіновані.

Залежно від схеми ввімкнення сповісників в електричну мережу, установки автоматичної пожежної сигналізації поділяють на променеві і кільцеві. Променеві, як надійніші, більш поширені.

Будівлі з масовим перебуванням людей мають бути забезпечені системами екстремального оповіщення про виникнення пожежі людей, які там знаходяться, і створення умов для швидкої їх евакуації. Для цього можливе використання як внутрішньої радіотрансляційної мережі, так і інших спеціально змонтованих мереж повідомлення, а також тривожних дзвінків та інших звукових сигналів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Конституція України, Київ, 1996 — 108 с.
- Андрущенко М.С. та ін. Методичні вказівки. — Львів, 1993 — 43 с.
- Адміністративні та побутові приміщення. БНіП. 2.09.07-87. — М., 1988.
- Бабічев, В.В. Сорокін Г.Ф. Охорона праці та техніка безпеки. — К., 1996. — 224 с.
- Бедрій Я.І., Дембійський С.І., Джигирей В.С. та інші. Охорона праці. — Львів, 1997. — 258 с.
- Бедрій Я.І. та інші. Основи екології та соціології. — Львів, 1997. — 210 с.
- Беренис А.А., Геврик Е.А., Маслий В.В. и др. Способ ленточного шлифования. Авторское свидетельство № 1558642. — М., Бюл. №15. — 1990. — 5 с.
- Берещук М.Я., Вичегжagina Г.В. Використання і охорона водних ресурсів у комунальному господарстві. — Київ: НМК ВО, 1991. — 147 с.
- Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань. — К., 1995. — 288 с.
- Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания. — Харьков, 1989. — 240 с.
- Геврик Є.О. Забезпечення безпеки праці на виробництві. Конспект лекцій. — Львів, 1992. — 72 с.
- Геврик Е.А. Методические указания к выполнению дипломных проектов по охране труда. — Львов, 1981. — 24 с.
- Геврик Е.А., Михеев И.И., Огурок Й.А. Станок для шлифования круглых деревянных деталей. Авторское свидетельство №150224. — М., Бюл. №18. — 1962. — 6 с.
- Генсірук С.А. та інші. Зелені скарби України. — К., 1991. — 192 с.
- Генсірук С.А. Ліси України. — К., 1992. — 408 с.
- Голубець М.А. Від біосфери до соціосфери. — Львів, 1997. — 256 с.
- Голубков Б.Н., Пятачков В.И., Романова Т.М. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция. — М., 1982. — 232 с.
- Губський А.І. Цивільна оборона. — Львів, 1995. — 216 с.
- Денисенко Г.Ф. Охрана труда. — М., 1985. — 319 с.
- Державний реєстр міжгалузевих нормативних актів про охорону праці (Реєстр ДНАОП) Держнагляд охорони праці. — Київ, Основа, 1995. — 223 с.



Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. — К., 1996. — 27 с.

Джигирей В.С. та інші. Методичні вказівки з курсу “Охорона праці”. — Львів, 1992. — 88 с.

Долин П.А. Справочник по технике безопасности.

Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция. — Ч.2. Вентиляция. — М., 1984. — 263 с.

Дудюк Д.Л. та інші. Елементи теорії автоматичних ліній. — Київ-Львів, 1998. — 192 с.

Жудіна В.І. Екологічні проблеми вилучення і знезараження твердих побутових відходів. Курс лекцій. — Київ, НМК ВО, 1991. — 147 с.

Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”. — К., 1991. — 59 с.

Закон України “Про охорону праці”. — К., 1992. — 129 с.

Закон України “Про пожежну безпеку”. — К., 1993. — 17 с.

Закон України “Про цивільну оборону України”. — К., 1993. — 13 с.

Золотницький Н.Д., Пчелинцев В.А. Охрана труда в строительстве. — М., 1978. — 407 с.

Казакова О.С., Казаков Л.Ф. Охрана труда и пожарная безопасность. — М., 1980. — 254 с.

Кокорев Н.П. Гигиена труда на производстве. — М., 1973. — 160 с.

Контроль і моніторинг природного середовища в Україні та Польщі. За ред. М.Гука. — Варшава, 1994. — 99 с.

Кучерявий В.П., Носовський Т.А. Еколого-технічні проблеми шумового забруднення деревообробного виробництва. Лісовий журнал. №5. — 1993. — С. 26–29.

Лісовий кодекс України. — К., 1994. — 15 с.

Мацюк Р.І., Геврик Є.О., Тродзик В.С., Сомар Г.В., Сторожук В.М. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Методичні вказівки. — Львів, 1998. — 36 с.

Максимов Б.К., Обух А.А. Статическое электричество в промышленности и защита от него. — М., 1978. — 19 с.

Мардахаев А.А. Охрана труда. История, теория, практика. — Львов, 1984. — 140 с.

Никитин Л.И., Щербаков А.С. Охрана труда в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности. — М., 1985. — 351 с.

Носовський Т.А. Основы техники безопасности. — К., 1992. — 140 с.

Носовський Т.А. Основы промышленной экологии. — К., 1996. — 80 с.

Петренко В.В. Заходи пожежної безпеки в Україні. МВС України. Управління державної пожежної охорони МВС України. — К., 1995. — 195 с.

Пыжик Т.М., Кузьмин А.П., Гогиташвили Г.Г. Управление безопасностью труда на предприятиях. — М., 1982. — 116 с.

Пістун І.П., Піщенко В.Ф., Березовський А.П. Безпека життєдіяльності. — Львів, 1995. — 288 с.

Положення про державну екологічну інспекцію Міністерства охорони навколишнього середовища України. Збірник постанов Уряду України, 1994, № 4. — К., 1994. — С. 18–25.

Правила будови і безпечної експлуатації вантажнопідйомних кранів. Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці України від 16.12.1993 р. — № 123. — К., 1994. — 61 с.

Правила улаштування і безпечної експлуатації ліфтів. Затверджено Держкомітетом України по нагляду за безпечним веденням робіт в промисловості від 17.06.1992. — К., 1993. — 55 с.

Правила будови та безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115° С. — К., 1996. — 95 с.

Правила будови та безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів.

Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці України 26.05.94 №51. — К., 1995. — 87 с.

Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности. Краткий конспект лекций. — С.-Петербург, 1992. — 115 с.

Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН 245–71. — М., 1972. Строительная, климатология и геофизика. — СНиП. 2.01.01–82. — М., 1983. — 137 с.

Сиденко В.М., Любченко В.А. Охрана труда в дорожном строительстве. — К., 1980. — 223 с.

Система управления безопасностью труда (СУБТ) деревообрабатывающей отрасли Минлеспрома УССР (колл. авт.). — Львов, 1982. — 160 с.

Шкиря Т.М. Технология и машины лесосечных работ. — Львов, Выща школа, 1988. — 264 с.

# *ОХОРОНА ПРАЦІ*

Навчальний посібник  
за загальною редакцією  
Я.І. Бедрія

Керівник видавничих проектів — *Р.О. Пляшко*  
Макетування — *С.С. Думанецька*

Підписано до друку 03.09.02. Формат 60x84 1/24.  
Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman Cyr.  
Умовн. друк. арк. 14.5. Умовн. вид. арк. 15.1.

Видавництво “Центр Навчальної Літератури”  
вул. Електриків, 23, м. Київ, Україна, 04176  
т. 451-65-95, 416-20-63, т./ф. 416-04-47  
e-mail: [Centr-1@inbox.ru](mailto:Centr-1@inbox.ru), [Marketing@uabook.com](mailto:Marketing@uabook.com),  
[Office@uabook.com](mailto:Office@uabook.com), [SBA@uabook.com](mailto:SBA@uabook.com), [Meteor@uabook.com](mailto:Meteor@uabook.com)