

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний університет водного господарства  
та природокористування**

**В. М. Москальова**

# **ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

*Підручник*

*Затверджено  
Міністерством освіти і науки України  
для студентів вищих навчальних закладів*



Київ – 2005

УДК 331.48(075.8)

ББК 65.9(2)248

М 34

**Рецензенти:**

*Н. В. Бучак, доктор медичних наук, професор,*

*зав. кафедрою валеології Рівненського державного гуманітарного університету*

*Я. О. Мольчак, доктор географічних наук, професор,*

*декан технологічного факультету Луцького державного технічного університету*

Затверджено Міністерством освіти і науки України  
як підручник для студентів вищих навчальних закладів  
(лист № 14/18.2-1649 від 13 липня 2004 року)

**Москальова В. М.**

М 34 Основи охорони праці: Підручник. — К.: ВД «Професіонал»,  
2005. — 672 с.

**ISBN 966-8556-87-9**

У підручнику висвітлено правові й організаційні питання законодавчої і нормативної бази охорони праці та основні принципи державної політики в цій галузі. Розглянуто питання основ фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії, наведено гігієнічні характеристики основних шкідливих виробничих чинників та особливості їх біологічної дії на організм людини, а також заходи профілактики. Наведено основні вимоги до техніки безпеки при організації робочих місць, представлено матеріали про основні причини аварій і травмонебезпечних ситуацій під час експлуатації технологічного обладнання, технічних систем та про вжиті заходи безпеки.

Розглянуто заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, суть і складові системи пожежного захисту.

УДК 331.48(075.8)

ББК 65.9(2)248

© В. М. Москальова, 2005

© ВД «Професіонал», 2005

**ISBN 966-8556-87-9**

## ЗМІСТ

Вступ .....	9
Загальні питання основ охорони праці .....	12
Основні етапи розвитку охорони праці .....	12
Структура, зміст та мета курсу «Основи охорони праці» .....	16
Основні поняття в галузі охорони праці .....	18
Шкідливі та небезпечні виробничі чинники .....	22
Стан охорони праці в Україні .....	25
Стан охорони праці в інших країнах .....	28
Невиробничий травматизм .....	31
Виробничий травматизм .....	33
Професійні захворювання .....	36
Причини виробничого травматизму та професійних захворювань ..	39
Розділ 1. Правові та організаційні питання охорони праці .....	42
1.1. Законодавча та нормативна база у сфері охорони праці .....	42
1.1.1. Основні положення законодавства про працю та охорону праці ...	42
1.1.2. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці .....	47
1.1.3. Право громадян на охорону праці .....	51
1.1.4. Соціальний захист потерпілих на виробництві .....	54
1.1.5. Пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці ....	57
1.1.6. Відшкодування шкоди працівникам за ушкодження здоров'я ...	60
1.1.7. Охорона праці при проектуванні, будівництві та реконструкції об'єктів і засобів виробництва .....	62
1.1.8. Тривалість робочого часу працівників .....	65
1.1.9. Обов'язки роботодавця щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці та обов'язки працівника щодо виконання нормативних актів .....	67
1.1.10. Охорона праці жінок .....	70
1.1.11. Неповнолітні та їх права в трудових правовідносинах .....	74
1.1.12. Медичні огляди певних категорій працівників .....	78
1.1.13. Державні нормативні акти про охорону праці .....	80
1.1.14. Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці .....	85

1.2. Державне управління охороною праці та організація охорони праці на виробництві .....	102	2.1.5. Загальні відомості про умови та фізіологію праці .....	180
1.2.1. Органи державного управління охороною праці .....	102	2.1.6. Вплив характеру праці на функціонування організму .....	182
1.2.2. Система управління охороною праці .....	104	2.1.7. Оцінка умов праці .....	185
1.2.3. Функції управління охороною праці .....	107	2.2. Повітряне середовище та його роль у створенні сприятливих умов праці .....	189
1.2.4. Управління охороною праці на підприємстві .....	108	2.2.1. Повітря робочої зони .....	189
1.2.5. Організація служби охорони праці .....	112	2.2.2. Метеорологічні чинники та їх вплив на організм .....	191
1.2.6. Наукові дослідження з проблем охорони праці .....	114	2.3. Забруднення повітряного середовища шкідливими речовинами .....	206
1.3. Навчання з питань охорони праці .....	117	2.3.1. Виробничий пил .....	206
1.3.1. Загальні положення .....	117	2.3.2. Виробничі отрути та їх вплив на організм .....	210
1.3.2. Організація навчання з охорони праці .....	119	2.4. Вентиляція виробничих приміщень .....	219
1.3.3. Пропаганда знань з питань охорони праці .....	120	2.4.1. Системи вентиляції .....	219
1.3.4. Інструктажі з питань охорони праці .....	123	2.4.2. Природна вентиляція .....	220
1.3.5. Активні методи й засоби навчання охороні праці .....	129	2.4.3. Механічна вентиляція .....	224
1.4. Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці ..	132	2.4.4. Загальнообмінна механічна вентиляція .....	227
1.4.1. Органи державного нагляду за охороною праці .....	132	2.4.5. Припливно-витяжна загальнообмінна вентиляція .....	229
1.4.2. Повноваження й права органів державного нагляду за охороною праці .....	133	2.4.6. Методи розрахунку систем механічної вентиляції .....	230
1.4.3. Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці .....	137	2.5. Освітлення виробничих приміщень .....	238
1.4.4. Комісія з питань охорони праці на підприємстві .....	138	2.5.1. Вплив умов освітлення на зорову функцію .....	238
1.4.5. Уповноважені трудових колективів з питань охорони праці ..	139	2.5.2. Основні світлотехнічні терміни .....	240
1.5. Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві .....	142	2.5.3. Вимоги до виробничого освітлення .....	242
1.5.1. Розслідування нещасних випадків на виробництві .....	142	2.5.4. Види й системи освітлення .....	242
1.5.2. Спеціальне розслідування нещасних випадків .....	147	2.5.5. Природне освітлення .....	244
1.5.3. Розслідування й облік хронічних професійних захворювань та отруєнь .....	149	2.5.6. Штучне освітлення .....	249
1.5.4. Розслідування та облік аварій .....	151	2.5.7. Характеристика джерел штучного освітлення .....	250
1.6. Аналіз, прогнозування та профілактика травматизму й професійної захворюваності на виробництві .....	155	2.5.8. Освітлювальні установки .....	251
1.6.1. Звітність та інформація про нещасні випадки .....	155	2.5.9. Методи розрахунку штучного освітлення .....	253
1.6.2. Аналіз причин травматизму й професійних захворювань ..	156	2.5.10. Прожекторне освітлення .....	257
1.6.3. Методи аналізу причин травматизму і професійних захворювань .....	160	2.6. Вібрація .....	261
1.6.4. Технічні та організаційні заходи щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань ..	168	2.6.1. Причини виробничої вібрації .....	261
<b>Розділ 2. Основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії</b> ....	170	2.6.2. Характеристика основних параметрів вібрації .....	262
2.1. Загальні положення .....	170	2.6.3. Дія вібрації на організм .....	265
2.1.1. Фактори санітарно-гігієнічних умов праці .....	170	2.6.4. Гігієнічне нормування .....	268
2.1.2. Державне санітарне законодавство .....	173	2.6.5. Заходи та засоби захисту від вібрації .....	269
2.1.3. Санітарно-епідеміологічний нагляд і його роль у профілактиці професійних захворювань .....	176	2.7. Шум, ультразвук та інфразвук .....	281
2.1.4. Відповідальність за порушення санітарного законодавства ...	179	2.7.1. Виробничий шум .....	281
		2.7.2. Фізичні та фізіологічні характеристики основних параметрів шуму .....	281
		2.7.3. Дія на організм .....	288
		2.7.4. Гігієнічне нормування .....	291
		2.7.5. Методи та засоби захисту .....	293
		2.7.6. Ультразвук .....	296
		2.7.7. Інфразвук .....	298

2.8.	Іонізуюче випромінювання .....	301	3.2.4.	Безпека при експлуатації трубопроводів .....	404
2.8.1.	Основні джерела і види іонізуючого випромінювання .....	301	3.2.5.	Безпека при експлуатації балонів .....	414
2.8.2.	Властивості іонізуючого випромінювання та одиниці його вимірювання .....	302	3.2.6.	Безпека при експлуатації криогенної техніки .....	421
2.8.3.	Біологічна дія іонізуючого випромінювання на організм ..	305	3.3.	Безпека при вантажно-розвантажувальних роботах і на транспорті ..	427
2.8.4.	Гігієнічне нормування .....	308	3.3.1.	Заходи безпеки при організації вантажно-розвантажувальних робіт .....	427
2.8.5.	Методи та засоби захисту .....	310	3.3.2.	Безпека підйимально-транспортного обладнання. Вимоги безпеки до вантажопідйимальних кранів .....	435
2.9.	Електромагнітні поля та електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону .....	314	3.3.3.	Безпека внутрішньозаводського і внутрішньоцехового транспорту. Внутрішньозаводські проїзди, дороги і тротуари .....	460
2.9.1.	Джерела електромагнітних полів та їх класифікація .....	314	3.4.	Електробезпека .....	467
2.9.2.	Дія електромагнітного випромінювання на організм людини ..	316	3.4.1.	Особливості електротравматизму .....	467
2.9.3.	Гігієнічне нормування .....	320	3.4.2.	Дія електричного струму на організм людини .....	469
2.9.4.	Профілактичні заходи щодо захисту .....	322	3.4.3.	Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом .....	477
2.10.	Випромінювання оптичного діапазону .....	325	3.4.4.	Вплив протікання струму через людину на наслідки ураження .....	485
2.10.1.	Особливості випромінювання оптичного діапазону .....	325	3.4.5.	Небезпека ураження людини струмом у різних електричних мережах .....	488
2.10.2.	Інфрачервоне випромінювання та особливості його дії на організм .....	325	3.4.6.	Класифікації виробничих умов за рівнем електробезпеки ..	490
2.10.3.	Гігієнічне нормування й профілактичні заходи .....	328	3.4.7.	Системи засобів і заходів безпечної експлуатації електроустановок .....	493
2.10.4.	Ультрафіолетове випромінювання та особливості його дії на організм .....	329	3.4.8.	Надання допомоги при ураженні електричним струмом ..	502
2.10.5.	Лазерне випромінювання .....	332	<b>Розділ 4. Пожежна безпека</b> .....	506	
2.11.	Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення підприємств, виробничих і допоміжних приміщень .....	340	4.1.	Основні питання та визначення пожежної безпеки .....	506
2.11.1.	Основні санітарно-гігієнічні вимоги до території підприємства і розташування будівель та споруд .....	340	4.1.1.	Загальні відомості про пожежі .....	506
2.11.2.	Класифікація шкідливості підприємств .....	343	4.1.2.	Розвиток пожежної справи .....	509
2.11.3.	Вимоги до виробничих будівель .....	345	4.1.3.	Основні нормативні акти, що регламентують вимоги пожежної безпеки .....	513
2.11.4.	Вимоги до допоміжних та санітарно-гігієнічних приміщень ..	348	4.1.4.	Поняття про пожежу та пожежну безпеку .....	515
2.11.5.	Системи водопостачання та каналізації .....	350	4.1.5.	Основні причини пожеж .....	520
<b>Розділ 3. Основи техніки безпеки</b> .....	352	4.1.6.	Негативні та шкідливі чинники, пов'язані з пожежами .....	523	
3.1.	Загальні вимоги безпеки до технологічного обладнання та процесів ..	352	4.2.	Пожежонебезпечні властивості матеріалів та речовин .....	527
3.1.1.	Безпечність технологічного обладнання .....	352	4.2.1.	Теоретичні основи процесу горіння .....	527
3.1.2.	Механізація і автоматизація технологічних процесів та обладнання .....	355	4.2.2.	Класифікація видів горіння .....	530
3.1.3.	Дистанційне спостереження і керування .....	358	4.2.3.	Група горючості матеріалів та речовин .....	533
3.1.4.	Контрольно-вимірювальні засоби .....	363	4.2.4.	Показники пожежної та вибухової небезпеки матеріалів і речовин .....	535
3.1.5.	Блокувальні і сигнальні пристрої .....	365	4.2.5.	Особливості горіння твердих горючих матеріалів .....	538
3.1.6.	Загальні вимоги до розташування обладнання .....	369	4.2.6.	Особливості горіння рідких речовин .....	542
3.1.7.	Організація робочих місць .....	373	4.2.7.	Особливості горіння пилоповітряної суміші .....	545
3.2.	Безпека при експлуатації систем під тиском і криогенної техніки ..	378	4.2.8.	Особливості горіння газів .....	547
3.2.1.	Загальні вимоги безпеки посудин, що працюють під тиском ...	378	4.2.9.	Умови самозаймання речовин .....	550
3.2.2.	Основні причини аварій і несправностей котельного агрегату .....	380			
3.2.3.	Безпека при експлуатації компресорних установок .....	395			

4.3. Пожежовибухонебезпечність об'єктів .....	557
4.3.1. Пожежовибухонебезпечні властивості матеріалів і речовин та сфера їх використання .....	557
4.3.2. Класифікація приміщень за вибухопожежонебезпечністю ..	564
4.3.3. Обґрунтування категорії вибухопожежонебезпечності приміщень .....	568
4.3.4. Класифікація приміщень за Правилами облаштування електроустановок .....	574
4.3.5. Вимоги вибухо- і пожежобезпеки при використанні електроустановок .....	577
4.4. Система попередження пожеж .....	580
4.4.1. Призначення та засади системи попередження пожеж .....	580
4.4.2. Вимоги до системи попередження пожеж .....	581
4.4.3. Захист від блискавки .....	584
4.5. Система пожежного захисту .....	593
4.5.1. Суть і складові системи пожежного захисту .....	593
4.5.2. Заходи щодо попередження розповсюдження пожежі .....	595
4.5.3. Ступінь вогнестійкості будівель та споруд .....	599
4.5.4. Пожежна сигналізація .....	604
4.5.5. Способи і засоби пожежогасіння .....	606
4.5.6. Протипожежне водопостачання .....	620
4.5.7. Стационарні засоби гасіння пожеж .....	625
4.5.8. Евакуація людей .....	633
4.5.9. Протидимний захист .....	642
4.6. Система організаційно-технічних заходів .....	645
4.6.1. Організаційно-технічне забезпечення пожежної безпеки ..	645
4.6.2. Обов'язки державних органів щодо забезпечення пожежної безпеки .....	646
4.6.3. Обов'язки посадових осіб та громадян щодо забезпечення пожежної безпеки .....	648
4.6.4. Державний пожежний нагляд .....	651
4.6.5. Пожежна охорона та організація гасіння пожеж .....	653
4.6.6. Інструкції про заходи пожежної безпеки .....	656
4.6.7. Дії персоналу під час виникнення пожежі .....	658
4.6.8. Навчання з питань пожежної безпеки .....	659
<b>Література</b> .....	662

## ВСТУП

Забезпечення здорових умов праці є проблемою загальнодержавного значення. З метою запобігання травматизму держава здійснює ряд заходів, однак у багатьох сферах виробничої діяльності рівень виробничого травматизму залишається високим, що є наслідком дії ряду чинників. До них можна віднести недоліки в організації праці, порушення трудової і технологічної дисципліни, недостатню навченість персоналу, відсутність нагляду й контролю за безпечним виконанням робіт і дотриманням норм законодавчої бази.

Характерною рисою сучасного періоду розвитку суспільства є зміна домінуючої державної форми власності, перехід до демократичної системи та економічних ринкових відносин. Людина, її життя та безпека визнано найвищою соціальною цінністю. Україна підтримала концепцію ООН про сталий людський розвиток. Пріоритет у цій концепції належить праву кожної людини на надійну безпеку.

Необхідність вирішення питань безпеки зумовлює формування цілісної системи знань з проблем охорони праці, необхідних для прийняття за будь-яких умов обґрунтованих рішень щодо безпеки на рівні людини, колективу, підприємства, галузі, регіону й суспільства в цілому.

Досягнення абсолютної безпеки є нереальним завданням. Концепція абсолютної безпеки є гуманною, але вона не відповідає законам надійності й техносфери, так як абсолютна безпека обумовлена



необмеженою кількістю чинників, що впливають на організм, постійною зміною їх чисельності та сили впливу в часі й просторі, обмеженими можливостями людини та існуючих технічних систем захисту.

З економічної точки зору підвищення надійності й безпеки технічних систем є недоцільним, тому що економічні можливості держави нині дуже обмежені. Надмірні витрати на підвищення технічної безпеки можуть завдати суттєвої шкоди соціальній та іншим сферам. Збільшення витрат на технічну безпеку тягне за собою зменшення витрат на соціальну сферу, а відтак порушується існуючий баланс між цими витратами.

Отже, економічні витрати на охорону праці нерозривно пов'язані із соціальними проблемами й суттєво впливають на економічні результати виробництва — продуктивність праці, якість і собівартість продукції.

Продуктивність праці й працездатність людини можна підвищувати шляхом подовження періоду активної трудової діяльності, раціонального використання основних виробничих фондів, зниження рівня травматизму та професійної захворюваності.

Зниження рівня травматизму, професійної захворюваності та інвалідності зберігає здоров'я працюючих, одночасно зменшуючи витрати на сплату пільг та компенсацій за роботу в шкідливих умовах, оплату наслідків такої праці, виплату допомоги за ушкодження здоров'я, сплату штрафних санкцій за нещасні випадки та незадовільні умови праці. Щорічно в Україні майже 17 тис. людей стають інвалідами праці, а загальна кількість пенсіонерів унаслідок трудового каліцтва перевищує 150 тис. осіб. Сума виплат за пільговими пенсіями від трудового каліцтва, відшкодування шкоди потерпілим на виробництві через незадовільні умови праці перевищує 1 млрд грн. на рік.

Отже, дотримання умов праці в економічному аспекті нерозривно пов'язане з вирішенням соціальних питань. Поліпшення умов праці зумовлює такі позитивні соціальні результати, як збереження здоров'я працюючих, підвищення рівня задоволеності своєю пра-



цею, трудової і технологічної дисципліни, зростання престижу деяких професій та інших показників, що характеризують більш високий рівень соціального розвитку суспільства.

Стратегічним принципом держави в цій сфері повинен стати принцип комплексного, на всіх рівнях, вирішення питань безпеки як однієї із складових якості суспільного життя людини.

Державна політика в галузі безпеки праці має бути спрямованою на забезпечення духовного, психічного, фізичного й соціального здоров'я населення.

Пріоритетним завданням дисципліни «Основи охорони праці» є навчання майбутніх фахівців відповідальному ставленню до власного здоров'я та здоров'я оточуючих як до найвищих індивідуальних і суспільних цінностей.

Науково-методичні принципи побудови курсу «Основи охорони праці» базуються на його соціальному значенні, характері впливу виробничих умов на організм людини та аналізі існуючих механізмів захисту.

Підвищення рівня навченості та освіченості фахівців у галузі охорони праці вимагає розгляду проблем безпеки сучасного техногенного середовища. Адже окремі необгрунтовані рішення, навіть другорядні, на перший погляд, можуть призвести до небажаних соціальних наслідків.

## ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ОСНОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### Основні етапи розвитку охорони праці

На початку минулого століття техніки безпеки, виробничої санітарії і пожежної безпеки можна було досягти завдяки порівняно простим технічним заходам і засобам. Раніше в процесі виробництва використовувалася сировина з відомими токсичними й пожежонебезпечними властивостями; технологічне обладнання, машини та інструменти були нескладними, а виробничі будівлі за площею та об'ємом були невеликими.

У другій половині ХХ ст. докорінно змінилися продуктивні сили, розширилося виробництво, виникли нові галузі промисловості. Людина оволоділа атомною енергією, залучила в процес своєї діяльності всі оболонки Землі і навіть вийшла в Космос.

У сучасному техногенному середовищі широко використовуються нафта й газ як первинні енергоджерела, технологічні процеси з підвищеними параметрами тиску, високих і низьких температур, що не могло не призвести до появи критичних рівнів впливу шкідливих і небезпечних виробничих чинників, загострюючи проблему захисту від них. Енергетична потужність машин, висока швидкість їх робочих органів та миттєве сприймання інформації висувають підвищені вимоги до психічних, емоційних, розумових та енергетичних можливостей організму людини.

Останнім часом збільшилися площі промислових підприємств, зросла фізична, хімічна, біологічна дія засобів праці на організм людини, однак щодо технічної та пожежної небезпеки сучасні технологічні процеси дуже часто проектуються без урахування цих змін.

За таких умов дія шкідливих та небезпечних виробничих чинників посилюється в багато разів, що створює небезпечні умови праці, а інколи й аварійні ситуації. Якщо раніше проблеми охорони праці можна було вирішувати в процесі виробництва, то нині навіть незначні прорахунки з безпеки праці, допущені на стадії проектування, призводять до надзвичайних ситуацій, людських жертв та великих матеріальних збитків.

Внаслідок зазначених причин заходи з охорони праці необхідно планувати одночасно з розробкою нових технологічних процесів, нових машин та проектуванням нових будівель і споруд.

На початковому етапі розвитку охорони праці захист організму людини вирішувався на стадії виробництва (Д) (рис. 1).

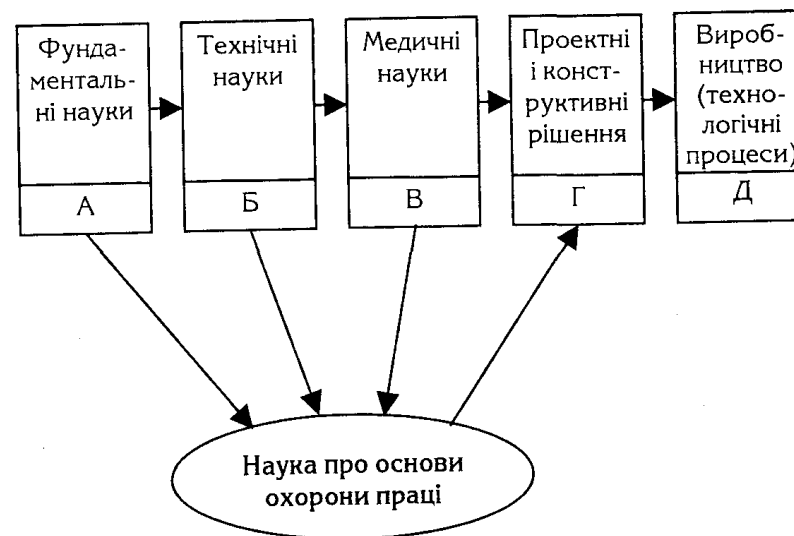


Рис. 1  
Схема розвитку науки про захист від шкідливих впливів та небезпек



Із цією метою здійснювався аналіз шкідливих і небезпечних чинників виробництва, які загрожували життю й здоров'ю людей і могли спричинити до нещасного випадку. На підставі цих даних розроблялися інженерні рішення щодо захисту працюючих.

З розвитком продуктивних сил під впливом науково-технічного прогресу цей шлях вирішення проблем охорони праці перестав відповідати нагальним вимогам техносфери. Виникла необхідність у глибокому вивченні біологічної, фізичної і хімічної сутності впливу шкідливих і небезпечних чинників, у прогнозуванні їх виникнення, щоб завчасно на підставі фундаментальних (А), технічних (Б) і медичних (В) наук впроваджувати заходи захисту від них на стадії проектування, конструювання (Г) й виробничої експлуатації (Д).

Нині проблеми охорони праці вирішуються на національному рівні в масштабах держави. Основна увага приділяється усуненню шкідливого впливу технологічних процесів на організм людини шляхом оздоровлення умов праці на виробництві.

Проблемам охорони праці присвячуються дослідження з ряду медичних дисциплін, що є нині науковою медичною основою охорони праці. До таких дисциплін належать гігієна праці, професійна патологія, виробнича санітарія, фізіологія і психологія праці та ін.

Гігієна праці — галузь медичної науки про здоров'я, яка вивчає трудову діяльність людини й виробниче середовище з точки зору їх можливого впливу на організм і розробляє гігієнічні рекомендації по створенню сприятливих і здорових умов праці.

Професійна патологія — галузь медичної науки, яка вивчає вплив несприятливих умов праці на стан здоров'я людини.

Промислова токсикологія — галузь гігієни праці, що вивчає властивості отруйних речовин, дію промислових отрут у виробничих умовах і патологічні зміни, які виникають в організмі, з метою розробки ефективних засобів лікування й профілактики отруєнь.

Виробнича санітарія розробляє вимоги до правильного облаштування, обладнання та утримання промислових підприємств з метою охорони здоров'я працюючих.



Фізіологія праці — розділ фізіології, присвячений вивченню функціонального стану організму людини під впливом її виробничої діяльності та фізіологічному обґрунтуванню заходів організації трудового процесу, що повинно сприяти тривалому підтримуванню працездатності людини на високому рівні.

Психологія праці — розділ психології, який вивчає психологічні особливості творчої або трудової діяльності з метою підвищення продуктивності праці й формування в людини професійно важливих якостей.

Інженерна психологія — галузь науки, що вивчає психологічні особливості трудової діяльності людини в ергатичних системах.

Ергономіка — наукова дисципліна, що вивчає взаємодію людини з технічними системами, засобами праці й виробничим середовищем з метою оптимальної гармонізації цієї взаємодії.

Ергономіка та інженерна психологія тісно пов'язані. В ергономіці перш за все використовуються принципи й методи фізіологічного аналізу, а в інженерній психології акцентується насамперед на психологічних аспектах діяльності. Основним практичним завданням інженерної психології є розробка принципів оптимального розподілу функцій між людиною і машиною в системах управління, пошук оптимальної конструкції органів управління відповідно до особливостей людини, оцінка точності й надійності оператора.

Для створення безпечних і здорових умов праці велике значення має законодавче регулювання питань охорони праці.

Законодавча охорона праці — це сукупність норм, які передбачають систему заходів, спрямованих безпосередньо на забезпечення безпечних і здорових умов праці, які мають впроваджуватися у виробничу сферу.

У виробничій сфері проблеми охорони праці органічно пов'язані з технологічними процесами, обладнанням, організацією виробництва, робочого місця. Тому найбільш ефективно вони вирішуються, коли розробка технологічних процесів, конструювання обладнання, проектування підприємств і цехів науково обґрунтовані.





У вирішення цих питань провідна роль належить інженерній охороні праці, інженерним методам та розрахункам заходів захисту.

Курс «Основи охорони праці» не є самостійною науковою дисципліною. Він має міждисциплінарний характер, бо знаходиться на межі багатьох галузей науки, які вивчають ту чи іншу частину великої комплексної проблеми — охорони праці.

Дисципліна «Основи охорони праці» не є механічним поєднанням різних галузей науки. Вона органічно й логічно синтезує здобутки багатьох наук, синтезує їх, але, окрім цього, має ясно виражену прикладну спрямованість. Мета охорони праці — вдосконалення виробничих умов шляхом розробки відповідних інженерних рішень.

Основи охорони праці — це комплексна технічна дисципліна, яка розробляє способи й засоби створення сприятливих для людського організму умов праці за умови збереження високої працездатності.

Отже, основи охорони праці охоплюють усі описані вище дослідження різних наукових дисциплін і тісно пов'язані із загально-технічними та спеціальними науками.

Усі зазначені елементи основ охорони праці мають самостійне значення, але водночас тісно пов'язані між собою, доповнюючи багатоаспектну проблему, що стосується безпеки людини в умовах виробничої діяльності.

## **Структура, зміст та мета курсу «Основи охорони праці»**

Термін «Основи охорони праці» як освітянський напрямок підготовки фахівців з'явився п'ять років тому — 31 липня 1997 р., коли Міністерство освіти затвердило навчальну програму із цієї нормативної дисципліни.

Нормативна дисципліна «Основи охорони праці» вивчається з метою формування в майбутніх фахівців відповідного рівня знань та

навичок з правових та організаційних питань охорони праці, гігієни праці, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки, визначених державними стандартами освіти.

Курс «Основи охорони праці» являє собою комплексну прикладну інженерно-технічну дисципліну, що базується на теоретичних розрахунках, конструктивних рішеннях, експериментах, дослідженнях і спостереженнях.

У структурному відношенні курс «Основи охорони праці» складається з 4 розділів:

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

У зазначених розділах курсу висвітлюються в основному загальні питання законодавчої бази, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки, що характеризують потенційні небезпеки на переважній більшості промислових підприємств.

Курс «Основи охорони праці» має на меті озброїти майбутніх фахівців такими вміннями та навичками:

- а) розуміти природу впливу різноманітних шкідливих та небезпечних чинників виробничого середовища на організм людини, знати фізичну, хімічну й біологічну сутність їх шкідливої дії;
- б) виявляти та аналізувати потенційні джерела небезпечних і шкідливих явищ, які можуть виникати й діяти на виробництві в різноманітних технологічних процесах;
- в) виявляти й аналізувати причини виробничого травматизму, професійних захворювань, визначати шляхи запобігання цим явищам;
- г) виявляти й аналізувати можливі причини загорянь, пожеж; розробляти такі інженерні рішення по боротьбі з пожежами, за яких збитки були б мінімальними.

Поглиблене вивчення основ охорони праці дає можливість майбутнім фахівцям в умовах виробництва приймати такі інженерні рі-



шення, за яких обладнання та машини, що експлуатуються, а також ті, що будуть вводитися в експлуатацію, у жодній ситуації не могли б стати джерелом виробничого травматизму та професійних захворювань.

Отже, сучасне техногенне середовище висуває високі вимоги до підготовки фахівців з вищою освітою, до набутих ними знань і навичок. Спеціалісти повинні добре орієнтуватися в складному комплексі чинників, що визначають механізм і природу виробничих небезпек і професійних загроз, і вміло використовувати існуючі способи створення безпечних умов праці, розробляючи нові більш досконалі методи захисту.

Завданням курсу «Основи охорони праці» є вивчення умов праці, шкідливих і небезпечних чинників виробництва, а також розробка на основі наукових досягнень ефективних заходів щодо забезпечення здорової і безпечної діяльності.

## Основні поняття в галузі охорони праці

Згідно з державним стандартом охорона праці — це система законодавчих актів і відповідних соціально-економічних, технічних, гігієнічних та організаційних заходів, що забезпечують безпеку людини, збереження її здоров'я і працездатності в процесі праці.

Виробнича діяльність передбачає взаємовідносини людини з предметами й знаряддями праці, іншими людьми. У процесі такої взаємодії людина залежно від характеру праці може зазнавати різноманітного зовнішнього впливу: механічного, теплового, хімічного, електричного, електромагнітного, радіаційного й т. ін. Усе це в сукупності характеризує стан безпеки праці, наявність засобів захисту та загальні умови праці.

Під безпекою праці розуміють такий стан виробничих обставин, за яких унеможлиблюється вплив шкідливих або небезпечних виробничих чинників на працюючих.

Під безпекою виробничого обладнання розуміють здатність обладнання зберігати безпечний стан при виконанні заданих функцій в умовах, регламентованих нормативною документацією.

Під засобами захисту працюючих розуміють колективні та індивідуальні засоби, використання яких запобігає дії небезпечних та шкідливих виробничих чинників на працюючих або зменшує цю дію.

У широкому розумінні умови праці включають в себе санітарно-гігієнічну обстановку, рівень технічної оснащеності, характер технологічних процесів, організацію виробничого процесу та робочих місць, режим праці й відпочинку, естетику виробництва та взаємовідносини людей у виробничому процесі.

Санітарно-гігієнічна обстановка визначає санітарний стан виробництва (від лат. *sanitas* — здоров'я) та можливість впливу на працюючих шкідливих виробничих чинників, що можуть призвести до професійних захворювань. Ці питання вивчає виробнича санітарія.

Виробнича санітарія — це система організаційних і технічних заходів, що запобігають дії шкідливих виробничих чинників на організм людини або зменшують цю дію.

Під організаційними заходами розуміють правильну організацію праці на робочих місцях, дотримання відповідного режиму праці, проведення навчання та інструктажів щодо правильного використання різних речовин, що можуть негативно впливати на стан здоров'я людини та забруднювати навколишнє середовище. Сюди слід віднести організацію постійного нагляду й контролю за дотриманням санітарних норм і правил при використанні речовин і матеріалів з токсичними властивостями, виконанням вимог спеціальних правил при зведенні виробничих споруд і будівель, а також у процесі їх експлуатації.

Під технічними засобами розуміють належне використання існуючих спеціальних колективних та індивідуальних засобів захисту працюючих для боротьби із шкідливими чинниками, а також розробку більш досконалих методів на основі нових наукових досягнень.



Рівень технічної оснащеності й характер технологічних процесів визначає стан забезпечення виробничих підприємств засобами механізації та автоматизації, відповідність їх світовим стандартам. Низку цих питань розглядає техніка безпеки, яка органічно пов'язана з питаннями виробництва й технологій.

Техніка безпеки — це система організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають впливу небезпечних виробничих чинників на працюючих. Техніка безпеки є розділом основ охорони праці. Предмет вивчення цього розділу — безпека праці в умовах виробництва при максимальній її продуктивності. Техніка безпеки ґрунтується на розрахунках і конструюванні запобіжних засобів, пристроїв та апаратів, на спостереженнях та експериментуванні; у полі зору її має бути все те, що необхідне для створення безпечних та нешкідливих умов праці.

Завдання техніки безпеки — вивчати й виявляти всі чинники, що прямо чи опосередковано впливають на виникнення небезпечних моментів, що призводять до нещасних випадків, гострих професійних захворювань та отруєнь, і розробляти запобіжні організаційні та технічні заходи.

До організаційних заходів належать такі: огороження території виробничого підприємства, будівельного майданчика й небезпечних зон; облаштування проходів і проїздів, що забезпечують вільний доступ до всіх об'єктів; забезпечення системи освітлення, водопостачання, енергопостачання; розміщення зон складування, постійних і тимчасових доріг і т. ін.

До технічних заходів належать такі: виконання відповідних інженерних розрахунків, що забезпечують безпеку робіт; розрахунки риштувань; розробка монтажно-технічного устаткування; схеми кріплення будівельних конструкцій, траншей і котлованів; схеми строповки конструкцій, добір канатів, строп, траверс, якорів та інших вантажозахватних пристроїв; забезпечення електробезпеки та безпечної роботи ємностей, що працюють під тиском, та ін.



Для вирішення цих питань вивчаються виробничі процеси, виробниче обладнання, машини та інструменти, стан будівель, споруд, робочих місць, відповідність колективних та індивідуальних захисних засобів характеру праці та інші чинники, які певною мірою можуть спричинити виникнення небезпечної і шкідливої обстановки у виробничих умовах.

- Щоб успішно розв'язати зазначені вище проблеми, необхідно:
- створювати безпечну техніку й запроваджувати безпечні технологічні процеси;
  - впроваджувати в технологічні процеси автоматизацію, блокування й захисні засоби, що забезпечують безпеку праці;
  - навчати персонал правилам та нормам безпеки праці й вимагати їх дотримання;
  - виявляти причини травматизму й потенційних небезпек в умовах виробництва;
  - вдосконалювати існуючі методи та заходи захисту від шкідливих і небезпечних чинників.

За ознаками впливу шкідливих і небезпечних виробничих чинників на організм людини і засобів, які використовуються для захисту від них, курс «Основи охорони праці» має ще розділ «Пожежна безпека».

Пожежна безпека вивчає основні поняття та визначення в цій сфері, розробляє систему попередження пожеж та пожежний захист у разі пожежі.

Отже, у процесі праці організм людини сприймає залежно від виробничих обставин комплекс чинників, які можуть позитивно або негативно впливати на стан здоров'я та рівень працездатності. Позитивний або негативний вплив чинників виробничого середовища обумовлюється їх активністю.

Організм людини може пристосуватися до виконання робіт лише за умови, що шкідливі й небезпечні виробничі чинники не дуже активні й лежать у межах гранично допустимих рівнів, норм, доз або концентрацій (наприклад, допустимі норми шуму, вібрації та ін.). Якщо ж шкідливі й небезпечні чинники виробництва досить активні,



тоді організм людини не в змозі пристосуватися до них і його нормальна життєдіяльність порушується, а стан здоров'я погіршується. У цих випадках, залежно від активності виробничих чинників і часу їх дії, виникають виробничі травми або професійні хвороби.

Дослідження причин виробничого травматизму і його профілактику здійснює техніка безпеки. Профілактика й дослідження причин професійних захворювань — завдання гігієни праці та виробничої санітарії. Профілактику пожеж, встановлення причини загорянь та ліквідацію їх наслідків вивчає пожежна безпека.

## Шкідливі та небезпечні виробничі чинники

Виробнича діяльність людини відбувається в складних ергатичних системах: людина — технологічний процес та обладнання — трудовий процес — виробниче середовище. Ця система є об'єктом дослідження, мета якого — виявлення небезпечних і шкідливих виробничих чинників, притаманних даному технологічному процесу, визначення можливих ситуацій, за яких виникають нещасні випадки або професійні захворювання.

Такі дослідження дають можливість зрозуміти, у яких умовах відбувається виробничий процес: без впливу шкідливих і небезпечних чинників чи за наявності таких. Можливість впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників на працюючих визначає ступінь виробничої безпеки.

Небезпечним називається виробничий чинник, дія якого на працюючого у відповідних умовах призводить до травми або іншого раптового різкого погіршення здоров'я.

Шкідливим називається виробничий чинник, дія якого на працюючого призводить до захворювання чи зниження рівня працездатності.

Залежно від інтенсивності й часу дії виробничий чинник може бути небезпечним або шкідливим. У разі миттєвої дії він стає небезпечним, а при тривалому впливі — шкідливим чинником.



Згідно з державним стандартом шкідливі й небезпечні чинники за природою впливу та дії поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні.

Фізичні небезпечні й шкідливі виробничі чинники:

- рухомі машини та механізми, незахищені рухомі елементи обладнання, рухомі заготовки, конструкції, що руйнуються або обвалюються;
- підвищена запиленість й загазованість повітря;
- підвищена або знижена температура повітря, поверхонь обладнання, вологість повітря, тиск повітря або швидкість руху повітря;
- підвищений рівень шуму й вібрації, ультразвуку та іонізуючого випромінювання;
- небезпечний рівень напруги в електричній мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини, підвищений рівень статичного струму, підвищена напруженість електричного й магнітного полів;
- відсутнє або недостатнє природне світло, недостатня освітленість робочої зони, підвищена яскравість світла, відсутність контрасту між фоном та об'єктом розрізнення, блиск, підвищена пульсація світлового потоку, підвищений рівень ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання;
- гострі краї, зубченість і шерехуватість поверхонь заготовок, інструментів та обладнання;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно землі або підлоги;
- невагомість.

Хімічні небезпечні й шкідливі виробничі чинники поділяються: а) за характером впливу на організм людини на:

- подразнюючі;
- токсичні;
- сенсibiliзуючі;
- канцерогенні;
- мутагенні;
- такі, що впливають на репродуктивну функцію.



б) за шляхами проникнення в організм людини на такі, що діють через:

- органи дихання;
- шлунково-кишковий тракт;
- шкіряні покрови й слизові оболонки.

Біологічні небезпечні й шкідливі виробничі чинники включають біологічні об'єкти, вплив яких на працюючих викликає травми або захворювання: патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, спирохети, гриби, найпростіші та ін.).

Психофізіологічні небезпечні й шкідливі виробничі чинники поділяються за характером дії на:

- а) фізичні перенавантаження (статичні й динамічні) і гіподинамія;
- б) нервово-психічні перенавантаження — розумова та емоційна перенапруга, перенапруга аналізаторів, монотонність праці.

Важко провести межу між виробничими небезпеками й професійними шкідливими чинниками. Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий чинник за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп. Наприклад, виробничий пил, який надходить в організм, може викликати професійну хворобу, а потрапивши в око — травму; іонізуюча радіація може викликати променеву хворобу, але може бути і причиною миттєвого променевого ураження («смерть під променем»); шум може бути причиною професійної хвороби й слухової травми.

Під час виробничого процесу на працівника може впливати комплекс небезпечних і шкідливих виробничих чинників: підвищений рівень шуму, вібрації, підвищена концентрація хімічних речовин, підвищена запиленість, високий рівень іонізуючого випромінювання й т. ін.

Відповідно до вищенаведеного державного стандарту чинники виробничого середовища умовно можна поділити на дві взаємопов'язані групи:

- чинники першої групи — це санітарно-гігієнічні умови виробничого середовища: температура й чистота повітря, освітленість, звук і т. ін.;



- чинники другої групи — засоби праці (машини, механізми, інструменти, обладнання).

Відповідна форма організації праці усуває дію психофізіологічних виробничих чинників, знімає несприятливі навантаження як фізичного (піднімання вантажів), так і психічного характеру (підвищена напруженість уваги, органів слуху, зору й т. ін.) і створює умови для збереження здоров'я і високого рівня працездатності.

Збереження здоров'я і високого рівня працездатності в процесі трудової діяльності базується на високій санітарно-гігієнічній культурі працюючих, дотриманні ними технологічної і трудової дисципліни, а також на знанні норм, правил, інструкцій у галузі безпеки праці та безперечному їх виконанні.

## Стан охорони праці в Україні

Незважаючи на щорічне зменшення кількості нещасних випадків, травматизм в Україні залишається високим, а за окремими показниками навіть зростає.

У 2002 р. в Україні було травмовано на виробництві понад 26 тис. чоловік, причому 1285 випадків — смертельні.

У порівнянні з 2001 роком кількість постраждалих унаслідок нещасних випадків скоротилася на 18 %. Кількість загиблих на виробництві зменшилася порівняно з позаминулим роком на 9 %.

Тенденція, яка намітилася в зниженні рівня виробничого травматизму в державі, є явищем позитивним — особливо тому, що вона проявилася на фоні динамічного зростання обсягів виробництва.

Найбільше нещасних випадків у минулому році зареєстровано в Донецькій, Луганській та Дніпропетровській областях, на які припадає 63 % випадків загального і понад 37 % смертельного травматизму.

Динаміка загального й смертельного травматизму у сфері промисловості, агропромислового комплексу і на транспорті залишається-



ся досить несприятливою. Намітилася стійка тенденція до збільшення кількості інвалідів, яких в Україні 2,66 млн осіб.

У вугільній галузі, на підприємствах агропромислового комплексу, як і в цілому в Україні, збільшилася кількість аварій з груповими смертельними випадками.

Зросли показники тяжкості травматизму, у тому числі смертельного, у газовій промисловості, комунальному господарстві, машинобудуванні, на об'єктах котлонагляду і зв'язку.

Будівельна галузь за кількістю нещасних випадків зі смертельними наслідками посідає третє місце після сільського господарства та вугільної промисловості. Аналіз розслідування показав, що травмування відбувається внаслідок порушення нормативно-правових актів у сфері охорони праці. За даними статистичного аналізу, зростає тяжкість травм. Про це свідчить той факт, що тільки останніми роками кількість пенсіонерів за інвалідністю зросла на 18,6 %.

Щоденно на виробництві травмується в середньому понад 120 і гине 3–4 особи. Щорічно з одних і тих самих причин виникають аварії і повторюються нещасні випадки, що призводять до смертельних наслідків. На підприємствах велику небезпеку становить процес старіння основних виробничих фондів, на відновлення яких не вистачає коштів.

Через економічні труднощі, які переживає країна, механізовані роботи часто проводяться з використанням морально застарілих і технічно зношених машин та механізмів, які є джерелом небезпеки та шкідливих виробничих чинників. Ще й досі обсяг ручної праці залишається значним.

Сьогодні держава не є єдиним роботодавцем, як це було раніше. Динамічні перетворення в економічній сфері сприяли появі нових форм господарювання. Нині постійно зростає питома вага приватного сектора економіки (фермерство, орендний підряд), що призводить до інтенсифікації трудових навантажень. При цьому нагляд за дотриманням правил техніки безпеки, медичний контроль за станом здоров'я, санітарний нагляд за умовами праці не відповідає су-



часним вимогам. На низькому рівні перебуває санітарно-побутове забезпечення працівників.

Динаміка загального й смертельного травматизму за формами власності має нерівномірний характер. Винятком є державна форма власності, де зменшення кількості випадків загального й смертельного травматизму відбувається пропорційно. При цьому відношення смертельних нещасних випадків до загальної їх кількості впродовж п'яти років практично не змінюється й становить у середньому 2 %, що майже вдвічі менше, ніж у колективній формі власності, та в 11 разів менше, ніж у приватному секторі.

Причиною травматизму в промисловості є незадовільний нагляд і контроль, недоліки техніки безпеки та охорони праці, порушення нормативних вимог. На більшості промислових підприємств припинили діяльність медико-профілактичні заклади, діяльність яких була спрямована на запобігання випадкам профзахворювань і медичну реабілітацію працівників. Не витримуються норми щодо освітлення, температурного режиму, вентиляції та кондиціонування повітря. Засоби колективного та протиаварійного захисту в багатьох випадках відпрацювали встановлений ресурс і не відповідають сучасному рівню. Працівники не забезпечені згідно з діючими нормами засобами захисту в повному обсязі.

Низький рівень професійної підготовки та практична відсутність знань з питань організації та безпечного виконання робіт підвищеної небезпеки, застосування недосконалої технології щодо безпечного виконання робіт призводять до випадків аварійності зі смертельним травмуванням працівників на промислових підприємствах.

Негативно впливає на рівень промислового травматизму подрібнення підприємств під час перерозподілу власності та зміни власників. Унаслідок цього ліквідуються служби охорони праці й підготовки кадрів, які були залучені до управління промисловою безпекою.

Однією з основних причин високого рівня промислового травматизму протягом останніх років є важкий економічний стан держа-



ви та інші об'єктивні та суб'єктивні причини. Вони полягають у зношеності основних фондів, некомпетентності персоналу в питаннях охорони праці, низькій трудовій та технологічній дисципліні. Аналіз нещасних випадків на виробництві за причинами їх виникнення показав, що близько 80 % припадає на порушення виконавцями правил безпеки, а експлуатація несправної техніки призводить до високого рівня травматизму зі смертельними наслідками і має тенденцію до зростання.

Промисловий травматизм найчастіше виникає внаслідок ураження ручними інструментами й технологічним обладнанням, обрушення конструкцій чи обвалів та засипання землею, падіння з висоти й т. ін. Травмування працюючих ручними інструментами становить майже половину всіх нещасних випадків на виробництві.

Аналіз стану охорони праці в Україні за останні роки показав, що на підприємствах різних галузей економіки з року в рік одні й ті самі причини призводять до виникнення аварій і нещасних випадків.

Аварійні ситуації і нещасні випадки значною мірою пов'язані з організаційними причинами, зокрема з порушеннями технологічного процесу, трудової і виробничої дисципліни, та об'єктивними причинами — експлуатацією несправних, зношених і морально застарілих споруд, машин та устаткування.

Усунення деяких причин виробничого травматизму не вимагає великих економічних затрат, а залежить від якості державного нагляду й галузевого контролю за безпекою виконання робіт.

## Стан охорони праці в інших країнах

Нещасні випадки являють собою соціальне зло, що підриває основу сталої стратегії розвитку й призводить до великих людських та економічних втрат.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), понад 100 000 хімічних речовин, майже 50 фізичних та 200 біоло-



гічних чинників, близько 20 несприятливих ергономічних умов і стільки ж видів фізичних навантажень поряд з численними психологічними та соціальними проблемами можуть стати шкідливими та небезпечними виробничими чинниками й впливати на рівень виробничого травматизму та професійних захворювань.

За даними Міжнародної організації праці (МОП), щорічно у світі близько 2 млн чоловіків і жінок гинуть унаслідок нещасних випадків і професійних захворювань. Крім того, за неповними даними у світі щорічно реєструється 270 млн нещасних випадків професійного характеру і 160 млн професійних захворювань.

Зниження рівня виробничого травматизму й захворювань професійного характеру в усьому світі є одним з найсерйозніших завдань сьогодення.

Згідно з даними МОП у 2000 р. внаслідок дії виробничих чинників померло 2 млн осіб. Експерти МОП, проаналізувавши дані нещасних випадків і захворювань професійного характеру, прийшли до висновку, що:

- ракові захворювання, виникнення яких було пов'язано з умовами трудової діяльності, становили 32 %;
- серцево-судинні захворювання, виникнення яких було пов'язано з умовами діяльності, становили 23 %;
- нещасні випадки на виробництві — 19 %;
- інфекційні захворювання, виникнення яких було пов'язано з умовами трудової діяльності, — 16 %.

У країнах з ринковою економікою основною проблемою є ракові захворювання, пов'язані з умовами праці. Серцево-судинні захворювання внаслідок впливу виробничих чинників особливо поширені в колишніх соціалістичних країнах Європи, а також у країнах Близькосхідного регіону.

Індія та країни Африки, розташовані на південь від Сахари, потерпають в основному від інфекційних захворювань, пов'язаних з трудовою діяльністю.



У країнах Латинської Америки та Карибського басейну поширені всі основні види професійних захворювань, але провідне місце серед них посідають ракові та серцево-судинні захворювання.

За даними МОП, жодна галузь виробництва не може вважатися повністю безпечною, однак серед них є особливо небезпечні. До таких галузей МОП відносить три найбільш небезпечні для життя й здоров'я галузі праці як у промислово розвинутих країнах, так і у країнах, які розвиваються: сільське господарство, гірничодобувна і будівельна промисловість.

Крім того, у сільському господарстві нині зайнято 1,3 млрд осіб або майже половина чисельності всієї робочої сили на планеті. За оцінкою МОП у світі щорічно гине до 170 тис. сільськогосподарських робітників.

У гірничодобувній промисловості зайнято менш як 1 % робочої сили у світі, проте на частку цієї галузі припадає до 5 % нещасних випадків зі смертельними наслідками. Значна кількість працюючих у гірничодобувній галузі має захворювання професійного характеру (пневмоконіоз, втрата слуху, наслідки впливу вібрації), які призводять до ранньої інвалідності й навіть до смерті.

У будівництві близько 60 тис. осіб щорічно одержують смертельні травми, а кілька сотень тисяч працюючих — серйозні каліцтва й розлади здоров'я.

За даними статистики, ті, що працюють у неформальному секторі економіки, як у містах, так і в сільській місцевості, стикаються із серйозними проблемами у сфері охорони та гігієни праці. До поняття цього сектора економіки включено велику кількість видів занять та робіт, під час виконання яких робітник не вступає в офіційно оформлені відносини з роботодавцем. Працівники в неформальному секторі економіки не мають узаконених умов праці й позбавлені соціального захисту.

За даними МОП, 4 % валового внутрішнього продукту (ВВП) втрачається з причини нещасних випадків і захворювань, пов'язаних з трудовою діяльністю. ВВП є найпоширенішим показником добро-



буту держав. У 2001 р. 4 % світового ВВП становило понад 1,251 трлн доларів США.

Нині соціально-економічна політика держав визначається такими критеріями: прибуток, людина, планета. Праця в житті людини посідає центральне місце, бо визначає стабільність і добробут сім'ї та суспільства в цілому, тому людина має право на гідні умови праці.

Діяльність МОП у сфері охорони та гігієни праці спрямована на розробку двох видів норм: конвенцій (підлягають ратифікації та обов'язкові для виконання) та рекомендацій (мають більш детальний характер і в багатьох випадках доповнюють конвенції).

Нині прийнято понад 70 конвенцій МОП, які повністю або частково регламентують питання охорони та гігієни праці, торкаються питань, які тісно пов'язані з такою проблематикою, як інспектування праці, колективний договір, дитяча праця, перехід до профілактики замість звичайного припису заходів захисту.

В умовах глобального економічного процесу МОП враховує нові тенденції в трудовому вихованні, а також перехід від технічних рекомендацій до системного підходу, який передбачає наявність ефективної системи управління у сфері охорони праці. Усе це зводиться до одного завдання — зробити виробниче середовище більш здоровим та безпечним.

Система управління охороною праці повинна спрямовуватися на підвищення безпеки та культури виробництва, впровадження нових безпечних технологій, які мають започаткувати тривалий та складний процес зміни ставлення людини до особистої безпеки.

## Невиробничий травматизм

Нещасні випадки, не пов'язані з виконанням трудових обов'язків населення, залишаються в державі досить гострою проблемою.

За статистичними даними, щорічно від нещасних випадків невиробничого характеру гине людей у 50–60 разів більше, ніж на виробництві.





За період з 1991 по 1998 рр. в Україні від нещасних випадків невинного та побутового характеру загинуло 567,5 тис. чол., що в 38 разів перевищує смертельний травматизм на виробництві; крім того, сотні тисяч людей стали інвалідами. Від випадків на транспорті за цей час загинули близько 76 тис. чол., майже 82 тис. чол. загинули від отруєнь, 108 тис. чол. — покінчили життя самогубством, від насильницьких дій постраждали 50,8 тис. чол., 37,3 тис. чол. — від утоплень і 12,7 тис. чол. — під час пожеж.

Унаслідок травматизму невинного характеру втрати трудового потенціалу становлять щорічно 30–35 тис. чоловік, втрати робочого часу через тимчасову непрацездатність — понад 20 млн календарних днів, що дорівнює 60 тис. працюючих на рік.

Тільки в 1998 р. одержали різні види травм близько 2 млн чоловік, з них — понад 200 тис. дітей віком до 14 років.

Згідно із статистичними даними, у 2002 р. в Україні від нещасних випадків невинного характеру та в побуті загинули 75270 чол., що на 1113 чол. Більше, ніж у 2001 р.

Найвищі показники смертності в результаті невинного травматизму у 2002 р. зареєстровано в Дніпропетровській, Донецькій, Харківській, Луганській, Одеській, Запорізькій областях. Тільки в цих областях загинуло понад 33,8 тис. чол., що становить 44 % від загальної кількості смертельних травм в Україні.

У 2002 р. за основними чинниками нещасних випадків по 7 показниках зареєстровано зростання смертельних випадків, а по чотирьох — зниження (випадкові утоплення, самогубства й т. ін.). Наведені дані свідчать про те, що значних змін у профілактиці невинного травматизму не сталося, а за деякими показниками становище навіть погіршилося.

Значна частка травматизму припадає на транспорт, випадкові отруєння алкоголем, нещасні випадки від дії вогню та полум'я. Високий рівень травматизму невинного характеру зумовлений недостатньою роботою щодо його попередження, перш за все щодо запобігання дорожньо-транспортним, побутовим та іншим нещасним випадкам невинного характеру.



Проблема попередження нещасних випадків невинного характеру вимагає відповідної координації в діяльності центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств та організацій.

Щоб вирішити цю проблему, Верховна Рада працює над врегулюванням законодавчої та нормативної бази. Затверджено «Положення про розслідування та облік нещасних випадків невинного характеру», Комплексну програму запобігання дорожньо-транспортному, побутовому і дитячому травматизму, іншим нещасним випадкам невинного характеру. Ряд нормативних актів щодо безпеки населення розробили міністерства та відомства.

У Держнаглядохоронпраці створено відділ невинного травматизму. Реалізація державної політики в цій сфері має створити передумови для зниження рівня смертності населення, особливо працездатного віку, що має важливе значення в сучасній демографічній ситуації.

## Виробничий травматизм

У виробничих умовах можливий несприятливий збіг обставин, що призводить до травмування людей.

Травмування (грец. trauma — пошкодження, рана) — це порушення анатомічної цілісності організму або його функцій унаслідок раптової короткочасної дії будь-якого зовнішнього чинника (механічного, хімічного, термічного та ін.), у результаті чого настає тимчасова або постійна втрата працездатності.

Збіг обставин, за яких виникає травмування працюючих, розглядається як небезпечна подія. Якщо при цьому відбувається травмування організму, то така подія розглядається як нещасний випадок.

Дія небезпечного чинника під час виконання працівником трудових обов'язків, унаслідок чого виникає травма, називається нещасним випадком. Характерною рисою нещасних випадків є раптовість і короткочасність періоду їх виникнення.



Нещасні випадки за тяжкістю наслідків бувають легкі, тяжкі й смертельні. Ступінь тяжкості нещасного випадку встановлюють лікарі лікувальних закладів, де потерпілі перебували на лікуванні.

Легким називається нещасний випадок, що призводить до незначної втрати працездатності, яка відновлюється без суттєвих змін у стані здоров'я потерпілого.

Тяжким називається нещасний випадок, який призвів до довгострокової втрати працездатності й закінчився переходом потерпілого на тимчасову чи постійну інвалідність.

Наслідком нещасного випадку може стати смерть потерпілого або гостре захворювання, яке також може призвести до тимчасової чи постійної втрати працездатності.

Якщо травматичні uszkodження періодично повторюються, то це характеризує їх як виробничий травматизм, пов'язаний з виробничими умовами праці.

Виробничий травматизм може спричинюватися дією механічних (рани, забиття та ін.), теплових (опіки, обмороження), хімічних (опіки, подразнення), електричних (електричні травми та удари); променевих (променеві хвороби), комбінованих (наприклад, одночасно механічна й тепла травма) виробничих небезпечних чинників.

Больові процеси, що розвиваються в організмі при травмах, обумовлюються, з одного боку, характером і ступенем uszkodження тканин та органів, з іншого — місцевою і загальною реакцією організму на травмуючий чинник.

Ураження організму може бути гострим, що виникає раптово, і хронічним, коли травмуючий чинник діє поступово й протягом тривалого періоду. У першому випадку відразу виникають порушення різної тяжкості в тканинах та органах, що призводить до відповідної реакції з боку організму (у тяжких випадках — шок або навіть смерть); у другому випадку з'являються професійні захворювання.

Від сили й тривалості дії травмуючого чинника та локалізації травми залежить відповідна реакція організму, що може проявитися



в місцевому виливі крові, запальному процесі, омертвінні (некрозі) та загибелі тканин або навіть органів.

За характером пошкоджень розрізняють такі види травм: рани, переломи, забиття, вивихи, опіки, отруєння, пошкодження електричним струмом, теплові удари, попадання в око чужорідного тіла й т. ін.

При механічних травмах ураження організму можуть бути відкритими (рани) та закритими (забиття, струси, переломи). При травмуванні в тій чи іншій мірі відбувається ураження кровоносних судин, що супроводжується крововиливами в тканини та порожнини тіла або кровотечею, що при пораненні крупних судин може виявитися смертельним.

Термічні ураження спричинює дія на тканини високих і низьких температур: перші викликають опіки, другі — відмороження.

Хімічні ураження спричинюються дією на тканини організму кислот, лугів, отруйних і токсичних речовин, що призводить до хімічних опіків.

У техногенному середовищі залежно від виду травмуючого чинника розрізняють також психічні травми (нервові перенапруження, переляк і т. ін.).

Психічні виробничі травми виникають, як правило, під дією тяжких, частіше всього раптових, емоційних переживань в умовах операторської діяльності при обслуговуванні складних ергатичних систем (нервові потрясіння, екстремальна ситуація, переляк, страх та ін.). Психічні травми можуть спричинити, окрім гострої реакції у вигляді втрати свідомості, шокowego стану, інші наслідки, що призводять до тривалого патологічного ураження організму — неврозу, посіпування й т. ін.

При одночасній дії двох або більше травмуючих чинників може виникати змішана травма (політравма), наприклад: електротравма нерідко супроводжується термічними опіками.

Залежно від обставин, травми поділяють на виробничі й невиробничі, про які йтиметься в іншому розділі. Сукупність травм називається травматизмом. Травматизм — це травматичне ураження, що



повторюється в деяких контингентів населення під час трудової, побутової, спортивної або воєнної діяльності.

Розрізняють промисловий, сільськогосподарський, транспортний, побутовий, спортивний, воєнний, а також дитячий травматизм, що виділяється в особливу групу.

Для одних галузей народного господарства характерним є переважання травматизму з легкими наслідками, для інших — з важкими.

Для забезпечення здорових і безпечних умов праці необхідно таке облаштування підприємств і дільниць, таке конструктивне обладнання й такі технологічні процеси та організація робіт, які виключали б потенційні причини травмування й професійних захворювань.

## Професійні захворювання

На виробничих підприємствах можуть створюватися такі умови праці, коли деякі чинники будуть постійно або протягом тривалого періоду шкідливо діяти на стан здоров'я працюючих, причому результат цієї дії може проявитися через деякий час.

Несприятливі чинники трудового процесу, виробничого середовища й санітарних умов праці, які можуть стати прямою або опосередкованою причиною порушення стану здоров'я працюючих, називаються шкідливими виробничими чинниками.

Порушення стану здоров'я внаслідок впливу на організм професійних шкідливих чинників, називається професійним захворюванням.

Дія несприятливих виробничих чинників не обов'язково призводить до специфічних професійних захворювань. Шкідливі виробничі чинники можуть спровокувати розвиток інших захворювань, які отримали назву «виробничо обумовлені захворювання».

Професійні шкідливі чинники невеликої інтенсивності не призводять у більшості випадків до виражених змін у стані здоров'я працюючих, бо організм поступово адаптується, але їхній вплив в умовах виробництва повинен бути мінімальним.



До шкідливих чинників, які порушують стан здоров'я працюючих, можна віднести:

- несприятливі метеорологічні умови;
- нагріте обладнання й матеріали;
- теплове, ультрафіолетове, іонізуюче й неіонізуюче випромінювання, електромагнітні поля, сліпучий блиск і яскравість;
- забруднення повітря пилом та іншими шкідливими речовинами;
- виробничий шум і вібрація.

Професійна патологія в Україні реєструється в працівників більш як 250 професій при середньому стажі роботи від 16 до 20 років та середньому віці до 50 років.

Охорона здоров'я працюючих від впливу шкідливих виробничих чинників має важливе соціальне значення, оскільки стан здоров'я впливає на працездатність людини, а відтак і на розвиток технічного прогресу в державі.

Рівень професійної захворюваності в Україні є досить високим — майже 2 випадки на 10 000 працюючих. У структурі професійних захворювань переважає пилова етіологія (пневмоконіоз, хронічний бронхіт), віброшумова патологія (вібраційна хвороба, сенсоневральна приглухуватість), захворювання у вугільній, металургійній, машинобудівній, хімічній, легкій промисловості, промисловості будівельних матеріалів, будівництві та сільському господарстві.

Серед причин високої професійної захворюваності велика питома вага несприятливих виробничих умов. В умовах підвищеного рівня шуму під час роботи перебуває до 30 % працюючих, вібрації — до 20 %, високої запиленості — до 27 %, загазованості — до 13 %.

В Україні намітилася стійка тенденція до збільшення кількості випадків професійних захворювань. Рівень професійної захворюваності підвищився у 2001 р. порівняно з 2000 р. з 1,2 до 1,9 на 10 тис. працюючих зі збільшенням кількості потерпілих більше ніж у 1,5 рази.

Крім цього, зростання професійної захворюваності пояснюється різким підвищенням нервово-емоційного напруження, скороченням



коштів на охорону праці, недостатньою гігієнічною культурою, нестачею засобів індивідуального захисту, нехтуванням технологічною дисципліною та чинним законодавством, а також використанням у виробництві значної кількості шкідливих речовин і технічного обладнання без належних сертифікатів та гігієнічної експертизи. Особливо часто порушуються санітарно-гігієнічні вимоги на приватних підприємствах, що не охоплені в достатній мірі належним попереджувальним і поточним санітарним наглядом і загальною системою профілактики.

У системі профілактики професійних захворювань має бути постійний контроль і нагляд за дотриманням санітарного законодавства під час проектування, будівництва, експлуатації промислових підприємств та інших об'єктів виробничої діяльності, а також за забезпеченням найбільш сприятливих умов праці з метою профілактики професійних захворювань та отруєнь.

Систематичний нагляд та контроль дає змогу передбачати та усунути шкідливі й небезпечні чинники ще на етапі відведення земельної ділянки, проектування, будівництва й введення в експлуатацію виробничих об'єктів. Особливо це стосується виробництв, на яких впроваджуються нові технологічні процеси, обладнання, прилади, інструменти, нові види сировини, хімічні речовини, будівельні матеріали, що можуть негативно впливати на здоров'я працюючих.

У системі профілактики професійних та виробничообумовлених захворювань важливе місце належить атестації робочих місць за санітарно-гігієнічною оцінкою умов праці відповідно до критеріїв Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості і небезпеки виробничого середовища, тяжкості і напруження трудового процесу (№ 4137-86).

Досягнення позитивних змін у справі профілактики професійних і виробничообумовлених захворювань можливе перш за все за рахунок поліпшення та оздоровлення умов праці й дотримання на об'єктах норм санітарно-гігієнічного законодавства та законодав-



ства з охорони праці, а також зміни ставлення працівників до особистої безпеки під час виконання робіт.

Отже, зниження рівня захворюваності професійного характеру та поліпшення стану здоров'я працюючих є одним з найважливіших завдань державної ваги.

### **Причини виробничого травматизму та професійних захворювань**

Теоретичні основи охорони праці базуються на вивченні та аналізі змін, які відбуваються в умовах виробничого середовища під час протікання технологічних процесів. Таке вивчення змін у методах та способах виконання робіт дає можливість з'ясувати причини нещасних випадків і професійних захворювань.

Різноманітність причин, що призводять до травматизму та ушкодження здоров'я працюючих, вимагає розробки заходів щодо їх усунення. Аналіз травматизму за видами робіт і його причин дає можливість виявити травмонезбезпечні ділянки робіт і розробити заходи щодо створення нормальних умов праці.

Щоб вивчити чинники, які впливають на виробничий травматизм і захворювання професійного характеру, необхідно розглянути взаємозв'язок людини та елементів виробничого середовища (рис. 2).

З наведеної схеми зрозуміло, що всі елементи трудового процесу перебувають у тісному взаємозв'язку й утворюють єдину систему, у якій безпека й нешкідливість праці залежить як від параметрів виробничого середовища (мікроклімату та ін.), рівня організації праці, так і від взаємовідносин між людиною та предметами й засобами праці.

Вивчення технологічних процесів, операцій, прийомів роботи, інструментів і виробничої обстановки дасть змогу визначити найбільш безпечні методи роботи, добре організувати працю, щоб запобігти нещасним випадкам.

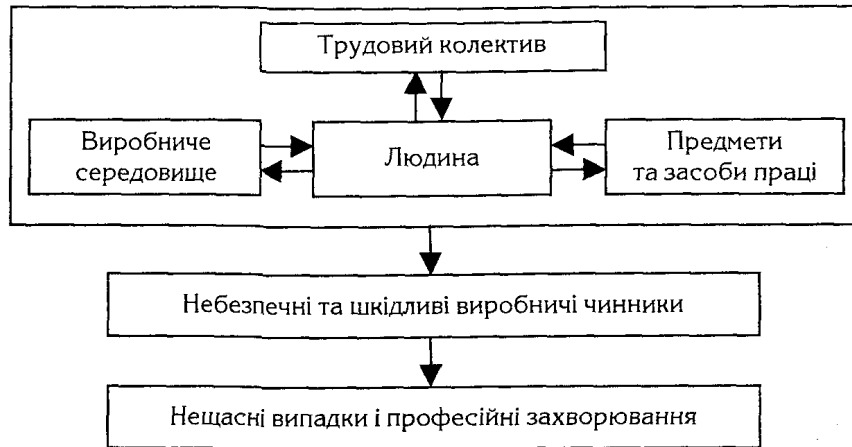


Рис. 2

Схема взаємодії людини з елементами виробничого середовища

Взаємозв'язок людини з елементами виробничого середовища обумовлюється комплексом чинників, які визначають умови праці на підприємствах. Причини виробничого травматизму в переважній більшості поділяються на три групи — організаційні, технічні й психофізіологічні:

- організаційні причини: відсутність інструктажу або неякісне його проведення; відсутність інструкцій з безпеки праці, неправильна організація праці, порушення технологічного режиму; використання нерациональних способів роботи, неузгодженість у діях, відсутність проекту робіт, а також нагляду й контролю за виконанням робіт; відсутність спецодягу, ЗІЗ та ін.;
- технічні причини: проектно-конструкторські, технологічні недоліки й причини, обумовлені технічним обслуговуванням (невідповідність обладнання, транспортних та енергетичних пристроїв вимогам безпеки; недосконалість конструкцій машин, відсутність огорожі, блокувальних систем, сигналізації, непра-

вильний вибір обладнання та режимів технологічного процесу й недосконале його виконання; відсутність планового технічного догляду й ремонтів обладнання та ін.);

- психофізіологічні причини: невідповідність умов праці анатомо-фізіологічним і психологічним особливостям організму людини; незадоволення роботою; хворобливі стани, незадовільний психологічний клімат, втому, вживання алкоголю, високий ступінь ризику та ін.

У наведеній класифікації вказано три групи причин і пропущено так звані санітарно-гігієнічні причини: ненормальні метеорологічні умови, забруднення повітря, нерациональне освітлення, шум, вібрацію, незадовільний стан побутових приміщень або їх відсутність. Безумовно, не можна виключати вплив цих причин на нещасні випадки. Однак зазначені причини зумовлені насамперед неправильною організацією праці й відсутністю турботи про людину з боку роботодавця. Отже, вони повністю пов'язані з організаційними причинами.

Статистика свідчить, що нині в Україні кожні три з чотирьох виробничих травм сталися через ігнорування та нехтування працюючими елементарних правил безпеки під час виконання робіт. Отже, переважна більшість нещасних випадків трапляється не з технічних чи технологічних причин, а внаслідок дії людського чинника й неправильної організації праці.



## **Розділ 1**

# **ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **1.1. Законодавча та нормативна база у сфері охорони праці**

#### **1.1.1. Основні положення законодавства про працю та охорону праці**

Основними законами та підзаконними актами, які регулюють правові відносини у сфері охорони праці в умовах виробництва і загалом в суспільстві, є:

- 1) Конституція України;
- 2) Кодекс законів про працю (КЗпП);
- 3) Закони: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Коло питань щодо охорони праці розглядається в Цивільному, Кримінальному та Адміністративному кодексах України, в указах Верховної Ради, постановках Кабміну, постановках Президента. Правове поле в Україні ґрунтується на засадах, відповідно до яких нікого не можна примусити робити те, що не передбачено в законі.

У житті кожного народу є дати й події, які мають епохальне значення. Такою подією в нашій історії стало прийняття в червні 1996 р. Конституції, і від того, як вона буде реалізовуватися в житті,

залежить майбутнє нашої держави. Тому основне завдання в підготовці фахівців на сучасному етапі полягає в тому, щоб сформувати в суспільній свідомості повагу до Основного Закону, до конституційного права і в цілому до законодавства України.

Права й свободи людини згідно з Конституцією є невідчужуваними та непорушними. Усі люди є вільні й рівні у своїй гідності та правах, які гарантуються й закріплюються в Конституції і не можуть бути скасовані (ст. 21, 22).

Згідно з Конституцією України кожна людина має право на вільний розвиток своєї особистості, якщо при цьому не порушуються права й свободи інших людей.

З іншого боку, кожна людина має обов'язки перед суспільством, у якому забезпечується вільний і всебічний розвиток її особистості (ст. 23).

Основний Закон держави забезпечує рівність прав жінки і чоловіка:

- наданням жінкам рівних з чоловіками можливостей у громадсько-політичній і культурній діяльності, у здобутті освіти, у праці та винагороді за неї;
- соціальними заходами щодо охорони праці й здоров'я жінок, встановлення пенсійних пільг, створення умов, які дають жінкам можливість поєднувати працю з материнством.

Згідно з Основним Законом України людина, її життя й здоров'я, честь і гідність, недоторканість і безпека визнаються найвищою соціальною цінністю (ст. 3).

Права й свободи людини та її гарантії визначають зміст і спрямованість діяльності держави. Держава відповідає перед людиною за свою діяльність. Затвердження й забезпечення прав і свобод людини є головним обов'язком держави.

Основний Закон України гарантує право на працю, що дає можливість людині заробляти собі на життя працею, яку вона вільно обирає або на яку вільно погоджуються (ст. 43). Держава створює умови для повного здійснення громадянами права на працю, гаран-



тує рівні можливості у виборі професії та роду трудової діяльності, реалізує програми професійного технічного навчання, підготовки та перепідготовки кадрів відповідно до суспільних потреб.

Кожній людині Конституція гарантує право на належні, безпечні й здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом. Громадянам гарантується захист від незаконного звільнення.

Відповідно до статті 45 Основного Закону кожен, хто працює, має право на відпочинок. Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпустки, встановленням скороченого робочого дня для окремих професій і виробництв, скороченого часу роботи в нічні години. Максимальна тривалість робочого часу, мінімальна тривалість відпочинку та мінімальна сума оплачуваної щорічної відпустки, вихідні та святкові дні, а також інші умови здійснення цього права визначає закон.

Громадяни України мають право на соціальний захист: забезпечення пенсіями в разі часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках, передбачених законом (ст. 46).

Це право гарантується загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням.

Пенсії, інші види соціальних виплат та допомоги, що є основним джерелом існування, мають забезпечувати рівень життя, не нижчий від прожиткового мінімуму, встановленого законом.

Кожна людина має право на достатній життєвий рівень, на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування (ст. 49).

Охорона здоров'я забезпечується державним фінансуванням відповідних соціально-економічних, медико-санітарних та оздоровчих і профілактичних програм. Охорона здоров'я забезпечується розвитком і вдосконаленням техніки безпеки й виробничої санітарії; проведенням профілактичних заходів та розгортанням наукових досліджень по запобіганню та зниженню захворюваності.



Основний Закон держави має найвищу юридичну силу, на ньому ґрунтується вся національна система права. Закони та інші нормативно-правові акти приймаються на основі Конституції і повинні їй відповідати.

Основні питання трудового законодавства та охорони праці розглядаються в Кодексі законів про працю (КЗпП), який регулює трудові відносини всіх працівників, сприяє зростанню продуктивності праці, поліпшенню якості роботи, підвищенню ефективності суспільного виробництва, що має за мету поліпшення матеріального й культурного рівня життя людини.

У КЗпП зафіксовано питання трудового законодавства: право на працю, основні трудові права та обов'язки працівників, умови договорів про працю; тривалість робочого часу та його скорочення; робота в передсвяткові та вихідні дні; тривалість роботи в нічний час; неповний робочий час та обмеження понадурочних робіт та ін.

У Кодексі законів про працю в окремих статтях розглянуто шляхи створення здорових і безпечних умов праці, дотримання вимог охорони праці під час будівництва й експлуатації виробничих будівель, споруд та обладнання; заборона введення в експлуатацію підприємств, передавання в серійне виробництво зразків нових машин та іншого обладнання, які не відповідають вимогам охорони праці; обов'язки адміністрації щодо поліпшення та оздоровлення умов праці, розслідування та обліку нещасних випадків; контроль за дотриманням вимог інструкцій з охорони праці; медичні огляди; переведення на легшу роботу; матеріальна відповідальність за збитки, заподіяні робітникам і службовцям ушкодженням їх здоров'я та ін.

У КЗпП значну увагу приділено охороні праці жінок та молоді, встановлено пільги робітникам і службовцям, що поєднують роботу з навчанням. Розглянуто права професійних спілок, функції органів державного соціального страхування, нагляду й контролю за дотриманням законодавства про працю, відповідальність за порушення законодавства про працю та інші питання.



Законодавство про працю встановлює високий рівень умов праці, всебічну охорону трудових прав і гарантій працівників. Держава дбає про забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя, про право населення на безпечне життя, здоров'я та довголіття.

Верховна Рада затвердила Закон «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (1994 р.). Цей Закон регулює суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя, визначає відповідні права та обов'язки державних органів та громадян, встановлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби й здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Санітарне та епідеміологічне обслуговування населення — це створення оптимальних умов життєдіяльності, що забезпечують низький рівень захворюваності, відсутність шкідливого впливу на здоров'я населення чинників навколишнього середовища, а також інфекційних захворювань.

Закон гарантує права громадян на своєчасну й достовірну інформацію про стан їхнього здоров'я, а також про наявні та можливі чинники ризику для здоров'я та їх ступінь. Гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Таку інформацію ніхто не може засекретити.

Згідно із Законом підприємства зобов'язані розробляти та здійснювати санітарні й протиепідеміологічні заходи та контроль за виконанням вимог санітарних норм щодо безпеки використання шкідливих для здоров'я речовин і матеріалів, а також за скиданням відходів, викидами в навколишнє середовище та готовою продукцією.

Державній реєстрації та гігієнічній регламентації підлягають будь-які небезпечні чинники фізичної, хімічної, біологічної природи, наявні в середовищі життя й діяльності людини.

У вказаному законодавчому акті у вигляді окремих статей зафіксовано вимоги до проектування, будівництва, розробки, виготовлення й використання нових засобів виробництва та технологій



(ст. 15); вимоги до водопостачання й місць водовикористання (ст. 18); вимоги до атмосферного повітря та необхідність вживання заходів щодо запобігання та усунення причин забруднення повітря (ст. 19); вимоги до жилих та виробничих приміщень, територій, засобів виробництва і технологій (ст. 22).

У Законі зафіксовано об'єкти санітарно-гігієнічної експертизи — проекти національних, регіональних, місцевих і галузевих програм соціально-економічного розвитку (ст. 10, 11).

Окремі статті розглядають питання радіаційної безпеки; захист населення від шкідливого впливу випромінювання та інших фізичних чинників; застосування та знешкодження хімічних речовин і матеріалів, біологічних засобів.

У четвертому розділі Закону визначено основні напрями діяльності Державної санітарно-епідеміологічної служби та її управління (ст. 31, 32, 33), її завдання; види відповідальності та фінансові санкції за порушення санітарного законодавства (ст. 45, 46, 48).

Кожен громадянин зобов'язаний дбати про збереження навколишнього середовища, відшкодовувати завдані ним збитки, не порушувати права й свободи, честь та гідність інших людей, неухильно дотримуватися законів і законодавчих актів України, так як незнання законів не звільняє людину від юридичної та іншої відповідальності.

### **1.1.2. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці**

Чинне законодавство про охорону праці визначає шляхи реалізації державної політики у сфері захисту людини, містить конкретні вимоги стосовно організації умов праці на виробництві, які мають бути пріоритетними та спрямованими на збереження життя й здоров'я людини.

Відповідно до Конституції Верховна Рада визначає державну політику в галузі охорони праці. Вона спрямована на створення





належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Державна політика в галузі охорони праці базується на відповідних принципах, основні з яких наведено нижче:

- принцип пріоритету життя й здоров'я працівників та повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці. Згідно із цим принципом підприємці зобов'язані дотримуватися вимог нормативних актів про охорону праці, щоб у працюючих не погіршувався стан здоров'я та не знижувався рівень працездатності. Виконання цих функцій на підприємствах здійснюють служби охорони праці, вони ж проводять атестацію робочих місць на відповідність їх нормативним актам;
- принцип підвищення рівня промислової безпеки забезпечується шляхом введення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння у створенні на підприємствах безпечних та нешкідливих умов праці. Для виконання цього принципу роботодавець зобов'язаний правильно організувати роботу працівників, впроваджувати сучасні засоби безпеки, механізацію та автоматизацію виробничих процесів, контролювати трудову, виробничу дисципліну, дотримуватися законодавчих актів про працю й нести відповідальність за створення санітарно-гігієнічних умов праці;
- принцип комплексного розв'язання завдань охорони праці здійснюється на підставі загальнодержавних, галузевих, регіональних програм із цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики. Завдання щодо охорони праці на державному та інших рівнях має вирішуватися комплексно. При цьому слід враховувати напрями економічної та соціальної політики держави, а також найновіші досягнення науки й техніки. Для комплексного розв'язання завдань охорони праці розробляються та затверджуються національні програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на п'ять років та на кожний поточний рік.



Відповідно до вимог Закону «Про охорону праці», Указу Президента та постанови Кабінету Міністрів від 10.10.2001 р. № 1320 було затверджено «Національну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2001–2005 роки».

Головною метою Національної програми є створення державної системи управління охороною праці, яка сприятиме вирішенню питань правового, організаційного, матеріально-технічного, наукового та економічного забезпечення робіт у галузі охорони праці. Національна програма передбачає нормативно-правове забезпечення охорони праці, навчання в цій сфері, інформаційне забезпечення та міжнародне співробітництво;

- принцип соціального захисту працівників передбачає створення нових технічних засобів з метою запобігання аваріям на об'єктах підвищеної небезпеки, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві. При втраті працездатності за робітником зберігається місце роботи та середня заробітна плата на весь період відновлення працездатності або визнання його інвалідом.

Встановлюються єдині вимоги з охорони праці для всіх підприємств незалежно від форми власності та виду діяльності. Цей принцип передбачає єдине правове поле й нормативну базу для підприємств усіх форм власності. Працюючі, незалежно від виду діяльності, мають однакові права на охорону праці.

Одним з принципів державної політики у сфері охорони праці є адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану.

У галузі охорони праці державою використовуються економічні методи управління й фінансування заходів. Для цього залучаються добровільні внески та інші надходження на інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки й підвищення кваліфікації.



Економічні методи управління передбачають створення фондів охорони праці, які повинні використовуватися тільки на виконання заходів з охорони праці.

Цей принцип передбачає сплату штрафу підприємствами за порушення нормативних актів у галузі охорони праці. Якщо власник спрямовує кошти на заходи з охорони праці, тоді держава встановлює йому пільгове оподаткування, а також виключає із списку оподаткованих суму на відшкодування шкоди та одноразової допомоги, які сплачуються потерпілому.

Держава фінансує заходи на підготовку фахівців у закладах Міністерства та виділяє кошти на наукові дослідження з охорони праці, передбачені Національною програмою, утримує Національний науково-дослідний інститут охорони праці та мережу органів державного нагляду. Економічні методи управління сприяють більш відповідальному ставленню власників до вирішення проблем охорони праці на виробництві.

Під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях забезпечується координація діяльності всіх гілок влади, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці. Діяльність державних органів та окремих організацій при вирішенні питань безпеки координує Державний комітет з нагляду за охороною праці.

Для реалізації принципів державної політики в галузі охорони праці при Кабінеті Міністрів створено Національну раду з питань безпечної життєдіяльності, Фонд соціального страхування від нещасних випадків та інші структури. Міжнародне співробітництво передбачає вивчення та узагальнення зарубіжного досвіду щодо проблемних питань охорони праці, активну участь у діяльності Міжнародної організації праці (МОП), Міжнародної асоціації соціального забезпечення (МАСЗ), Європейського форуму організацій страхування від нещасних випадків на виробництві й професійних захворювань та ін.



### 1.1.3. Право громадян на охорону праці

Основні трудові права та обов'язки працівників щодо вільного вибору професії, роду занять і праці забезпечуються КЗпП при укладанні трудового договору.

При влаштуванні на роботу між працівником і роботодавцем укладається трудовий договір, на підставі якого працівник зобов'язується виконувати роботу, визначену договором, а власник — виплачувати йому заробітну плату та забезпечувати відповідні умови праці (ст. 21).

Працівник має право укладати трудовий договір на одному або одночасно на декількох підприємствах, якщо інше не передбачене законодавством або угодою сторін.

Умови праці можуть бути викладені в трудовому або колективному договорі, а також у договорі, складеному в усній формі. Вказані документи не можуть містити положень, які не відповідають статтям КЗпП, що регламентують питання, пов'язані з охороною праці (тривалість робочого дня, відпусток та ін.)

Укладання трудового договору оформляється наказом чи розпорядженням власника про зарахування працівника на роботу. Однак трудовий договір вважається укладеним навіть тоді, коли наказу не було, але працівник фактично був допущений до роботи.

Особливою формою трудового договору є контракт, у якому встановлюється термін його дії, права, обов'язки, умови матеріального забезпечення, а також умови розірвання договору.

Трудовий договір може бути:

- безстроковим, що укладається на невизначений термін;
- укладеним на визначений термін, встановлений за погодженням сторін;
- таким, що укладається на час виконання певної роботи.

Трудовий договір укладається, як правило, у письмовій формі. Дотримання письмової форми є обов'язковим у разі організованого набору працівників, при укладанні контракту або коли працівник наполягає на письмовій формі укладання трудового договору.



З метою перевірки ділових якостей людини в трудовому договорі може обумовлюватися термін випробування. Термін випробування встановлюється на термін від одного до трьох місяців, а в окремих випадках — до шести місяців. Коли термін випробування закінчився, а людина продовжує працювати, то вона вважається такою, що витримала випробування, і розірвання трудового договору допускається лише на загальних підставах.

Якщо протягом терміну випробування встановлено, що якості людини не відповідають посаді, власник може розірвати трудову угоду. Робітник має право оскаржити розірвання договору в комісії по трудових спорах.

Термін випробування при прийнятті на роботу не встановлюється для осіб, вік яких не досяг 18 років, а також для тих, хто щойно закінчив професійно-технічне училище, молодих спеціалістів після закінчення вищих і середніх учбових закладів та звільнених у запас із армії.

До початку роботи, за укладеним договором, власник має ознайомити працівника з правилами внутрішнього розпорядку, колективним договором, визначити його робоче місце, провести інструктаж з техніки безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці й пожежної безпеки.

Працівники, які приймаються на роботу, проходять навчання та інструктаж з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки при можливій аварії. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання з питань охорони праці, забороняється.

Власникам також забороняється укладати трудові угоди з працівниками, яким за медичним висновком протипоказана запропонована робота за станом здоров'я. Власник не має права вимагати від працівника виконання тих робіт, які не обумовлені трудовим договором.

Згідно із законодавством власник має право припинити дію трудового договору лише в таких випадках:



- при зміні або ліквідації виробництва, його перепрофілюванні, скороченні чисельності або штату працівників;
- при досягненні працівником пенсійного віку за наявності права на повну пенсію по старості;
- при виявленні невідповідності працівника займаній посаді або порушенні правил внутрішнього трудового розпорядку, якщо до нього раніше застосовувалися заходи дисциплінарного стягнення;
- прогулу протягом трьох годин без поважних причин;
- невідвідування роботи понад чотири місяці підряд унаслідок тимчасової непрацездатності;
- при поновленні на роботі працівника, який раніше виконував цю роботу;
- при появі на роботі в нетверезому стані, у стані наркотичного або токсичного сп'яніння;
- за розкрадання державного майна за вироком суду.

Крім цих випадків, договір може бути розірваний і тоді, коли керівник одноразово грубо порушив трудові обов'язки, втратив довір'я, або скоїв аморальний вчинок, не сумісний з продовженням даної роботи. Розірвати трудовий договір можна лише за попередньою згодою профспілкового органу.

Основним документом про трудову діяльність людини є трудова книжка. У день звільнення власник має оформити працівникові трудову книжку і провести з ним повний розрахунок. Записи про причини звільнення повинні бути викладені відповідно до статті чинного законодавства.

Чинне законодавство гарантує права працівників на охорону праці під час роботи на підприємстві.

Якщо з'ясується, що на виробництві умови праці становлять небезпеку для здоров'я працівника, то він має право відмовитися від дорученої роботи. Підтвердження цього факту проводиться спеціалістами з охорони праці, представниками профспілки та уповноваженим трудового колективу.



Підтвердження такої виробничої ситуації дає підставу робітнику розірвати трудовий договір та отримати вихідну допомогу, розмір якої не може бути нижчим від тримісячного середнього заробітку.

Якщо працівник за станом здоров'я не може виконувати роботу, на яку наймався, він має право на переведення за його згодою на легшу роботу відповідно до медичного висновку (ЛКК). При переведенні на нижчеоплачувану роботу за працівником зберігається його попередній середній заробіток протягом двох тижнів. Якщо працівник потребує тимчасового переведення на легшу нижчеоплачувану роботу внаслідок травми, власник, перевівши його, зберігає за ним середньомісячний заробіток на термін, визначений ЛКК. За відсутності такої роботи потерпілому виплачується середньомісячний заробіток.

У разі тимчасової непрацездатності внаслідок професійного захворювання робітник має таке саме право, як і при травмуванні, щодо переведення на іншу роботу. Коли нова робота оплачується нижче, ніж попередня, працівнику видається допомога за листком непрацездатності за весь час переведення, але не більше двох місяців.

Згідно із Законом «Про охорону праці» на час простою підприємства за працівником зберігається місце роботи, а за період простою нараховується середній заробіток.

Важливим чинником правового захисту робітників є обов'язкове соціальне страхування від нещасних випадків і професійних захворювань.

#### **1.1.4. Соціальний захист потерпілих на виробництві**

Важливим чинником соціального захисту населення є соціальне страхування. Сьогодні майже всі країни світу соціальне страхування від нещасних випадків визнають першочерговим завданням, для чого розроблено спеціальне законодавство й створені відповідні виконавчі органи.

23 вересня 1999 року Верховна Рада прийняла Закон «Про загальнообов'язкове соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Для його реалізації створено відповідну матеріально-технічну базу, систему структурних органів, нормативні акти та ін. Закон набув чинності з 1 січня 2001 року.

Закон про соціальне страхування являє собою систему прав і гарантій, спрямованих на матеріальну підтримку працюючих у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності через незалежні від них обставини (захворювання, нещасний випадок, безробіття та ін.).

Відповідно до Закону страхування від нещасних випадків здійснює Фонд соціального страхування від нещасних випадків (ФСНВ) — некомерційна самоврядна організація. Управління Фондом здійснюють правління та виконавча дирекція на паритетних засадах (держава — власник — працівник).

Право на забезпечення за соціальним страхуванням від нещасних випадків настає з того дня, коли працівник почав працювати згідно з трудовим договором.

Кошти на соціальне страхування формуються без будь-яких відрахувань із заробітної плати працівників шляхом сплати власником страхових внесків, обчислених від витрат на оплату праці.

Допомога у зв'язку з тимчасовою непрацездатністю виплачується в разі хвороби, каліцтва, тимчасового переведення на іншу роботу у зв'язку із захворюванням, при догляді за хворим членом сім'ї, карантині, санаторно-курортному лікуванні — у розмірі повного заробітку.

У разі хвороби або каліцтва допомога виплачується до відновлення працездатності або встановлення інвалідності (ЛКК).

Кошти державного соціального страхування використовуються також на санаторно-курортне лікування, обслуговування профілакторіями та будинками відпочинку, на лікувально-профілактичне харчування та інші заходи.



Фонд соціального страхування від нещасних випадків може відмовити в страхових виплатах і наданні соціальних послуг застрахованому, якщо нещасний випадок згідно із законодавством не визнаний пов'язаним з виробництвом.

Закон передбачає диференціацію страхових внесків залежно від класу професійного ризику та розподілу галузей економіки за умовними класами професійного ризику виробництва. Чим вищий клас ризику, тим вищими повинні бути галузеві страхові тарифи. Диференціація передбачає також певні знижки або надбавки до галузевого страхового тарифу при відповідно низькому або високому рівні травматизму (до 50 % від страхового тарифу).

Фонд соціального страхування здійснює контроль за дотриманням страхового законодавства, а також відповідністю страхових виплат важливості страхової події, визначає економічну зацікавленість власників у зниженні страхових ризиків. Координує роботу Фонду Кабінет Міністрів, а державний нагляд за його діяльністю здійснюють спеціально уповноважені центральні органи виконавчої влади.

Прийняття Закону «Про страхування» та створення ФСНВ на паритетних засадах між роботодавцями, профспілковими об'єднаннями та Урядом є надійною підставою для поступового розв'язання проблеми, яка сьогодні існує в державі.

Нині складовою частиною цієї проблеми є свідоме ігнорування роботодавцями, службовцями й робітниками Правил безпечного ведення робіт, Закону «Про охорону праці», що призводить до 20 % травм унаслідок всіляких порушень.

Аналізуючи ситуацію з приводу цієї проблеми, було встановлено, що в інших країнах світу з 680 загальних нещасних випадків один смертельний, а в Україні цей показник становить 34 смертельних випадки на ту ж саму загальну кількість.

Створення Фонду соціального страхування від нещасних випадків є значним кроком для вирішення цієї проблеми. Фонд тільки почав свою діяльність, і, щоб піднятися у своїй роботі до загальноєвропейського рівня, він повинен використовувати міжнародний досвід і тісно співпрацювати з подібними структурами в інших країнах світу.

Сторічний світовий досвід соціального страхування від нещасних випадків свідчить про те, що така система надійно захищає працівників, надає широкий спектр послуг в оздоровленні, лікуванні та реабілітації потерпілих, а також найбільш ефективно впливає на роботодавця стосовно покращення ним умов праці і її безпеки.

### **1.1.5. Пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці**

Чинне законодавство гарантує права працівників на охорону праці. Ці права охоплюють широке коло заходів, спрямованих на забезпечення здорових та безпечних умов праці на робочих місцях, збереження здоров'я і життя працівників у процесі трудової діяльності. Найважливішим є обов'язкова відповідність стану умов праці на робочих місцях вимогам актів законодавства та інших нормативних актів про охорону праці. В умовах активного розвитку підприємницької діяльності важливе значення має створення належних умов праці, що виключали б дію шкідливих і небезпечних чинників на організм людини.

Нині в деяких галузях виробництва працівники зазнають впливу небезпечних та шкідливих чинників, піддаються додатковим навантаженням, що призводить до серйозних порушень здоров'я. Тому чинне законодавство в таких умовах передбачає пільги й компенсації, що дають змогу зберегти здоров'я і продовжити професійне довголіття працюючих.

Серед цих пільг — скорочення тривалості робочого часу, додаткова оплачувана відпустка, пільгова пенсія, оплата праці в підвищеному розмірі та інші пільги й компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством.

Законодавство передбачає лікувально-профілактичне харчування (ЛПХ). Це харчування надається лише тим працівникам, які зайняті на роботах з особливо шкідливими умовами праці з метою зміцнення їх здоров'я і попередження професійних захворювань.



У разі роз'язного характеру роботи працівникові виплачується грошова компенсація на придбання ЛПХ, молока або рівноцінних йому харчових продуктів.

Перелік виробництв, професій та посад, робота на яких дає право на безкоштовне одержання ЛПХ у зв'язку з особливо шкідливими умовами праці, затверджений Міністерством праці і соціального захисту.

Харчування надається в ті дні, коли працівник фактично виконував роботу на виробництві за фахом, передбаченим цим переліком.

Працівникам, зайнятим на роботах зі шкідливими умовами праці, передбачається видача молока або рівноцінних харчових продуктів. Згідно з медичними показниками молоко слід видавати робітникам, які працюють в умовах постійного контакту з фізичними виробничими чинниками й токсичними речовинами в процесі їх виробництва, переробки та застосування.

Молоко видається, щоб підвищити опірність організму людини щодо несприятливих чинників виробничого середовища. Гігієністи не рекомендують споживати молоко під час деяких видів робіт, зокрема при роботі зі свинцем. На вказаних роботах замість 0,5 л молока слід видавати продукти, які містять пектин (киселі, мармелад, концентрат пектину з чаєм) із розрахунку 8–10 г пектину на одну робочу зміну. За відсутності пектину (як виняток) можна видавати працівникам фруктові соки, повидло, джеми, конфітюри.

При роботах в умовах високої температури (понад +30 °С) і інфрачервоного випромінювання відбувається сильне потовиділення. Для збереження нормального теплового стану організму при роботі в таких умовах працюючі мають право на перерви, тривалість яких входить у робочий час, а також раціональний питний режим для відновлення водно-сольового балансу. Тому в гарячих цехах працівникам обов'язково має видаватися підсолена газувана вода.



Працюючим у холодну пору року на відкритому повітрі або в закритих приміщеннях, що не опалюються, надаються спеціальні перерви для обігрівання й відпочинку, які також включаються в робочий час. Для обігрівання та відпочинку працівників обладнуються спеціальні приміщення.

У кожній кліматичній зоні рішення про тривалість таких перерв та їх надання вирішують місцеві органи влади.

На роботах зі шкідливими й небезпечними умовами праці робітникам видається за встановленими нормами спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), а також миючі засоби.

Видача ЗІЗ, спецодягу й спецвзуття здійснюється відповідно до типових галузевих норм і є для власника підприємства обов'язковим мінімумом безкоштовного забезпечення працюючих.

Спеціальний одяг, взуття та інші ЗІЗ, які видаються працівникам, вважаються власністю підприємства і підлягають обов'язковому поверненню при звільненні.

Видача замість спецодягу та спецвзуття або інших ЗІЗ грошових сум забороняється. Якщо спецодяг раніше від встановленого терміну став непридатним для використання, підприємство зобов'язане його замінити чи відремонтувати.

Після закінчення роботи спецодяг, спецвзуття та ЗІЗ виносити за межі підприємства забороняється. Працівникам, які зайняті на роботах зі шкідливими умовами праці, роботодавець може додатково за власні кошти встановлювати за колективним договором пільги й компенсації, не передбачені законодавством.

Протягом терміну дії укладеного з працівником трудового договору роботодавець повинен не пізніше як за 2 місяці письмово інформувати працівника про зміни виробничих умов, розмірів пільг і компенсацій.

Вказані пільги та компенсації не звільняють роботодавця від обов'язку проводити запобіжні санітарно-гігієнічні заходи, які він має спланувати для усунення впливу шкідливих і небезпечних чинників на здоров'я працюючих.



### 1.1.6. Відшкодування шкоди працівникам за ушкодження здоров'я

Основним джерелом для існування людини й утримання сім'ї є заробітна плата. Якщо в процесі праці на виробництві людина отримує каліцтво або інше ушкодження здоров'я, то це призводить до втрати заробітної плати й позбавляє людину можливості нормально існувати.

Відшкодування шкоди, заподіяної працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я, здійснює Фонд соціального страхування від нещасних випадків відповідно до відсотку втрати професійної працездатності потерпілого.

У разі тимчасової втрати працездатності середній заробіток обчислюється із заробітку за два останні повні календарні місяці.

Сім'ї особи, яка померла внаслідок нещасного випадку, одноразова допомога надається в розмірі п'ятирічного заробітку померлого й однорічного заробітку на кожного його утриманця.

У разі стійкої втрати працездатності допомога надається в розмірі, що дорівнює середньому заробітку потерпілого за кожен відсоток втраченої ним професійної працездатності.

Ступінь втрати працездатності (групу, причину, час інвалідності) під час виконання трудових обов'язків і потребу інвалідів у соціальній допомозі визначає ЛКК. Витрати на лікування, супровід потерпілого до санаторію, проїзд до місця лікування й назад компенсує роботодавець. Путівки видаються за рахунок власника підприємства не рідше одного разу на три роки, а інвалідам I групи — щорічно. Якщо потерпілий потребує кількох видів догляду, йому відшкодовується кожен вид окремо (забезпечення транспортом та ін.).

Потерпілий працівник (а у разі його смерті — члени сім'ї) повинен звернутися до роботодавця, з вини якого йому було заподіяно шкоду, з письмовою заявою про відшкодування матеріальних та моральних збитків. У поданій заяві слід навести обставини й докази вини власника, розмір заробітку за три чи дванадцять повних робочих календарних місяців, що передували травмі.



До заяви про відшкодування шкоди заявник повинен додати висновок ЛКК про ступінь втрати професійної працездатності та потребу в медичній та соціальній допомозі.

У разі втрати годувальника до заяви про відшкодування шкоди додаються: копія свідоцтва про смерть годувальника; довідка про склад утриманців; довідка навчального закладу на осіб віком до 23 років, які навчаються; довідка про осіб, які не працюють і доглядають дітей віком до 8 років; рахунок про суми, сплачені на похорон, та ін. Суми відшкодування виплачуються після того, як власник підприємства оголосить наказ. У разі незгоди з наказом зацікавлена сторона в десятиденний строк може подати скаргу до суду.

Час перебування на інвалідності у зв'язку з нещасним випадком на виробництві 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.

Чинне законодавство передбачає відшкодування моральної шкоди, якщо небезпечні або шкідливі умови праці призвели до моральної втрати потерпілого.

Моральна втрата — це шкода, заподіяна працівникові іншою особою, якщо її поведінку можна охарактеризувати як неетичну, таку, що суперечить системі поглядів та уявлень, які регулюють поведінку людей у суспільстві.

Згідно з чинним законодавством до моральної шкоди відносяться: приниження честі, гідності, моральні переживання у зв'язку з ушкодженням здоров'я або інші негативні наслідки морального характеру.

Відшкодування моральної шкоди можливе без втрати потерпілим працездатності. Порядок відшкодування моральної шкоди визначає законодавство, регулюючи розгляд трудових спорів. Трудові спори регулюють КЗпП, Цивільно-процесуальний кодекс (ЦПК), Правила відшкодування власником шкоди, заподіяної працівникові ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків, від 23.06.1993 року № 472 та інші нормативні акти.



Роботодавець несе матеріальну відповідальність за моральну шкоду, заподіяну потерпілому внаслідок впливу небезпечних чи шкідливих умов праці, якщо не доведе, що шкоду заподіяно не з його вини, а умови праці не є причиною моральної шкоди.

Вину роботодавця та право на відшкодування заподіяної працівникові моральної шкоди можуть підтвердити такі документи:

- акт про нещасний випадок або професійне захворювання;
- висновок контролюючих та медичних органів щодо причин ушкодження здоров'я та ін.

Відшкодовується моральна шкода за заявою потерпілого, яка подається роботодавцю в тримісячний термін від дня її одержання, а в разі нещасного випадку — у тримісячний строк від дня одужання. У заяві слід зазначити, у чому полягає ця шкода, з яких міркувань визначався розмір шкоди та якими доказами це підтверджується.

Роботодавець зобов'язаний розглянути заяву та прийняти відповідні рішення протягом десяти днів. Особа, яка не задоволена рішенням комісії з трудових спорів (КТС), звертається з позовною заявою до суду.

Розмір відшкодування моральної шкоди не може перевищувати двохсот мінімальних розмірів заробітної плати.

Рішення роботодавця про відшкодування моральної шкоди оформляється у вигляді наказу із зазначенням терміну її виплати.

### **1.1.7. Охорона праці при проектуванні, будівництві та реконструкції об'єктів і засобів виробництва**

Проектування виробничих об'єктів, розробку нових технологій, засобів виробництва, засобів колективного та індивідуального захисту працюючих слід проводити з урахуванням вимог охорони праці.

Жодне підприємство, цех, дільниця, виробництво не можуть бути прийняті і введені в експлуатацію, якщо на них не забезпечені здорові та безпечні умови праці.

Забороняється будівництво або реконструкція виробничих об'єктів і впровадження нових для даного підприємства технологій без попередньої експертизи робочого проекту на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці. Експертиза проектної документації на її відповідність нормативним актам про охорону праці проводиться згідно з постановою Кабінету Міністрів № 431 від 23 червня 1994 року «Про порядок проведення державної експертизи проектної документації на будівництво та реконструкцію виробничих об'єктів і виготовлення засобів виробництва на відповідність їх нормативним актам про охорону праці».

Експертизу проектів, реєстрацію, огляди, випробування виробничих об'єктів, прийняття їх в експлуатацію незалежно від форм власності здійснюють органи Державного комітету по нагляду за охороною праці. Введення в експлуатацію вказаних об'єктів без дозволу цього комітету забороняється.

Протягом усього періоду будівництва чи реконструкції, а також під час введення об'єкта завершеного будівництва в експлуатацію проектні організації зобов'язані здійснювати авторський нагляд. Авторський нагляд здійснюється відповідно до договору, який укладається між проектною організацією і власником.

Машини, механізми, устаткування, транспортні засоби й технологічні процеси, що впроваджуються у виробництво, повинні мати відповідні сертифікати, що засвідчують їхню безпечність для життя й здоров'я людей у процесі їх використання. Перелік продукції, яка підлягає обов'язковій сертифікації, затверджує Держстандарт.

Згідно з чинним законодавством роботодавець повинен отримати дозвіл на початок та перелік видів робіт на підприємстві, діяльність якого пов'язана з використанням процесів та устаткування підвищеної небезпеки. Перелік видів робіт, об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки визначає Кабінет Міністрів.

Дозвіл на початок роботи підприємства видає Державний комітет з нагляду за охороною праці в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів у постанові від 6 жовтня 1993 року № 831. Дозвіл





на початок роботи підприємства є офіційним документом, який дозволяє експлуатацію підприємства в робочому режимі.

Для одержання дозволу власник подає відповідному органу Держнаглядохоронпраці заяву, а також довідку про реєстрацію підприємства, ліцензію на вид діяльності, довідку про відповідність професійної кваліфікації посадових осіб профілю виробництва та ін.

Якщо роботодавець не одержав зазначеного дозволу, місцевий орган виконавчої влади вживає заходів щодо скасування державної реєстрації цього підприємства у встановленому законом порядку за умови, що протягом місяця від часу виявлення вказаних недоліків роботодавець не вжив належних заходів для їх усунення.

Забороняється застосовувати у виробництві шкідливі речовини в разі відсутності їх гігієнічної регламентації та державної реєстрації, на які не розроблені гранично допустимі нормативи і які не пройшли токсикологічну експертизу.

Токсикологічна експертиза є основним документом, що підтверджує безпеку продукції для організму людини. Вона проводиться згідно з постановою головного державного санітарного лікаря про «Токсиколого-гігієнічну оцінку хімічних речовин» від 19 жовтня 1992 року № 4.

Існуюча система гігієнічної стандартизації та сертифікації продукції дає змогу оцінити не більш як 20 % продукції, яка виготовляється на підприємстві або яку воно імпортує.

У разі надходження на підприємство нових небезпечних речовин власник зобов'язаний повідомити про це органи Державного нагляду за охороною праці, розробити та узгодити з ними відповідні заходи щодо захисту здоров'я і життя працівників.

Експлуатація або використання придбаних за кордоном технологій, машини, механізмів, хімічних речовин та їх сполук допускається лише за умови проведення експертизи на відповідність їх нормативно-правовим актам з охорони праці, що є чинними на території України.

### 1.1.8. Тривалість робочого часу працівників

Нормування тривалості робочого часу здійснює держава за участю професійних спілок.

Робочий час — це час, встановлений законом, протягом якого відповідно до правил внутрішнього розпорядку або іншого, прийнятого на підприємстві порядку, працівник зобов'язаний виконувати доручену йому роботу або службові обов'язки.

В Україні відповідно до КЗпП тривалість робочого часу для робітників і службовців не може перевищувати 41 годину на тиждень (р. IV, ст. 50–65). Норми робочого часу не можуть змінюватися за згодою адміністрації з професійними спілками, якщо цього не передбачає законодавство про працю.

Для працівників встановлюється п'ятиденний робочий тиждень з двома вихідними днями. На тих підприємствах, де за характером виробничого процесу та умовами праці введення п'ятиденного робочого тижня є недоцільним, встановлюється шестиденний робочий тиждень з одним вихідним днем.

Скорочену тривалість робочого часу встановлено для неповнолітніх працівників: з 15 до 16 років — 24 години на тиждень, з 16 до 18 років — 36 годин на тиждень. Для осіб, які працюють у шкідливих умовах — не більше 36 годин. Перелік виробництв зі шкідливими умовами праці, робота на яких дає право на скорочену тривалість робочого часу, встановлюється в порядку, визначеному законодавством. Скорочений робочий день встановлюється лише тоді, коли працюючий виконує роботу в шкідливих умовах протягом не менш як половини робочого часу.

Чинне законодавство регламентує також тривалість робочого часу в нічну зміну. Нічним визнається час з 22 години до 6 годин ранку. Тривалість роботи в цей період скорочується на одну годину. В умовах безперервного виробництва тривалість нічної зміни зрівнюється з денною, а також на змінних роботах при шестиденному робочому тижні з одним вихідним днем.



Скорочення нічної зміни не веде до зменшення загальної тривалості нормального робочого часу. Тому особи, які працюють у нічну зміну, удень повинні відпрацювати встановлену законом норму годин на тиждень. Це враховується при складанні графіків змінності й компенсується роботою таким чином, щоб відпрацьований робочий тиждень становив 41 годину.

Діюче законодавство забороняє залучати до роботи в нічний час неповнолітніх осіб, яким не виповнилося 18 років, вагітних жінок і жінок, що мають дітей віком до трьох років, та деякі інші категорії працівників (хворих на туберкульоз).

В окремих випадках за угодою між роботодавцем і працівником може встановлюватися неповний робочий день або неповний робочий тиждень. Це стосується вагітних жінок або тих жінок, які мають дітей віком до чотирнадцяти років чи дитину-інваліда або здійснюють догляд за хворим членом сім'ї.

Оплата праці в цих випадках здійснюється пропорційно відпрацьованому часу або залежно від виробітку.

Праця понад встановлену законом тривалість робочого дня вважається понадурочною. Понадурочні роботи, як правило, забороняються й можуть виконуватися лише у виняткових випадках з дозволу професійних спілок (КЗпП, ст. 62).

Для виконання понадурочних робіт адміністрація повинна звернутися до професійної спілки із заявою про необхідність виконання певного обсягу таких робіт. У заяві слід визначити чисельність працівників, які залучаються до виконання понадурочних робіт, та кількість необхідного часу. Професійні спілки виносять своє рішення після обговорення письмового подання адміністрації.

Понадурочні роботи роботодавець має право застосовувати тільки у виняткових випадках — у разі проведення робіт, необхідних для оборони країни, відвернення стихійного лиха, ліквідації наслідків аварії чи катастрофи, проведення робіт з водопостачання, газопостачання, опалення, освітлення та ін.

Згідно із законодавством встановлено такі види відпочинку: перерви протягом робочого дня для відпочинку й прийняття їжі, дні щотижневого відпочинку, святкові дні та щорічні відпустки. Щотижневий відпочинок — це вихідні дні. При п'ятиденному робочому тижні надається два вихідні дні. При шестиденному — один. Другий вихідний день, як правило, має надаватися підряд із загальним вихідним днем.

### **1.1.9. Обов'язки роботодавця щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці та обов'язки працівника щодо виконання нормативних актів**

Обов'язки і повноваження роботодавця й працівників у сфері охорони праці визначає чинне законодавство. Згідно з КЗпП на всіх підприємствах повинні створюватися здорові й безпечні умови праці, забезпечення яких покладається на роботодавця (р. XI, ст. 153–173).

Роботодавець несе персональну відповідальність за порушення вимог, визначених законодавством про охорону праці.

Виробничі будівлі, споруди, устаткування, технологічні процеси мають відповідати вимогам, які забезпечують здорові й безпечні умови праці. Ці вимоги зобов'язують роботодавця раціонально використовувати територію і виробничі приміщення, здійснювати захист працюючих від впливу шкідливих чинників, утримувати робочі місця у відповідності до санітарно-гігієнічних норм.

Нині введено вимоги щодо проведення аудиту охорони праці. Процедура включає самостійне проведення роботодавцем внутрішнього аудиту. Якщо за результатами внутрішнього аудиту буде встановлено, що охорона праці та безпека виробництва не відповідають встановленим вимогам, роботодавцю буде запропоновано проведення зовнішньої перевірки. Така законодавча норма дає можливість поліпшити ситуацію з охороною праці на виробництві.



Згідно з чинним законодавством роботодавець забезпечує належне технічне обладнання всіх робочих місць і створює на них умови праці, які повинні відповідати Правилам охорони праці. До таких Правил належать єдині для всіх галузей народного господарства міжгалузеві або галузеві правила й норми.

Виконуючи свої трудові обов'язки, працівники повинні дотримуватися вказаних правил і норм, а також інструкцій з охорони праці, які встановлюють правила виконання робіт і правила поведінки у виробничих приміщеннях. Постійний контроль за їх дотриманням покладається на роботодавця або уповноважений ним орган трудового колективу.

Трудовий колектив — це утворення громадян, які своєю працею беруть участь у діяльності підприємства на підставі трудового договору.

Відповідно до номенклатурних заходів стосовно охорони праці роботодавець зобов'язаний розробити план таких заходів, затвердити його за погодженням з професійними спілками й включити до колективного договору (КЗпП, ст. 161).

Взаємовідносини між роботодавцем і професійними спілками та працівниками підприємства визначаються у КЗпП (р. XVI, ст. 243–251). Професійні спілки представляють інтереси працівників у галузі виробництва, праці, побуту й культури. Роботодавець за погодженням з професійними спілками встановлює умови праці, заробітну плату та використання суспільних доходів споживання.

Для проведення номенклатурних заходів з охорони праці роботодавець зобов'язаний виділяти цільові кошти та необхідні матеріальні ресурси, витрачати які на інші цілі заборонено. Порядок використання цих коштів визначається в колективному договорі і контролюється трудовим колективом.

Кошти, що виділяються на охорону праці, витрачаються на покращення умов праці, на заходи колективного та індивідуального захисту, ЛПХ, медичні огляди працівників та на все те, що роботодавець зобов'язаний забезпечити задля створення безпечних і нешкідливих умов праці.

В обов'язки роботодавця входить правильна організація процесу праці, створення відповідних умов, забезпечення трудової і виробничої дисципліни, дотримання законодавства про працю й правил охорони праці.

Обов'язки працівників полягають у сумлінному виконанні розпоряджень роботодавця, підтримці технологічної і трудової дисципліни, підвищенні продуктивності та якості праці, дотриманні вимог нормативно-правових актів з охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії.

Згідно із законодавчими вимогами працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку й здоров'я;
- знати й виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці;
- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе відповідальність за порушення зазначених вимог. За такі порушення роботодавець може застосувати дисциплінарне стягнення у вигляді догани або звільнення з роботи. За кожне порушення може застосовуватися лише одне стягнення, яке оголошується в наказі і повідомляється працівникові.

Згідно із законодавством на роботодавця покладається зобов'язання щодо систематичного навчання працюючих, вдосконалення їхніх знань та навичок у сфері охорони праці шляхом проведення інструктажів, підвищення кваліфікації з техніки безпеки, виробничої санітарії, протипожежної безпеки та інших правил.

Після навчання (інструктажу) працівник повинен отримати інструкцію з охорони праці за своїм фахом.

Найголовнішим обов'язком працівника є неухильне дотримання вимог інструкції з охорони праці за своїм фахом, що є запорукою попередження більшості аварій і нещасних випадків на виробництві.

Працівник, який не виконує обов'язків щодо охорони праці та вимог нормативних актів, порушує трудову й технологічну дисципліну, за що до нього можуть бути застосовані відповідні види впливу.



### 1.1.10. Охорона праці жінок

Охорону здоров'я працюючих жінок гарантує державне законодавство, яке передбачає створення сприятливих умов для поєднання їх материнських функцій з активною трудовою та суспільною діяльністю.

Науково-технічний прогрес змінив характер і зміст праці, що сприяло перерозподілу зайнятості жінок у різних галузях народного господарства. Частка жінок у загальній кількості працюючих перевищує 50 відсотків.

У реальних умовах виробництва не завжди вдається створити оптимальні умови праці для жіночого організму. Нині на тих підприємствах, де використовується праця жінок, спостерігається дія несприятливих виробничих чинників. Наявність таких умов у деяких випадках може спричинити до виникнення в працівниць суто жіночих хвороб, які впливають на їх репродуктивну функцію.

У деяких галузях промисловості є ще значна кількість професій, які за гігієнічним класифікатором відносяться до категорії важких робіт. В умовах механізації важких категорій робіт праця стає легшою, але збільшується нервова напруженість або виникає монотонність, що також несприятливо впливає на здоров'я жінок.

Виробничо-професійні чинники з медико-біологічної точки зору впливають на жіночий організм більш згубно, ніж на чоловічий. У ряді сучасних суто жіночих професій, праця в яких здійснюється в позі стоячи або сидячи, виникають порушення кістково-м'язового апарата, кровообігу органів грудної і черевної порожнини, нижніх кінцівок і малого таза. Багато професій пов'язані з дією фізичних чинників середовища. До того ж жінкам важче виконувати роботу в позі стоячи, вони більш чутливі до зміни терморегуляції організму, до шкідливої дії пилу з вмістом оксиду кремнію, шуму, вібрації.

Виробнича вібрація при тривалій дії на жіночий організм може стати причиною завчасних родів, а також загибелі плоду внаслідок порушення кровообігу.

В умовах рівного професійного навантаження частота виникнення вібраційної і шумової патології у жінок є значно вищою, ніж у чоловіків.

Іонізуюче випромінювання впливає на організм жінки і плода на всіх стадіях розвитку дитини в період вагітності, яка може перерватися або закінчитися народженням дитини з вадами розвитку.

Шкіра жінок більш чутлива до дії деяких хімічних речовин. За однакових умов в однакових за віком і стажем трудових групах професійні дерматити в жінок проявляються раніше і частіше, ніж у чоловіків. Промислові отрути в ряді випадків є причиною загрози переривання вагітності, спонтанних абортів, завчасних родів. Багато отрутохімікатів, які мають ембріотропну або тератогенну дію, надходять у грудне молоко. Тому період вагітності ставить працюючу жінку в особливо вразливе становище стосовно шкідливих виробничих чинників.

Враховуючи фізіологічні особливості жіночого організму, їх підвищену чутливість до деяких шкідливих фізичних і хімічних чинників виробничого середовища, а також додаткові навантаження, які виникають як під час вагітності, так і в період виховання дітей, охорона праці жінок вимагає певних спеціальних заходів.

Система чинних законодавчих актів охороняє працю й здоров'я жінок та забезпечує їм всі умови для плідного виробничого й суспільного життя.

З метою поліпшення умов праці жінок та охорони їх здоров'я затверджено Список виробництв, на яких забороняється використання праці жінок. За цим списком жінкам забороняється робота за більше ніж 900 спеціальностями та професіями. Забороняється застосовувати працю жінок на важких роботах і роботах зі шкідливими для здоров'я умовами праці, а також на підземних роботах, у гірничодобувній промисловості та на будівництві підземних споруд. Жінки не допускаються до професій зварювальника ручної зварки, що часто працює в цистернах, котлах, а також на спорудах висотою понад 10 м, землекопа, машиніста екскаваторів, автогрейдерів, електростанцій, бульдозерів, автогідромоніторів, до верхолазних робіт й т. ін.



Жінки можуть працювати трактористами-машиністами, водіями легкових та вантажних автомобілів вантажопідйомністю до 2,5 т, електромонтерами, ремонтниками, будівельниками та робітниками інших професій, для яких дозволено застосовувати жіночу працю. Жінкам-механізаторам мають надаватися машини з удосконаленими сидіннями, кабінами, системою запуску двигуна, керування та обслуговування.

Державні органи розробили та впровадили перелік робіт, машин і механізмів, на яких рекомендовано застосовувати переважно жіночу працю.

Жінки краще від чоловіків можуть виконувати роботи, пов'язані з точною координацією рук, дрібними рухами пальців, які часто повторюються.

З метою подальшого поліпшення умов праці та охорони здоров'я жінок встановлено обмежені розміри вантажів при їх підніманні та перенесенні (табл. 1.1).

Залучення жінок до робіт по перенесенню й підніманню вантажів регламентується нормами гранично допустимих навантажень, затвердженими МОЗ від 10.12. 1993 р. № 241.

**Таблиця 1.1**

*Норми гранично допустимих навантажень для жінок при переміщенні вантажів вручну*

Характер робіт	Гранично допустима маса вантажу, кг
Переміщення вантажів при чергуванні з іншою роботою (до 2 разів за годину)	10
Переміщення вантажів постійно впродовж робочої зміни	7
Сумарна маса вантажу, який переміщується протягом кожної години робочої зміни, не повинна перевищувати :	
– з робочої поверхні	350
– з підлоги	175

Жінки до вантажо-розвантажувальних робіт допускаються лише в таких випадках: навантаження й розвантаження навалочних вантажів (пісок, глина, овочі, зерно), вантажів малої маси, поштучних вантажів (цегла, макуха) та ін.

Закон «Про охорону праці» регламентує для працюючих жінок сприятливий режим праці й відпочинку, обмеження праці жінок у нічний час; використання праці жінок на роботах з неповним робочим днем або з неповним робочим тижнем.

Оскільки організм жінки особливо вразливий у період вагітності, чинне законодавство передбачає відповідні пільги.

З моменту встановлення вагітності жінки не повинні залучатися до робіт, які вимагають значного напруження, особливо пов'язаних з небезпекою вибуху, аварії, з ризиком для життя.

Закон забороняє залучати вагітних жінок або тих, які мають дітей віком до трьох років, до робіт у нічний час, до понадурочних робіт і робіт у вихідні дні, а також направляти їх у відрядження без їх згоди.

Для вагітних жінок згідно з медичним висновком знижуються норми виробітку, норми обслуговування або ж вони переводяться на іншу роботу, яка є легшою і виключає вплив негативних виробничих чинників, із збереженням середнього заробітку за попередньою роботою.

Жінкам надаються відпустки по вагітності і родах тривалістю сімдесят календарних днів до пологів і п'ятдесят шість після пологів. Дні відпустки обчислюються сумарно й надаються незалежно від кількості днів, фактично використаних до родів. За бажанням жінкам надаються частково оплачувані відпустки по догляду за дитиною до досягнення нею трирічного віку з виплатою за цей період допомоги по державному соціальному страхуванню. Крім цього, можуть надаватися додаткові відпустки без збереження заробітної плати по догляду за дитиною до досягнення нею шестирічного віку. Час вказаних відпусток зараховується жінкам як у загальний, так і в безперервний стаж роботи.



Законодавство забороняє відмовляти жінкам у прийнятті на роботу або знижувати їм заробітну плату через вагітність або наявність дітей віком до трьох років. Звільнення таких жінок з роботи не допускається, крім випадків повної ліквідації підприємства.

Крім вказаного вище, охорона праці жінок здійснюється шляхом розробки різних заходів: санітарно-гігієнічних, санітарно-технічних, лікувально-профілактичних та інших, спрямованих на забезпечення безпеки організму жінки та її материнських функцій. Поряд із цими заходами відповідне значення має дотримання роботодавцем гігієнічних нормативів щодо стану виробничого середовища й вимог щодо організації технологічних процесів, раціональної організації робочих місць, використання спецодягу, ЗІЗ, обладнання кімнат відпочинку, гігієни та ін.

Усі гарантії, передбачені чинним законодавством, поширюються на батьків, які виховують дітей без матері, а також на опікунів (піклувальників).

### **1.1.11. Неповнолітні та їх права в трудових правовідносинах**

Неповнолітніми вважаються особи обох статей, які не досягли вісімнадцяти років. У трудових правовідносинах вони прирівнюються до повнолітніх, але, що стосується охорони праці, робочого часу, відпусток та інших умов праці, неповнолітні користуються відповідними пільгами, встановленими чинним законодавством.

Правовою основою охорони праці неповнолітніх є відповідні статті КЗпП, Закон «Про охорону праці», Список виробництв, професій, спеціальностей і робіт, на яких забороняється використання праці осіб, що не досягли 18-річного віку, перелік медичних протипоказань до роботи в різних галузях, затверджений МОЗ та ін.

Список має дві графи: «Назви виробництв, професій і робіт» і «Назви спеціальностей». Якщо проти назви професії вказано найменування спеціальностей, то це свідчить про те, що праця неповноліт-

ніх забороняється тільки за вказаними спеціальностями даної професії. Якщо найменування спеціальності не вказується, це означає, що забороняється використовувати працю неповнолітніх за всіма спеціальностями даної професії. Якщо в Список включено професії робітників під загальним найменуванням, то це означає, що неповнолітні можуть працювати помічниками й підручними робочих за цими спеціальностями.

Під час проходження виробничої практики неповнолітні можуть допускатися до виконання робіт, вказаних у Списку, не більше ніж на 3 години на день.

Особливі права встановлено для неповнолітніх, які навчаються спеціальностям, що передбачають виконання робіт на висоті. Учні віком до 18 років, але не молодші 17 років, допускаються до верхолазних робіт не більше ніж на 3 години в день для проходження виробничої практики під постійним наглядом працівника, призначеного наказом по організації для керівництва практикою.

Створення законодавчої і нормативн-правової бази основ охорони праці неповнолітніх пов'язане з тією особливістю, що в підлітків віком до 18 років фізичний розвиток ще не завершений, тому організм має підвищену чутливість до несприятливих виробничих чинників. Цей вік є перехідним періодом до статевої зрілості, періодом формування організму, коли відбувається цілий ряд анатомічних та психофізіологічних змін, які необхідно враховувати при встановленні гігієнічних режимів праці та відпочинку.

Особливостями підліткового віку є швидке зростання всіх життєвих функцій, фізичного розвитку тіла, перебудови всієї ендокринно-вегетативної системи та нервово-психічної сфери. У цьому віці прискорюється ріст кісток скелету та мускулатури (особливо кінцівок), спостерігається слабкість зв'язок, швидка втомлюваність м'язів, деякі відхилення в розвитку органів кровообігу, особливо серця, яке відстає у своєму рості від росту організму. У цей період спостерігається нестійкість вегетативної нервової системи, відхилення в діяльності шлунково-кишкового тракту й значні зміни в системі дихання.



Підлітковий період є періодом дозрівання статевих залоз, що спричинює перебудову всієї нервов-психічної сфери. Енергетичний ріст і швидкий фізичний розвиток підлітків пов'язаний з глибокими зрушеннями в обміні речовин. У цьому віці потреба в поживних речовинах вища, ніж в інші періоди життя людини.

Описані вище фізичні особливості підліткового віку лягли в основу комплексу гігієнічних, правових і технічних заходів, що запобігають несприятливому впливу на організм неповнолітніх шкідливих виробничих чинників.

Чинне законодавство встановлює пільгові умови та обмеження, спрямовані на поліпшення умов й охорону праці підлітків.

Осіб молодше 18 років приймають на роботу лише після попереднього медичного огляду з подальшим щорічним проходженням такого медичного огляду до досягнення 21 року.

Законодавство передбачає два види медичних оглядів неповнолітніх: попередній і періодичний.

Попередній медогляд має на меті виявити придатність неповнолітнього за станом здоров'я до виконання його майбутньої роботи. Періодичні медичні огляди здійснюються з метою постійного медичного контролю за станом здоров'я неповнолітнього, з'ясування впливу виробничого середовища на його організм. За результатами таких оглядів вживаються заходи попередження та лікування початкових форм захворювань. Якщо під час чергового медичного огляду буде встановлено, що ця робота негативно впливає на здоров'я неповнолітнього, медична установа дає висновок про неможливість використання його на такій роботі та необхідність переведення на іншу роботу.

Відповідальність за проходження неповнолітніми обов'язкових медичних оглядів покладено на власників підприємства.

Неповнолітні приймаються на роботу, як правило, після досягнення ними 16 років. КЗпП (ст. 188) забороняє приймати на роботу осіб молодших 16 років. Однак, у виняткових випадках за згодою одного з батьків та при наявності медичного дозволу й певного на-



вчання з охорони праці можуть прийматися на роботу особи, яким виповнилося п'ятнадцять років.

На кожному підприємстві має вестися спеціальний облік працівників, які не досягли вісімнадцяти років, із зазначенням дати їх народження.

Забороняється використовувати працю осіб молодше 18 років на важких роботах та на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, залучати їх до нічних та понадурочних робіт, до робіт у вихідні дні.

Підлітки у віці до 18 років не допускаються до робіт на більше ніж 200 виробництвах за майже 3000 спеціальностями й професіями. Перелік таких робіт за № 46 затверджений МОЗ 31 березня 1994 р.

Обмежується використання праці підлітків на роботах по перенесенню вантажів, маса яких перевищує встановлені для підлітків граничні норми. Також заборонено призначати неповнолітніх на роботи, які полягають виключно в перенесенні важких речей, якщо їх вага перевищує 4,1 кг. Перенесення й пересування важких речей неповнолітніми чоловічої і жіночої статі в межах зазначених норм допускається лише в тих випадках, коли це пов'язано з виконанням ними постійної роботи й займає не більш як 1/3 їх робочого часу. Неповнолітні віком до 16 років взагалі не допускаються до робіт по перенесенню й пересуванню вантажів.

Заробітна плата неповнолітнім при скороченій тривалості щоденної роботи виплачується в такому ж розмірі, як працівникам відповідних категорій при повній тривалості щоденної роботи. Щорічні відпустки працівникам молодше 18 років надаються тривалістю в один календарний місяць у літній період або, за їх бажанням, у будь-яку іншу пору року.

Для неповнолітніх встановлено додаткові гарантії від незаконного звільнення з роботи. Звільнення з ініціативи власника допускається лише у виняткових випадках за згодою комісії у справах неповнолітніх.



Батьки або органи, які піклуються про неповнолітніх, мають право розірвати навіть строкову трудову угоду, якщо продовження її загрожує їх здоров'ю або з боку виробництва порушуються їхні законні інтереси.

Громадські організації, підприємства, санстанція зобов'язані контролювати виконання адміністрацією законодавчих та нормативних документів з охорони праці неповнолітніх і брати участь у розробці заходів стосовно покращення умов їх праці і запобігання захворюванням.

### 1.1.12. Медичні огляди певних категорій працівників

Порядок проведення медичних оглядів визначається спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади в галузі охорони здоров'я.

Наказ Міністерства охорони здоров'я за № 45 від 31 березня 1994 року затвердив Положення про медичний огляд працівників певних категорій, у якому визначається порядок проведення попередніх і періодичних медичних оглядів. Цей документ має додатки переліку виробництв і професій, для яких обов'язкові медичні огляди.

Роботодавець зобов'язаний за свої кошти забезпечити фінансування та організацію проведення попереднього й періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах зі шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба в професійному доборі.

Попередньому й періодичному медичному огляду можуть підлягати працівники, яких немає в переліку, але характер їх майбутньої праці цього вимагає. Це питання вирішується на рівні територіальної санітарно-епідеміологічної станції.

Роботодавцям забороняється укладати трудові договори з працівниками, яким за медичним висновком, після проведення попереднього медичного огляду протипоказана за станом здоров'я запропонована робота.



Попередні медичні огляди встановлюють фізичну й психологічну придатність працівників до роботи за конкретно визначеним фахом, що дає можливість запобігти захворюванням і нещасним випадкам.

Періодичні медичні огляди допомагають виявити на ранніх стадіях ознаки впливу виробничих умов і шкідливих чинників на організм і симптоми захворювань, які не дають змогу продовжувати роботу за даною професією, а також запобігають нещасним випадкам і поширенню інфекційних та паразитарних захворювань.

Періодичні медичні огляди сприяють виявленню первинних ознак хронічного професійного захворювання в осіб, що мають контакт з різними несприятливими чинниками виробничого середовища. Це дає змогу своєчасно вжити заходи, щоб запобігти впливу шкідливих виробничих чинників.

Попередні й періодичні медичні огляди проводять відповідні заклади охорони здоров'я. Працівники цих закладів несуть відповідальність згідно з положенням законодавства про відповідність медичного висновку фактичному стану здоров'я працівника.

Роботодавець складає поіменний список осіб, що мають контакт з окремими несприятливими чинниками.

Після проведення оглядів складається акт, у якому узагальнюються результати роботи, намічаються технологічні, санітарно-технічні, лікувально-профілактичні заходи.

За результатами періодичних медичних оглядів на підставі акта комісії роботодавець зобов'язаний забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів.

Окрім вказаних медичних оглядів, законодавство передбачає позачерговий медичний огляд, який роботодавець також повинен забезпечити за власний рахунок.

Протягом часу проходження медичного огляду за працівником зберігається місце роботи (посада) й середній заробіток.

Обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди проводяться залежно від характеру й конкретних умов виконання робіт чи на визначений термін (один раз на рік, один раз на два роки).





Працівники, що припинили роботу у виробництвах зі шкідливими та небезпечними умовами, вплив яких може обумовлювати розвиток професійного захворювання, медичний огляд також проходять один раз на рік.

Роботодавець має право в установленому законом порядку притягнути працівника, який ухиляється від проходження обов'язкового медичного огляду, до дисциплінарної відповідальності; він також має право усунути його від роботи без збереження заробітної плати.

### 1.1.13. Державні нормативні акти про охорону праці

У період впровадження ринкових відносин і перебудови всього суспільства охорона праці в Україні одержала необхідну нормативну базу.

Верховна Рада 14 жовтня 1992 року прийняла Закон «Про охорону праці». Закон поширюється на всі підприємства незалежно від форм власності та видів діяльності й визначає основні принципи державної політики в галузі охорони праці.

З метою вдосконалення профілактичної роботи й встановлення єдиного порядку організації охорони праці Верховна Рада 21.11.2002 р. затвердила Закон «Про внесення змін до Закону України «Про охорону праці».

У Законі розроблено принципи єдиної системи соціального страхування від нещасних випадків на виробництві, забезпечення реалізації державної політики щодо соціального захисту працюючих.

У новій редакції Закону «Про охорону праці» враховано динамічні перетворення в економічній сфері в умовах ринкових взаємовідносин, що сформувалися в державі протягом останніх десяти років.

Загальними законами, що визначають основні положення у сфері охорони праці, є Конституція України і Кодекс законів про працю. Законодавчими актами, що визначають основні положення з охорони праці, є державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП).

Державні нормативні акти про охорону праці — це правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинності правових норм, обов'язкових для виконання.



Чинне законодавство передбачає, що залежно від сфери дії ДНАОП можуть бути міжгалузевими та галузевими.

Міжгалузеві державні нормативні акти про охорону праці мають загальнодержавне значення, їх дія поширюється на всі підприємства незалежно від їх відомчої належності та форми власності.

Галузеві державні нормативні акти про охорону праці поширюються на підприємства, що належать до певної галузі.

ДНАОП затверджують:

- Кабінет Міністрів;
- Державний комітет з нагляду за охороною праці;
- органи санітарно-епідеміологічної служби МОЗ;
- органи державного пожежного нагляду МНС;
- органи нагляду за ядерною безпекою та ін.

Крім вказаних законодавчих актів, правові відносини у сфері охорони праці регулюють підзаконні нормативні акти, укази й розпорядження Президента, рішення Уряду, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади.

Державні нормативні акти про охорону праці мають своє кодування залежно від сфери дії:

Міжгалузеві ДНАОП кодуються у такий спосіб:

Скорочена назва нормативного акта — ДНАОП;

Група — Х. XX;

Вид нормативного акта — Х. XX;

Порядковий номер у межах даного виду — Х. XX;

Рік затвердження — XX.

Галузеві ДНАОП кодуються так:

Скорочена назва нормативного акта — ДНАОП;

Група відповідно до класифікатора галузей господарської діяльності — XX. XX;

Вид нормативного акта — Х. XX;

Порядковий номер (у межах даного виду) — Х. XX;

Рік затвердження — XX.



Група міжгалузевих нормативних актів має цифрове позначення залежно від державних органів, які затвердили ці акти. Наприклад, О. 00 — Держнаглядохоронпраці, 0.03 — МОЗ, 0.06 — Держстандарт і т. ін.

Група для галузевих нормативних актів має цифрове позначення відповідно до класифікатора, складеного на підставі Загального класифікатора галузей народного господарства Мінстату. Наприклад, 1.1.10 — електроенергетика, 1.3.10 — хімічна промисловість і т. ін.

Види державних нормативних актів про охорону праці (для однакового застосування) мають таке цифрове позначення:

- правила — 1
- ГОСТи — 2
- норми — 3
- положення, статuti — 4
- інструкції, вказівки — 5
- рекомендації, вимоги — 6
- технічні умови безпеки — 7
- переліки, інші — 8

На основі ДНАОП розробляються відомчі документи про охорону праці (ВДОП). Їх затверджують міністерства або інші об'єднання з метою конкретизації вимог охорони праці залежно від специфіки галузі. Відомчі нормативні акти (ВДОП) погоджуються з відповідним органом державного нагляду з охорони праці.

Власники підприємств розробляють на підставі ДНАОП власні положення, інструкції або інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства.

Перехід на нові, суто державні нормативні акти вимагає значних обсягів робіт та певного часу. Тому в Україні дотепер залишаються чинними правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші нормативні акти про охорону праці, які діяли ще за радянських часів. Підставою для цього є постанова Верховної Ради за № 1545-ХІІІ від 12.09.1991 року «Про порядок тимчасової дії на території України окремих актів законодавства Союзу РСР» — за умов, що вони не суперечать Конституції України.



Для вдосконалення нормативної бази з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища створено мережу базових організацій. Це науково-дослідні, проектно-конструкторські та інші організації галузі, що спеціалізуються в певних сферах діяльності і мають високий науково-технічний потенціал з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Роботу даного напрямку координує Національний науково-дослідний інститут охорони праці (ННДІОП), який надає методичну допомогу базовим організаціям, а також безпосередньо розробляє проекти міжгалузевих та окремих галузевих ДНАОП.

В Україні створено державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці. Держнаглядохоронпраці підготував і видав реєстр ДНАОП. Він містить повний перелік правил, норм, стандартів, економічних нормативів та інших документів з питань охорони праці, чинних за станом на 1 лютого 1995 року. До реєстру ДНАОП включено 235 міжгалузевих і 2014 галузевих нормативних актів, 344 міждержавні стандарти систем стандартів безпеки праці (ГОСТ ССБТ) і 30 державних стандартів України (ДСТУ) та 327 інструкцій та інших нормативних документів.

Вимоги щодо охорони праці, крім вищезгаданих, регламентують також будівельні й санітарні норми та правила, правила облаштування електроустановок, правила техніки безпеки під час експлуатації електроустановок споживачами, норми радіаційної безпеки, правила побудови та безпечної експлуатації ємностей, що працюють під тиском, та інші нормативні документи.

До найважливіших підзаконних нормативно-правових актів, що регламентують охорону праці, належать такі:

- 1) Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництвах (21 серпня 2001 р. № 1094);
- 2) Правила відшкодування власником підприємства шкоди, заподіяної працівникові ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків (№ 838 від 23.07.1993 р.);



- 3) Положення про порядок накладання штрафів на підприємства за порушення нормативних актів про охорону праці (№ 754 від 17.09.1993);
- 4) Список важких робіт та робіт зі шкідливими та небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок, затверджений МОЗ за № 256 від 29.12.1993 р.;
- 5) Граничні норми піднімання важких речей жінками, затверджені МОЗ за № 241 від 10.12.1993 р.;
- 6) Список виробництв, професій і робіт з важкими та шкідливими умовами праці, на яких забороняється застосування праці осіб молодше 18 років, затверджений Держкомпраці СРСР від 10.09.1980 р.;
- 7) Перелік робіт підвищеної небезпеки, затверджений наказом Держнаглядохоронпраці, за № 123 від 3.11.1993 р.;
- 8) Типове положення про навчання з питань охорони праці (ДНА-ОП 0.00—4.12-99) та інші;
- 9) Положення про державний комітет України з нагляду за охороною праці, затверджене Указом Президента від 16.01.2003 р. № 29/2003.

Опрацювання та прийняття нових, перегляд і скасування чинних нормативно-правових актів з охорони праці здійснює спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці за участю професійних спілок і Фонду соціального страхування від нещасних випадків та за погодженням з органами державного нагляду за охороною праці.

Нормативно-правові акти з охорони праці переглядаються в міру впровадження досягнень науки і техніки, що сприяють поліпшенню безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, але не рідше одного разу на десять років.

Опрацювання державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці фінансується з Державного фонду охорони праці та інших джерел. Опрацювання державних галузевих нормативних актів фінансують міністерства, відомства, створені за галузевим принципом.



Нормативно-правові акти з охорони праці є обов'язковими до виконання в умовах виробництва, навчання чи облаштування будь-яких робочих місць будь-яким суб'єктом господарювання.

### **1.1.14. Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці**

Робота в галузі охорони праці — особливий вид діяльності. Кожен працюючий, від першого керівника і закінчуючи майстром, рядовим робітником, повинен досконало знати свої посадові обов'язки у справі охорони праці й орієнтуватися на дотримання заходів безпеки та законодавчих нормативних актів.

Охорона праці як правовий інститут включає норми, що регулюють відповідальність посадових осіб за порушення законодавства про працю і правил та нормативних актів про охорону праці.

За недотримання або порушення вимог законодавства, створення перешкод для діяльності посадових осіб, органів державного нагляду за охороною праці винні працівники притягуються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної та кримінальної відповідальності згідно з чинним законодавством.

Відповідальність щодо охорони праці несуть працівники, на яких покладено обов'язки виконувати вимоги з охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, передбачені КЗпП (ст. 139, 159), Законом «Про охорону праці» (гл. VIII, ст. 43, 44), Правилами внутрішнього трудового розпорядку, що діють на підприємствах, та іншими нормативними актами про працю.

#### **Дисциплінарна відповідальність**

Підставою для притягнення до дисциплінарної відповідальності працівників є порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці та дії, спрямовані на створення перешкод для виконання посадовими особами органів державного нагляду за охороною праці їх повноважень.



КЗпП встановлює такі дисциплінарні стягнення, як догану й звільнення з роботи (ст. 147). Право накладати на винних осіб дисциплінарні стягнення має орган, який користується правом приймати на роботу працівників, або вищий за рангом орган.

Дисциплінарне стягнення за порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці та створення перешкод для органів державного нагляду може накладатися з ініціативи тих органів, які здійснюють державний і громадський контроль за охороною праці. Посадові особи цих органів мають право надсилати власникам подання про невідповідність окремих посадових осіб займаній посаді для вжиття заходів.

Спеціалісти служби охорони праці мають також право вимагати від посадових осіб підприємства відсторонення від роботи або накладання дисциплінарних стягнень на працівників, які не пройшли медичний огляд, навчання, перевірку знань з охорони праці, не мають допуску до відповідних робіт або порушують нормативні акти про охорону праці.

Питання про притягнення до дисциплінарної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці, можуть порушувати також органи прокуратури, зокрема у формі подання.

Для застосування дисциплінарного стягнення роботодавець повинен отримати від порушника письмове пояснення. Закон не встановлює строку, протягом якого працівник повинен подати пояснення. Конкретні строки, залежно від обставин вчинення правопорушення, встановлює службова особа, що має законодавче право накладання дисциплінарних стягнень.

У тому випадку, коли працівник відмовляється дати пояснення, про це необхідно скласти акт за підписом службової особи й працівників підприємства, які були свідками цієї відмови. У цьому випадку стягнення може накладатися на підставі тих матеріалів, які є на підприємстві.

Дисциплінарну відповідальність (стягнення) роботодавець застосовує не пізніше, ніж через один місяць з дня виявлення правопо-



рушення. Згідно із законом дисциплінарне стягнення не може бути накладене пізніше шести місяців з дня вчинення правопорушення (КЗпП, ст. 148).

За кожне порушення трудової або технологічної дисципліни може застосовуватися лише одне дисциплінарне стягнення, яке оголошується в наказі й повідомляється працівникові під розписку.

При обранні виду стягнення необхідно враховувати ступінь провини, заподіяну шкоду та обставини, що призвели до наявних правопорушень. Якщо протягом року працівник не порушував законодавства, то він вважається таким, що не має дисциплінарного стягнення. Якщо працівник сумлінно проявляє себе, то стягнення може бути зняте до закінчення одного року. Роботодавець має право замість накладання дисциплінарного стягнення передати питання на розгляд трудової комісії.

#### Адміністративна відповідальність

Завдання законодавства про адміністративне правопорушення — охорона соціально-економічних, особистих прав і законних інтересів підприємств, зміцнення законності, запобігання правопорушенням та виховання в дусі поваги до законів.

Законодавство про адміністративні правопорушення складається з Кодексу про адміністративні правопорушення (КАП), Закону «Про охорону праці», постанов Кабінету Міністрів та інших законодавчих актів.

Відповідно до чинного законодавства адміністративна відповідальність встановлюється за порушення:

- правил охорони праці в будівництві;
- санітарно-гігієнічних умов праці;
- правил пожежної безпеки;
- правил охорони атмосферного повітря, ґрунтів, надр, лісів, водних ресурсів, рибних багатств;
- правил безпечної експлуатації та використання транспортних засобів; дорожнього руху та ін.



Правопорушенням визнається протиправна дія чи бездіяльність, за яку законодавство передбачає адміністративну відповідальність.

Адміністративна відповідальність за правопорушення настає тоді, коли порушення за своїм характером не тягнуть за собою відповідно до чинного законодавства кримінальної відповідальності.

Згідно з КАП за вчинення адміністративних правопорушень можуть застосовуватися такі адміністративні стягнення (ст. 24):

- попередження або штраф;
- оплатне вилучення предмета, який став знаряддям правопорушення або конфіскація всього того, що було об'єктом або наслідком правопорушення;
- позбавлення спеціального права (керування транспортом);
- виправні роботи або адміністративний арешт.

Попередження як засіб адміністративного стягнення вноситься в письмовій формі.

Юридичні та фізичні особи, які відповідно до законодавства використовують найману працю, притягуються до сплати штрафу за порушення законодавства про охорону праці та невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду.

Максимальний розмір штрафу не може перевищувати п'яти відсотків місячного фонду заробітної плати юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю.

Особи, на яких накладено штраф, вносять його в касу підприємства за місцем роботи. Несплата штрафу тягне за собою нарахування на суму штрафу пені в розмірі двох відсотків за кожний день прострочення. Рішення про стягнення штрафу може бути оскаржене протягом місяця в судовому порядку.

Згідно з КАП позбавлення спеціального права застосовується на строк до трьох років за грубе або систематичне порушення порядку користування цим правом.

Виправні роботи застосовуються на строк до двох місяців з відбуванням їх за місцем постійної роботи особи, яка вчинила адміністративне правопорушення, і з відрахуванням до двадцяти відсотків її заробітку в дохід держави. Виправні роботи призначає народний суд.

Народним судом також призначається, у виняткових випадках, адміністративний арешт на строк до п'ятнадцяти діб. Адміністративний арешт не може застосовуватися до вагітних жінок, жінок, які мають дітей віком до 12 років, до осіб, які не досягли 18 років, до інвалідів першої і другої груп (КАП, ст. 32).

Адміністративне стягнення накладається в межах, установлених нормативним актом, який передбачає відповідальність за вчинене правопорушення. При накладанні стягнення враховується характер правопорушення, особа, яка його вчинила, ступінь її вини, обставини, що пом'якшують або обтяжують відповідальність.

Якщо одна особа вчинила два або більше адміністративних правопорушень, стягнення накладається за кожне правопорушення окремо. Якщо справа про адміністративні правопорушення одночасно розглядається одним і тим самим органом (посадовою особою), стягнення накладається в межах санкції, встановленої за більш серйозне правопорушення з числа вчинених.

Адміністративне стягнення може накладатися не пізніше як через два місяці з дня вчинення правопорушення, а в разі тривалого правопорушення — два місяці з дня його виявлення (КАП, ст. 38).

Згідно з КАП адміністративне стягнення за порушення санітарно-гігієнічних і санітарно-протиепідемічних правил і норм, вчинене громадянами або посадовими особами, полягає в накладанні штрафу від одного до десяти і від трьох до двадцяти неоподаткованих мінімумів доходів громадян відповідно (ст. 42).

Порушення вимог законодавчих та інших нормативних актів по безпечному виконанню робіт на об'єктах, підконтрольних органам Держкомнаглядохоронпраці, призводить до адміністративної відповідальності за КАП ст. 93–103. Ці статті визначають відповідальність за:

- порушення вимог про зберігання, використання та облік вибухових матеріалів;
- порушення правил і норм радіаційної безпеки;



- недотримання державних стандартів, норм і правил під час проектування, будівництва і реконструкції, а також прийняття в експлуатацію об'єктів, зведених з порушенням законодавства;
- порушення Правил охорони електричних мереж (ст. 100);
- пошкодження газопроводів (крім магістральних) та їх обладнання при виконанні будівельних робіт (ст. 103).

За вказані адміністративні правопорушення стягуються штрафні санкції з робітників від двох до шести, а з посадових осіб — від п'яти до двадцяти неоподаткованих мінімумів доходів громадян.

Кодекс про адміністративні правопорушення передбачає штрафні санкції за випуск на лінію транспортних засобів, технічний стан яких не відповідає вимогам стандартів, Правилам дорожнього руху, за допущення до управління транспортними засобами водіїв, що перебувають у стані сп'яніння, за порушення правил перевезення небезпечних великогабаритних та інших вантажів; за невиконання Правил пожежної безпеки (ст. 128, 130, 133).

Адміністративна відповідальність передбачена за невиконання законних вимог посадових осіб Держнаглядохоронпраці по усуненню порушень щодо охорони праці або створення перешкод для діяльності цих органів.

Справи про адміністративні правопорушення розглядають: адміністративні комісії при міських, районних і селищних радах народних депутатів, органи державних інспекцій та органи державного нагляду за охороною праці, пожежного і санітарного нагляду.

При скоєнні адміністративного правопорушення складається протокол. Протокол не складається, якщо відповідно до законодавства штраф призначається й береться на місці скоєння правопорушення. Протокол не складається і тоді, коли розмір штрафу не перевищує трьох неоподаткованих мінімумів доходів громадян або особа, що допустила правопорушення, не оскаржує адміністративне стягнення (ст. 258).

Якщо особа оскаржує стягнення штрафних санкцій, передбачених за скоєння адміністративних правопорушень, тоді складається протокол.



Протокол підписує особа, яка його складала, і особа, що скоїла правопорушення, а також свідки, якщо вони є. Якщо особа, що скоїла правопорушення, відмовляється підписати протокол, про це робиться відповідний запис. Протокол направляється органу, уповноваженому розглядати справу про адміністративне правопорушення (КАП, ст. 257).

Справа про адміністративне правопорушення розглядається в 15-денний термін від дня отримання відповідним органом протоколу та інших матеріалів справи.

Орган, що розглядає справу, встановивши причини та умови, які сприяли скоєнню адміністративного правопорушення, вносить у відповідний орган пропозицію про прийняття заходів щодо усунення цих причин і умов.

По справі про адміністративне правопорушення виноситься постановою: про накладання адміністративного стягнення; про закриття справи або прийняття заходів впливу (пробачення, догана, нагляд колективу).

Копія постанови протягом трьох днів видається під розписку особі, стосовно якої вона виносилася. Постанова доводиться до відома адміністрації за місцем роботи або навчання правопорушника.

Постанова може бути оскаржена протягом десяти днів з дня її винесення особою, стосовно якої вона винесена. Рішення народного суду про накладання адміністративного стягнення є остаточним й оскарженню не підлягає.

Постанова про адміністративне стягнення є обов'язковою для виконання як державними чи іншою власності установами, так і посадовими особами чи громадянами. Вона підлягає виконанню з моменту її винесення.

Якщо з дня винесення постанови про адміністративне стягнення минуло три місяці і вона не була виконана, то вже не підлягає виконанню за давністю строку.

Контроль за правильним і своєчасним виконанням постанови про адміністративне стягнення здійснюють органи, які винесли цю постанову.



Штраф має бути сплачений не пізніше п'ятнадцяти днів з дня вручення постанови про стягнення штрафу. У разі несвоєчасної сплати штрафу постанова надсилається для утримання суми штрафу в примусовому порядку.

При стягненні штрафу на місці скоєння адміністративного правопорушення порушникові видається квитанція встановленого зразка, яка є документом фінансової звітності.

Державні органи, громадські організації, судові колективи мають розробляти й здійснювати заходи, спрямовані на запобігання адміністративним правопорушенням, виявляти та усувати причини й умови, які сприяли їх вчиненню.

Ради народних депутатів на своїй території координують роботу всіх державних і громадських органів по запобіганню адміністративним правопорушенням, керують діяльністю органів внутрішніх справ, адміністративних комісій та інших органів, покликаних вести боротьбу з адміністративними правопорушеннями.

### Матеріальна відповідальність

Кодекс законів про працю та інші нормативні акти регламентують матеріальну відповідальність роботодавців і працівників у трудових відносинах (КЗпП гл. IX ст. 130–138).

Роботодавець несе матеріальну відповідальність перед працівниками, здоров'ю яких завдано шкоди внаслідок недотримання відповідних умов праці та нормативних актів. Таку ж відповідальність несуть працівники перед роботодавцем за шкоду, заподіяну підприємству внаслідок невиконання покладених на них трудових обов'язків.

У разі нещасних випадках матеріальна відповідальність роботодавця встановлюється на підставі акта форми Н-1, постанови слідчих органів і звинувачувального вироку суду. Суми, призначені для сплати потерпілим працівникам, надходять до бюджету соціального страхування. Роботодавець відшкодовує працівникові шкоду, заподіяну здоров'ю, у розмірі втраченого середньомісячного заробітку, одноразової допомоги й витрат, пов'язаних з відновленням його здоров'я.



Законодавство передбачає матеріальну відповідальність незалежно від того, чи притягувався працівник до дисциплінарної, адміністративної чи кримінальної відповідальності. Шкоду, заподіяну підприємству, працівник може добровільно покрити повністю або частково, відшкодувавши рівноцінним майном або полагодивши пошкоджене.

Законодавство передбачає різні види матеріальної відповідальності залежно від того, який характер мало порушення правил охорони праці.

Матеріальна відповідальність буває повна й часткова, індивідуальна та колективна.

Письмові договори про повну матеріальну відповідальність укладаються з працівниками, які досягли 18-річного віку й займають посади або виконують роботи, що безпосередньо пов'язані із зберіганням, обробкою, перевезенням або застосуванням у процесі виробництва передбачених ним цінностей.

Перелік посад і робіт, а також типовий договір про повну індивідуальну матеріальну відповідальність затверджуються в порядку, який визначається Кабінетом Міністрів.

При виконанні окремих видів робіт бригадним методом, коли неможливо розмежувати матеріальну відповідальність кожного працівника, застосовується колективна (бригадна) матеріальна відповідальність. Колективна матеріальна відповідальність встановлює роботодавець за погодженням з професійними спілками підприємства. У цьому випадку письмовий договір укладається з усіма членами колективу бригади.

Типовий договір та перелік робіт, де може застосовуватися колективна матеріальна відповідальність, затверджує Міністерство праці і соціального захисту.

Повна матеріальна відповідальність встановлюється у випадках:

- коли між роботодавцем і працівником укладено письмовий договір про повну матеріальну відповідальність за збереження майна та цінностей;



- коли працівник за разовим дорученням отримав майно та інші цінності.

Якщо порушення правил охорони праці мали кримінальні ознаки, на працівника покладається повна матеріальна відповідальність, при їх відсутності — обмежена відповідальність у межах його середньомісячного заробітку.

Повну матеріальну відповідальність закон передбачає також у тих випадках, коли працівник заподіяв шкоду в нетверезому стані, при умисному знищенні, псуванні матеріалів, інструментів, які були надані йому в користування.

Випадки повної матеріальної відповідальності бувають як при виконанні трудових обов'язків, так і поза виконанням трудових обов'язків. Про повну матеріальну відповідальність ідеться тоді, коли службова особа незаконно звільнила або перевела працівника на іншу роботу.

Розмір заподіяної шкоди визначається за фактичними витратами, виходячи з балансової вартості матеріальних цінностей.

Особа, яка завдала шкоди роботодавцю під час виконання трудових обов'язків, може добровільно відшкодувати заподіяну шкоду. У тому разі, коли працівник добровільно не відшкодує збитки, а вони не перевищують його середньомісячного заробітку, роботодавець відраховує їх із заробітної плати не раніше семи днів з дня повідомлення про це працівника.

У разі незгоди працівника з розмірами відрахувань покриття шкоди здійснюється шляхом подання роботодавцем позову до суду протягом року з дня її виявлення, або це питання розглядає комісія з трудових спорів.

Часткову (обмежену) матеріальну відповідальність несуть:

- працівники, які зіпсували через недбалість інструменти, сировину, спеціальні засоби захисту, надані їм у користування;
- керівники підприємств, якщо шкода заподіяна надмірними грошовими витратами, неправильним обліком матеріальних цінностей, коли вони не вживали заходів щодо їх зберігання або допустили їх розкрадання.



Обмежена матеріальна відповідальність встановлюється, виходячи з розмірів заподіяної шкоди, але не повинна перевищувати середньомісячного заробітку.

### Кримінальна відповідальність

Кримінальній відповідальності підлягають особи, яким до вчинення злочину минуло шістьнадцять років.

Злочин — це конкретне суспільно небезпечне діяння людини, яке проявляється у формі дії або бездіяльності.

Злочинна дія — це активна форма поведінки людини, злочинна бездіяльність — це форма поведінки, пов'язана з невчиненням дій, які особа повинна була й могла вчинити. Вчиненим вважається злочин, коли особа, яка його скоїла, усвідомлювала небезпечний характер своєї дії або бездіяльності, передбачала небезпечні наслідки й свідомо допустила їх настання (КК, ст. 113).

Деякі злочини можуть бути зчинені як шляхом дії, так і шляхом бездіяльності (наприклад, порушення вимог законодавства про охорону праці, пожежну безпеку, безпеку дорожнього руху й т. ін.).

Кримінальне право визнає вчинення злочину з необережності (КК, ст. 9).

Таким, що скоєний з необережності, визнається злочин, коли особа, яка його вчинила, передбачала можливість настання небезпечних наслідків своєї дії або бездіяльності, але легковажно розраховувала на їх відвернення. При цьому винна особа усвідомлювала, що порушує закон, службові, професійні або загальноприйнятих правил та ін.

При таких діях особа розраховувала на свої фізичні сили, знання, вміння, досвід або надійність технічних засобів, навичок, які дозволять їй уникнути небезпечних наслідків.

У цьому випадку, коли сталася небажана подія, розрахунки особи були легковажними, бо, з одного боку, вона знала ризик обставин, які могли призвести до шкідливих наслідків, а з другого — переоцінила свої можливості, які могли б відвернути такі наслідки. І в





першому, і в другому випадках особа була самовпевненою і легковажною. Так, наприклад, водій автомобіля, який перевищує гранично допустиму швидкість, легковажно розраховує, що він завдяки своєму досвіду та вмінню не вчинить наїзду і не скоїть аварії, але такий наїзд стався і аварія скоїлася.

Винна особа в цьому випадку мала передбачити такі наслідки — це її обов'язок і можливість передбачати небезпечні наслідки свого діяння.

Обов'язок бути передбачливим і розсудливим при певних діях та розуміти настання їх шкідливих наслідків покладається на людину законом, підзаконними актами, нормами та правилами, які регулюють службу або професійну діяльність.

Однак наявність лише одного обов'язку передбачити небезпечні наслідки своєї діяльності не є достатньою підставою для визначення особи винною. Суттєве значення мають фактичні можливості особи в конкретних умовах, рівень її спеціальних знань у конкретній галузі, рівень практичного досвіду й психологічне ставлення особи до своїх дій та вчинків.

Відповідно до Кримінального кодексу до винних осіб можуть застосовуватися такі основні покарання:

- позбавлення волі;
- виправні роботи без позбавлення волі;
- позбавлення права займати певні посади або займатися певною діяльністю;
- штраф;
- громадська догана.

Позбавлення волі — це вид основного покарання, що полягає в примусовій ізоляції винної людини на визначений строк у спеціальних призначених для цього установах.

Позбавлення волі встановлюється на строк від трьох місяців до десяти років, а за особливо тяжкі злочини — не більше п'ятнадцяти років (КК, ст. 25).

Виправні роботи призначаються на строк від двох місяців до двох років і відбуваються за місцем роботи або в інших місцях, що



визначаються відповідними органами. Із заробітку покараної особи при цьому проводяться відрахування в дохід держави в розмірі, що не може перевищувати 20 відсотків.

Позбавлення права займати певні посади або займатися певною діяльністю може призначатися на термін від двох до п'яти років. Це покарання полягає у звільненні від посади й позбавленні винної особи займати аналогічні посади на інших підприємствах, установах чи організаціях.

Кримінальним кодексом передбачено міру покарання, яка полягає в грошовому стягненні — штрафі.

Розмір штрафу встановлюється залежно від тяжкості наслідків у межах від десяти до однієї тисячі мінімальних неоподаткованих розмірів заробітної плати, а в деяких випадках і більш високі розміри штрафу. Штраф підлягає добровільній сплаті протягом місяця. Якщо визначена сума штрафу добровільно не сплачена, то вона сплачується впримусовому порядку. Штраф як міра кримінального покарання за своєю правовою природою і наслідками відрізняється від штрафу як міри адміністративного стягнення та громадського впливу. Штраф, призначений судом, тягне судимість. Ця судимість буде погашена, якщо оштрафована особа протягом року з дня відбуття покарання не вчинила нового злочину.

Одним із різновидів основного покарання згідно з Кримінальним кодексом є громадська догана (КК, ст. 33).

Громадська догана полягає в публічному висловленні судом догани від імені держави з доведенням про це в необхідних випадках до відома громадськості через пресу або іншим шляхом.

Згідно з чинним законодавством кримінальна відповідальність передбачається за порушення нормативних актів, у яких містяться санітарно-гігієнічні та санітарно-протиепідемічні правила. До них належать «Основи законодавства України про охорону здоров'я», «Про забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя населення», декрети Кабінету Міністрів, накази та інструкції і т. ін.



Порушення вищевказаних правил карається позбавленням волі на строк до одного року або виправними роботами на той же термін чи штрафом від 50 до 120 мінімальних неоподаткованих розмірів заробітної плати (КК, ст. 227).

Зростання споживання води викликає збільшення викидів стічних вод. Забруднення водойм може статися при введенні в експлуатацію нових і реконструйованих підприємств, комунальних та інших об'єктів без очисних споруд. Забруднення водних джерел може призвести до захворювання людей з втратою працездатності, значного скорочення тривалості життя людей і т. ін. Кримінальна відповідальність настає при забрудненні атмосферного повітря шкідливими для здоров'я людей відходами промислового виробництва, які призводять до зміни фізичних, хімічних чи біологічних якостей і складу атмосферного повітря (КК, ст. 228). Забруднення атмосферного повітря може спричинити шкоду здоров'ю, яка проявляється в короткочасному чи тривалому розладі здоров'я або частковій втраті працездатності. Забруднення водойм та атмосферного повітря карається виправними роботами на строк до одного року або штрафом від 50 до 120 мінімальних неоподаткованих розмірів заробітної плати. Ті самі дії, якщо вони призвели до захворювання людей, караються позбавленням волі на строк до п'яти років.

Кримінальний кодекс передбачає відповідальність за порушення законодавства про працю, зокрема:

- незаконне звільнення людини з роботи;
- невиконання рішення суду про поновлення на роботі та ін.

До інших порушень законодавства про працю відносяться випадки самовільного встановлення понадурочних робіт; запровадження подовженого робочого дня; залучення до важких робіт і робіт зі шкідливими або небезпечними умовами праці осіб до 18 років, а також вагітних жінок чи матерів, які мають грудних дітей.

Вищезгадані порушення законодавства про працю, вчинені посадовою особою, караються виправними роботами на строк до одного року або позбавленням права займати певні посади на строк до трьох років (КК, ст. 133).



Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, стан машин, механізмів, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Кримінальний кодекс передбачає відповідальність за порушення законодавчих актів про охорону праці. У даному випадку це порушення Закону «Про охорону праці», а також загальних правил, прийнятих з метою охорони людини від виробничих травм і професійних захворювань у процесі її виробничої діяльності. Це, зокрема, правила техніки безпеки, виробничої санітарії, правила зберігання й використання легкозаймистих або їдких речовин та ін.

Способи порушення вимог законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці різноманітні. Це порушення може виявитися в непроведенні відповідного інструктажу або у відсутності чи несправності спеціальних пристроїв для безпечної роботи механізмів, верстатів, електромереж, засобів індивідуального захисту; неналежній перевірці знання робітниками техніки безпеки; відсутності нагляду та контролю та ін.

Порушення вимог законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, якщо це порушення створило небезпеку для життя або здоров'я людини, карається виправними роботами на строк до одного року або штрафом до п'ятнадцяти неоподаткованих мінімальних розмірів заробітної плати.

Те саме діяння, але якщо воно спричинило нещасні випадки з людьми, карається позбавленням волі на строк до чотирьох років.

Порушення будівельних і санітарних правил, а також порушення правил експлуатації будівельних механізмів, якщо воно заподіяло шкоду здоров'ю людей або могло спричинити людські жертви чи інші тяжкі наслідки, карається позбавленням волі на строк до одного року, або виправними роботами на той самий термін, або штрафом до двадцяти мінімальних неоподаткованих розмірів заробітної плати.

Те саме діяння, якщо воно спричинило людські жертви або інші тяжкі наслідки, карається позбавленням волі на строк до п'яти років або виправними роботами на строк до двох років.



Про порушення правил під час проведення будівельних робіт ідеться в тому випадку, коли не виконуються вимоги та умови щодо послідовного проведення будівельних операцій або є відступи від затверджених проектів і т. ін.

До кримінальної відповідальності за ст. 119 найчастіше притягуються виконроби, бригадири, інженери, майстри та інші посадові особи, які відповідають за якісне, безпечне проведення будівельно-монтажних робіт, а також рядові будівельники.

Порушення правил безпеки на вибухонебезпечних підприємствах карається за ст. 220 КК.

Порушення дисципліни або правил, що забезпечують безпеку виробництва на таких підприємствах, карається позбавленням волі на строк до одного року, або виправними роботами на той самий строк, або штрафом до 25 мінімальних неоподаткованих розмірів заробітної плати.

Те саме діяння, якщо воно спричинило людські жертви або інші тяжкі наслідки, карається позбавленням волі на строк до десяти років.

Відповідальність за ст. 220 КК настає незалежно від того, були негативні наслідки чи ні, тобто будь-які порушення правил на таких підприємства — це вже формальний склад злочину. У практиці відомі випадки, коли людину засуджували за ст. 220, наприклад, тільки за те, що вона палає у вибухонебезпечних місцях.

У Кримінальному кодексі встановлено відповідальність за незаконні дії щодо вибухових речовин і матеріалів, які є джерелом підвищеної небезпеки. Загальною рисою, що об'єднує ці матеріали, є їх здатність при порушенні правил заподіяти шкоду людині. Порушення правил щодо вибухових речовин карається позбавленням волі на строк до одного року або виправними роботами на строк до двох років, а якщо порушення спричинили тяжкі наслідки або людські жертви, то позбавленням волі на строк від трьох до дванадцяти років (ст. 221).

Згідно з чинним законодавством порушення правил пожежної безпеки карається виправними роботами на строк до одного року

або штрафом до сорока мінімальних неоподаткованих розмірів заробітної плати.

Порушення правил, яке спричинило виникнення пожежі, карається позбавленням волі на строк до трьох років, або виправними роботами на строк до двох років, або штрафом до 120 неоподаткованих мінімальних розмірів заробітної плати. Якщо мали місце людські жертви або інші тяжкі наслідки, порушник позбавляється волі на строк до восьми років (КК, ст. 220).

За порушення правил пожежної безпеки до кримінальної відповідальності можуть притягатися як посадові особи, так і громадяни, що порушили правила пожежної безпеки.

Кримінальне право ґрунтується на принципі, що незнання закону не звільняє людину від кримінальної відповідальності.



## 1.2. Державне управління охороною праці та організація охорони праці на виробництві

### 1.2.1. Органи державного управління охороною праці

Згідно з чинним законодавством держава бере на себе зобов'язання щодо управління охороною праці, дбає про забезпечення безпечних для життя й здоров'я працюючих санітарно-гігієнічних умов праці та виробничого середовища.

Державне управління охороною праці здійснюють:

- 1) Кабінет Міністрів;
- 2) спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- 3) міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
- 4) місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

Кабінет Міністрів забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці.

Державна політика у сфері охорони праці щодо забезпечення життя й здоров'я працюючих передбачає комплексне розв'язання завдань на основі загальнодержавної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Головною метою національної програми є створення державної системи управління охороною праці, яка сприяє вирішенню питань правового, організаційного, матеріально-технічного, наукового та економічного забезпечення робіт у галузі охорони праці.

З метою координації діяльності органів управління охороною праці Кабінет Міністрів спрямовує роботу міністерств та інших центральних органів виконавчої влади на створення безпечних і здорових умов праці та нагляду за охороною праці й встановлює єдину державну статистичну звітність у цій сфері.

У сфері охорони праці міністерства та інші центральні органи виконавчої влади проводять єдину науково-технічну політику, роз-

робляють та реалізують галузеві програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Міністерства та інші центральні органи виконавчої влади визначають пріоритетні напрямки наукових досліджень у сфері охорони праці, здійснюють інформаційне та нормативно-правове забезпечення в галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Наукові дослідження у сфері охорони праці зробили значний внесок у розробку технічних засобів управління, АСУ, СУОП та ін.

Створені системи управління охороною праці спрямовують свою діяльність на формування безпечних і нешкідливих умов праці. Вони визначають єдиний підхід до вирішення завдання забезпечення здорових і безпечних умов праці, розробляють відповідні заходи, приймають управлінські рішення щодо реалізації реальних можливостей і термінів виконання розроблених програм.

Міністерства та інші центральні органи виконавчої влади здійснюють відомчий контроль за станом охорони праці на підприємствах галузі. Для цього в міністерствах та органах центральної виконавчої влади створено структурні підрозділи з охорони праці.

Структурний підрозділ з охорони праці центрального органу виконавчої влади з питань праці та соціальної політики має такі функції:

- здійснює, реалізує управління охороною праці на державному рівні;
- контролює виконання функцій державного управління охороною праці міністерствами, місцевими державними адміністраціями;
- здійснює нормотворчу діяльність, розробляє та затверджує нормативно-правові акти та зміни до них та ін.

В умовах приватизації в державі створено суб'єкти недержавної форми власності, які не мають галузевого підпорядкування. За таких умов значно зросло значення місцевих органів державної виконавчої влади в організації безпечних і нешкідливих умов праці, усуненні причин виробничого травматизму та професійних захворювань.



Місцеві державні адміністрації в межах відповідних територій формують Фонд соціального страхування від нещасних випадків і забезпечують виконання цільових регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Для виконання зазначених функцій у складі місцевих державних адміністрацій створені підрозділи з охорони праці, що діють згідно з типовим положенням. Вони здійснюють контроль за дотриманням суб'єктами підприємницької діяльності нормативно-правових актів про охорону праці й забезпечують соціальний захист працівників, зокрема зайнятих на роботах зі шкідливими та небезпечними умовами праці, вживають заходів до проведення атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці.

Органи місцевого самоврядування в межах міських, селищних і сільських територій для виконання функцій в сфері охорони праці створюють також відповідні підрозділи або призначають спеціаліста з охорони праці.

У межах своєї компетентності вони забезпечують належне утримання й безпечну експлуатацію об'єктів житлово-комунального господарства та дотримання вимог охорони праці працівниками цих об'єктів.

Регіональні програми поліпшення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища, а також заходи з охорони праці в складі програм соціально-економічного й культурного розвитку регіонів забезпечуються державним фінансуванням.

### 1.2.2. Система управління охороною праці

Під управлінням охороною праці розуміють цілеспрямовану дію на систему «людина — виробництво» з метою досягнення заданих результатів.

Управління охороною праці передбачає підготовку, прийняття й реалізацію рішень по здійсненню організаційних, технічних, сані-

тарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

У методологічному відношенні формування безпеки здійснюється за допомогою двох взаємопов'язаних і послідовно виконуваних етапів роботи — аналізу умов праці й розробки згідно з результатами аналізу засобів захисту людини від можливих небезпек. Аналіз умов праці пов'язаний з отриманням достовірної і репрезентативної початкової інформації.

В управлінні охороною праці є керована й керівна системи. У найзагальнішому розумінні керована система — це «людина — середовище». Ця система включає в себе всю сукупність елементів, з якими людина взаємодіє в процесі праці і які можуть чинити на неї відповідний вплив.

Об'єктом управління охороною праці є діяльність функціональних служб і структурних підрозділів підприємств по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, виробничих дільницях, цехах і на об'єктах у цілому.

Управління охороною праці в цілому на підприємстві здійснює керівник; у цехах, на виробничих дільницях та в інших структурах — керівники відповідних підрозділів і служб.

Організаційно-методичну роботу з управління охороною праці, підготовку управлінських рішень і контроль за їх реалізацією здійснює служба охорони праці, безпосередньо підпорядкована керівнику підприємства.

Перелік питань з управління охороною праці повинен охоплювати такі основні завдання:

- навчання працівників безпечним методам праці;
- забезпечення безпечності технологічних процесів, виробничого устаткування, будівель і споруд; а працівників — засобами захисту;
- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку працівників та ін.



Вирішуючи управлінські завдання, необхідно керуватися Законом «Про охорону праці», КЗпП (ст. 153, 160, 161, 163–168), а також нормативними актами з перелічених питань, які розроблені, затверджені відповідними органами й зареєстровані в Державному реєстрі.

До основних організаційних документів у справі управління охороною праці належать Положення про організацію служби з охорони праці, посадові інструкції керівних і інженерно-технічних працівників; інструкції з охорони праці для робітників за професіями; постанови й розпорядження з охорони праці та інші інформаційні матеріали.

Для управління охороною праці керівник підприємства створює відповідні служби й призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань у сфері охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій.

Належна теоретична підготовка всіх працівників з питань охорони праці проводиться відповідно до вимог Типового положення про навчання з питань охорони праці (ДНАОП 0.00-4.12-99).

Кожен працюючий — від вищого керівництва і до майстра або рядового робітника — повинен чітко знати свої посадові обов'язки в справі охорони праці.

Забезпечення безпеки під час експлуатації виробничого обладнання й технологічних процесів досягається приведенням їх у відповідність з вимогами стандартів ССБП, норм і правил охорони праці.

Нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці повинна досягатися шляхом ліквідації причин виникнення небезпечних і шкідливих чинників на робочих місцях, у виробничих приміщеннях, а також застосуванням ефективних засобів колективного захисту.

Забезпечення працівників ЗІЗ здійснюється відповідно до діючих норм і встановленого порядку їх видавання, зберігання та користування.

Забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку має передбачатися для всіх працівників з урахуванням специфіки їх праці,

у першу чергу для тих, що працюють з підвищеним фізичним і нервово-емоційним навантаженням, за умов монотонності і дії небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Вирішення завдань управління охороною праці забезпечується шляхом злагодженої взаємодії всіх підрозділів і служб підприємства.

### 1.2.3. Функції управління охороною праці

Управління охороною праці та визначення основних функцій керованої системи здійснюється шляхом визначення завдань щодо забезпечення здорових і безпечних умов праці, запобігання травматизму та професійних захворювань.

Управління охороною праці забезпечує виконання таких основних функцій:

- планування, організацію і координацію робіт у галузі охорони праці;
- контроль за станом охорони праці та функціонуванням системи;
- облік, аналіз, оцінка показників стану охорони праці;
- стимулювання діяльності в галузі охорони праці.

Організація охорони праці передбачає формування органів управління, обов'язки й порядок взаємодії осіб, які беруть участь в управлінні, а також реалізацію управлінських рішень (наказів, розпоряджень та ін.)

Функція планування має вирішальне значення в управлінні охороною праці. Вона визначає завдання підрозділам і структурним службам підприємства. Основою планування є складання поточних, оперативних і перспективних планів.

Поточне планування здійснюється в межах календарного року з урахуванням результатів аналізу санітарно-технічного стану умов праці на виробничих дільницях.

Оперативне планування (місячне, кварталне) робіт з охорони праці здійснюється за підсумками перевірок стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві в цілому.



Перспективне планування охоплює 3–5 років і включає найбільш важливі й довгострокові заходи з охорони праці, на виконання яких потрібні значні матеріально-технічні кошти й визначення відповідних джерел фінансування.

Фінансування заходів щодо охорони праці здійснюється роботодавцем з кількох джерел. Якщо вони мають капітальний характер, фінансування здійснюється за рахунок державних коштів і фондів виробництва. Якщо заходи мають некапітальний характер, фінансування їх здійснюється за рахунок загальновиробничих експлуатаційних витрат, а на будівництві, яке здійснюється господарським методом, — за рахунок накладних витрат.

Матеріальні ресурси на виконання конкретних заходів щодо охорони праці треба використовувати виключно за цільовим призначенням, їх не дозволяється використовувати на інші цілі. Адміністрація підприємства несе відповідальність за використання коштів не за призначенням.

Контроль за станом охорони праці слід спрямовувати на перевірку стану праці, виявлення можливих відхилень від вимог стандартів ССБП.

Облік, аналіз та оцінку показників стану охорони праці й функціонування системи управління в цій сфері треба спрямувати на розробку й прийняття відповідних рішень керівниками всіх рангів.

Для аналізу стану охорони праці використовують матеріали про нещасні випадки й професійні захворювання; розпорядження державного нагляду та результати інших видів контролю; дані паспортів про санітарно-технічний стан умов праці в підрозділах та ін.

Економічне стимулювання охорони праці може передбачати будь-які види заохочення за активну працю та ініціативу в здійсненні заходів щодо підвищення рівня безпеки та поліпшення умов праці.

#### 1.2.4. Управління охороною праці на підприємстві

Управління охороною праці на підприємстві — це сукупність дій службових осіб, що здійснюються на підставі постійного аналізу



інформації про стан охорони праці на всіх робочих місцях для поліпшення та підтримання його на певному рівні відповідно до законодавчих та нормативних актів.

У реалізації управлінських рішень у справі охорони праці беруть участь усі службові особи підприємства: керівник, головні спеціалісти, керівники структурних підрозділів, служба охорони праці, а також відповідні громадські, відомчі та державні органи.

Управління охороною праці вводиться на підприємствах для того, щоб надати охороні праці комплексного й планового характеру з метою поліпшення роботи щодо запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, пожежам, аваріям, дорожньо-транспортним пригодам, а також іншим негативним наслідкам.

Управління охорони праці, як і управління будь-яким виробництвом або технологічним процесом, повинно мати такі основні елементи:

- орган управління; виконавчий орган; об'єкт, яким управляють;
- вхідну інформацію; прямий зв'язок; вихідну інформацію; зворотний зв'язок.

Принципову схему управління охороною праці на підприємстві наведено на рис. 1.1.

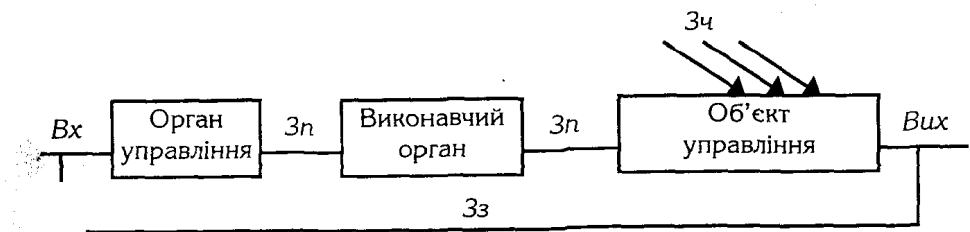


Рис. 1.1

Принципова схема управління охороною праці на підприємстві: Вх — вхідна інформація (завдання); Вих — вихідна інформація (стан охорони праці); Пз — прямий зв'язок; Зз — зворотний зв'язок; Зч — зовнішні чинники, що впливають на систему



До керівних органів підприємства можна віднести керівника підприємства й службу охорони праці як основного координатора всієї роботи з охорони праці; виконавчим органом є головні спеціалісти, керівники структурних підрозділів та окремі виконавці (працівники).

Об'єктом управління є стан охорони праці на робочих місцях, діяльність служб по підтриманню безпечних і здорових умов праці.

На рис. 1.2. показано загальну схему управління охороною праці в масштабах одного підприємства з функціями й завданнями в справі охорони праці.

Належне функціонування управління охороною праці можливе лише за наявності відповідної інформації про стан охорони праці на робочих місцях. Така інформація має постійно надходити в орган управління у вигляді кількісних та якісних показників щодо виробничого травматизму, його частоти, тяжкості й тривалості непрацездатності; окремо виявлених виробничих небезпек та дії шкідливих чинників та ін.

На підставі такої інформації координаційний і виконавчий орган повинен розробити оперативні заходи щодо запобігання небезпечним чинникам.

До входної інформації (нормативної) належать законодавчі акти про працю; постанови Верховної Ради, Кабінету Міністрів, укази Президента, державних органів нагляду з питань охорони праці, а також уся нормативна й нормативно-технічна документація з охорони праці.

Залежно від характеру інформації, що надходить про стан охорони праці в орган управління, процес функціонування умовно можна розділити на три етапи:

Уся інформація щодо охорони праці по лінії прямого зв'язку від керівника підприємства надходить до служби охорони праці, яка її обробляє і розподіляє між виконавцями і домагається їх реалізації на робочих місцях.

Через певний період часу методом існуючих видів контролю на робочих місцях можуть бути виявлені певні недоліки з охорони праці. Інформація при виявленні недоліки по лінії зворотного зв'язку



надходить до служби охорони праці, яка її аналізує, обробляє і направляє для негайного усунення недоліків керівнику структурного підрозділу, де вони були виявлені.

Якщо через деякий час з'ясувалося, що з певних причин вказані недоліки не ліквідовано, інформація про це терміново через службу охорони праці передається керівнику підприємства. Той вживає відповідних заходів щодо усунення виявлених недоліків.

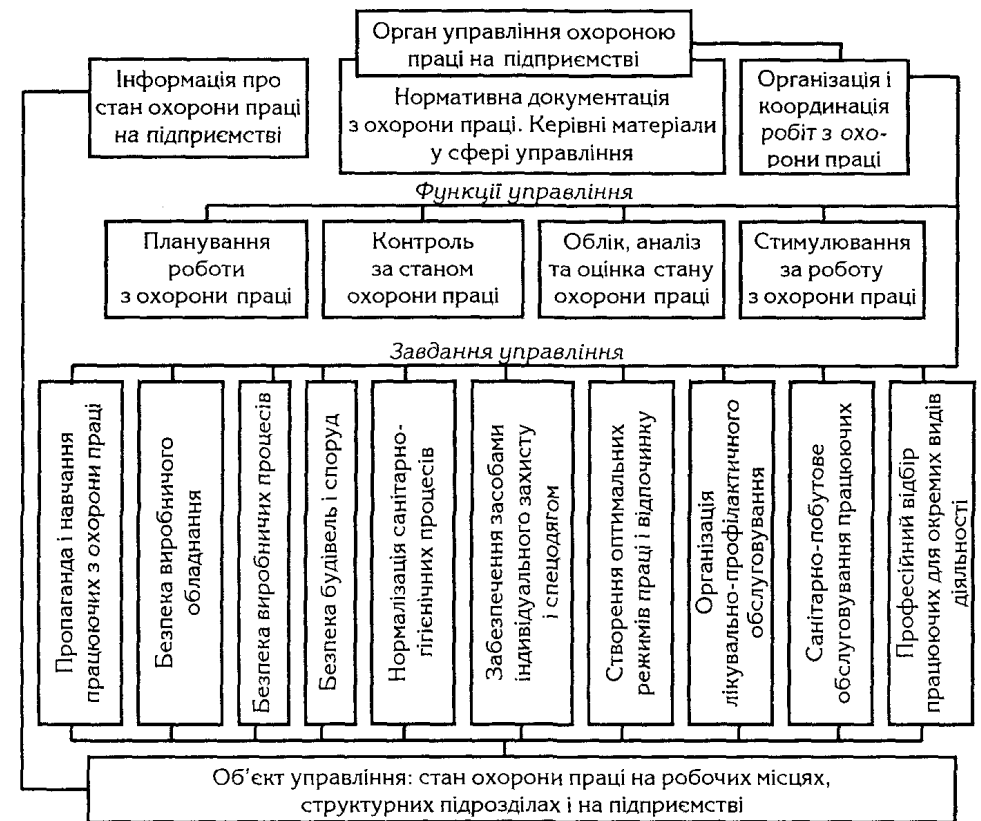


Рис. 1.2

Схема управління охороною праці на підприємстві





### 1.2.5. Організація служби охорони праці

Виявлення недоліків та їх усунення має здійснюватися не лише завдяки діяльності керівників структурних підрозділів, але й за рахунок чіткого дотримання правил охорони праці робітниками. Цьому сприяє моральне й матеріальне стимулювання та зміцнення трудової і технологічної дисципліни.

Моральне і матеріальне стимулювання підвищує загальний рівень роботи з охорони праці, мобілізує колективи на забезпечення вимог безпеки, передбачених стандартами та іншими документами.

Організація безпечного виконання виробничих процесів здійснюється спеціально створеними службами охорони праці. Залежно від характеру та об'єму робіт, а також кількості працюючих на підприємствах створюються відділи або групи з охорони праці, а на невеликих підприємствах ці обов'язки виконує інженер з охорони праці.

Кількісний склад служби охорони праці визначає ст. 15 Закону «Про охорону праці». Відповідно до Закону на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці, робота якої визначається Типовим положенням. Типове положення про службу охорони праці затверджено в наказі Держкомнаглядохоронпраці від 3 серпня 1993 року № 73.

На підприємствах, де використовуються вибухові матеріали або сильнодіючі отруйні речовини, у такій службі повинно бути двоє працівників.

Служба охорони праці прирівнюється до основних виробничо-технічних служб підприємства й підпорядковується безпосередньо роботодавцю.

На працівників служби охорони праці покладаються такі обов'язки:

- складання планів роботи з охорони праці й проведення ефективного контролю за їх виконанням;
- розробка положення про організацію управління охороною праці відповідно до прийнятої на даному підприємстві схеми;



- оформлення наказу про функціональні обов'язки з охорони праці всіх керівників структурних підрозділів та інших службових осіб і призначення осіб, відповідальних за стан охорони праці на окремих виробничих дільницях;
- щорічне проведення паспортизації умов праці, технічних засобів і санітарно-технічного стану робочих місць, цехів, виробничих дільниць;
- впровадження міжгалузевих та галузевих стандартів, нормативно-правових актів з охорони праці;
- проведення розслідування й вивчення причин травм, аварій, пожеж, їх аналіз та облік, а також розробка заходів з метою недопущення їх повторення.

Служба охорони праці здійснює навчання працюючих і пропаганду з питань охорони праці і вирішує інші питання, передбачені Типовим положенням про цю службу.

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

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків; приписи служби охорони праці може скасовувати лише керівник підприємства (роботодавець);
- вимагати від керівників структурних підрозділів необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;
- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;
- зупиняти роботу машин, механізмів, інших засобів, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;
- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Отже, до функцій служби охорони праці входить розробка й здійснення заходів, які забезпечують безпеку праці, вдосконалення



техніки безпеки й засобів захисту по запобіганню травматизму й професійних захворювань, а також контроль за дотриманням законодавства, наказів, інструкцій, правил і норм техніки безпеки та виробничої санітарії.

З метою забезпечення участі працівників у вирішенні питань безпеки на підприємстві за рішенням трудового колективу може створюватися комісія з питань охорони праці.

Комісія складається з представників роботодавця та професійної спілки, спеціалістів з безпеки та інших служб підприємства відповідно до Типового положення. Рішення комісії з питань охорони праці підприємства мають тільки рекомендаційний характер. Комісія проводить свою роботу в тісному контакті із службою охорони праці підприємства.

Згідно з чинним законодавством ліквідація служби охорони праці допускається тільки вразі ліквідації підприємства.

### 1.2.6. Наукові дослідження з проблем охорони праці

У справі створення безпечних виробничих умов основоположну роль відіграють наукові дослідження з проблем охорони праці, які проводять Національний науково-дослідний інститут охорони праці (ННДІОП), Національна академія наук (НАН), науково-дослідні та проектно-конструкторські інститути, а також спеціалісти кафедр охорони праці вищих навчальних закладів.

З метою виявлення характеру впливу на людину тих або інших виробничих чинників наукові дослідження проводяться на медико-біологічному рівні. Ці дослідження мають технічну спрямованість — виявлення джерел небезпечних чинників і розробка профілактичних заходів на усунення або зменшення їх якісних та кількісних характеристик.

Токсикологічні наукові дослідження щодо впливу небезпечних чинників на організм людини проводять заклади Міністерства охорони здоров'я, а також Інститутом медицини праці АМН та іншими.



Наукові дослідження з проблем охорони праці за принципом та практичним значенням мають фундаментальний та прикладний характер.

Фундаментальні дослідження полягають у пізнанні загальних закономірностей прояву явищ та чинників і не мають швидкого практичного впровадження.

Прикладні дослідження мають соціально-практичний характер. Вони полягають у вивченні впливу відповідного явища або чинника на організм людини в умовах конкретного виробництва, де й можуть бути впроваджені.

Фундаментальні дослідження порівняно з прикладними науковими роботами посідають чільне місце серед проблем охорони праці. Вони більш тривалі, дорожчі та трудомісткі.

Усі фундаментальні та частина прикладних наукових досліджень є складовою Національної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. Ці роботи фінансуються за рахунок державних коштів і проводяться ННДІОП.

ННДІОП створено відповідно до постанови Кабінету Міністрів від 04.04.1994 р. № 151 з метою проведення та координації науково-дослідних робіт, спрямованих на забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці на виробництві, а також запобігання на цій основі травматизму та професійних захворювань.

Згідно з планами науково-дослідних робіт ННДІОП розроблено Програму розвитку науково-технічної та нормативно-правової бази охорони праці на 1998–2010 рр.

Актуальність розробленої Програми визначається важливістю наукового й правового забезпечення процесу формування й розвитку галузі охорони праці та цільовою спрямованістю політики держави на вирішення питань поліпшення умов і безпеки праці.

Програма включає завдання державного, галузевого й регіонального рівнів і являє собою основу для розробки програм кожного рівня на підставі сучасного економічного стану та важливості й першочерговості заходів.



За визначеною пріоритетністю програмні заходи розподіляються на короткотерміновий, середньотерміновий (2001–2005 рр.) і довгостроковий (2006–2010 рр.) етапи.

Програма щодо розвитку нормативно-правової бази охорони праці сформована на основі положень концепції, аналізу бази чинних нормативних актів про охорону праці й планів розробки або перегляду ДНАОП. Програма містить посилання на конкретні директиви Європейського Союзу (ЄС), що стосуються охорони праці, вимоги яких повинні бути враховані при розробленні відповідних нормативних актів.

Частина Програми, яка стосується правових питань, передбачає виконання конкретних робіт у трьох головних напрямках:

- перегляд та удосконалення чинних, опрацювання нових законів та підзаконних актів цільового характеру, що регламентують загальні питання охорони праці та специфічні проблеми безпеки;
- узгодження різних законів, які вже діють, або законопроектів, що напрацьовуються, з визначеною державною політикою і концептуальними положеннями законодавства про охорону праці;
- гармонізація національного законодавства про охорону праці з міжнародними вимогами.

Отже, Програма має здійснювати найважливіші й першочергові заходи щодо внесення змін і доповнень до чинних нормативно-правових актів, що мають на меті поліпшити правове забезпечення охорони праці, усунути в законодавстві наявні неточності, щоб створити більш надійний правовий фундамент для розв'язання проблем у сфері охорони праці.

Загальнодержавні проблеми охорони праці виконуються за рахунок державних бюджетних асигнувань та залучення коштів міністерств або інших об'єктів господарської діяльності. Прикладні дослідження виконуються переважно на госпрозрахункових засадах та за кошти окремих відомств або підприємств.



## 1.3. Навчання з питань охорони праці

### 1.3.1. Загальні положення

Рівень знань працівників з питань охорони праці є одним з основних принципів державної політики у сфері охорони праці. Уперше в законодавчій практиці роботодавець має забезпечити навчання працівників прийомом та методам надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків і правилам поведінки при можливих аваріях.

Порядок навчання та проведення перевірки знань посадових осіб з питань охорони праці визначається Типовим положенням, що встановлює вимоги, порядок та види навчання й форми перевірки знань (ДНАОП 0. 00-4. 12-99). Даний нормативний акт спрямований на реалізацію безперервного навчання з питань охорони праці працівників у процесі їх трудової діяльності, а також учнів та студентів усіх закладів освіти.

На основі специфіки виробничих процесів і Типового положення розробляються й затверджуються щорічні плани-графіки навчання й перевірки знань працівників з питань охорони праці.

Навчання й перевірка знань з питань охорони праці проводиться для всіх працівників при прийнятті їх на роботу і в процесі роботи.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба в професійному доборі, мають проходити попереднє спеціальне навчання і один раз на рік — перевірку знань відповідних нормативних актів про охорону праці. Перелік таких робіт затверджує Державний комітет з нагляду за охороною праці.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично, один раз на три роки, проходять навчання, а також перевірку знань з охорони праці в органах галузевого або регіонального управління охороною праці.

Для перевірки знань з питань охорони праці на підприємствах створюються постійно діючі комісії.



До складу цих комісій входять спеціалісти служби охорони праці, а також представники органів Держнаглядохоронпраці та профспілкових організацій.

Формою перевірки знань працівників з правил безпеки є іспит, який проводиться за екзаменаційними білетами, що містять питання з відповідних правил безпеки та інших нормативних актів про охорону праці.

Результати перевірки знань оформляються у вигляді протоколів або заносяться в журнали, встановлені правилами безпеки.

Працівникам, які під час навчання та перевірки знань показали задовільні результати, видаються посвідчення, а у раніше виданих посвідченнях робиться відповідний запис про періодичну або позачергову перевірку знань. Запис про проведення навчання в журналі реєстрації інструктажів робить особа, яка його проводила. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання з відповідного виду інструктажу або перевірку знань з охорони праці, забороняється.

Відповідальність за організацію навчання з питань охорони праці на підприємствах покладається на роботодавця, а в структурних підрозділах — на керівників цих підрозділів. Контроль за своєчасним проведенням навчання здійснює служба охорони праці.

Щоб створити особисту зацікавленість працівників у безпечному виконанні робіт, розробляють пізнавальні, психомоторні, мотиваційні та емоційні основи навчання.

Пізнавальні основи полягають у тому, щоб навчити працівника розпізнавати у виробничих умовах загрози для здоров'я і життя небезпеки, знати правила техніки безпеки та інструкції з експлуатації, бути обізнаним щодо властивостей небезпечних речовин.

Психомоторні основи полягають у відпрацюванні навичок та умінь правильно використовувати засоби захисту, володіти технічними засобами праці.

Мотиваційні основи полягають у тому, щоб переконати працівника в домінуючому значенні в умовах виробничої діяльності мотиву безпеки, у необхідності збереження власного здоров'я і високої працездатності.



Емоційні мотиви мають на меті переконати працюючих у тому, що безпечне виконання робіт відповідає як інтересам підприємства, так і їх власним інтересам.

За допомогою правильної організації навчання робітники інформуються і переконуються відносно безпечного і відповідаючого інтересам здоров'я виконання робіт.

### 1.3.2. Організація навчання з охорони праці

Оволодіння технікою виробництва передбачає вивчення питань охорони праці, уміння працювати з дотриманням правил безпеки та знання запобіжних заходів при можливих аваріях або інших небажаних подіях.

Організація навчання з безпеки праці має здійснюватися шляхом:

- проведення вступного, первинного та періодично повторного на інструктажів робочому місці;
- забезпечення робочих місць інструкціями з охорони праці;
- проведення навчання з охорони праці з усіма постійними працівниками за погодинною програмою, а також підвищення кваліфікації згідно із встановленим порядком;
- вивчення питань з безпеки праці під час проведення виробничого навчання за програмами технічного мінімуму;
- перевірки знань та щорічної атестації з видачею відповідних посвідчень особам, що виконують роботи з підвищеною небезпекою (електромонтери, електрогазозварники, машиністи парових та водонагрівальних котлів, кранівники та ін.);
- оформлення кабінетів та інформаційних стендів з охорони праці, вивчення та узагальнення передового досвіду із цих питань.

Існують різні методичні підходи для організації інструктажів з питань безпеки праці. Організація інструктажів повинна включати, крім відповідного рівня знань і навичок, відповідну поведінкову реакцію працівника в умовах виникнення на виробництві небезпечних



ситуацій. Поведінкова реакція працівників в умовах виробництва залежить від багатьох передумов, чинників та особистих властивостей людини.

### 1.3.3. Пропаганда знань з питань охорони праці

Значна частина випадків травматизму на виробництві трапляється внаслідок незнання робітниками правил охорони праці, неправильної експлуатації інструментів, обладнання, машин, застосування неправильних прийомів робіт.

Тому пропаганда знань з охорони праці є одним з основних організаційно-технічних заходів щодо запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням. У зв'язку із цим форми й методи пропаганди з охорони праці на виробництві дуже різноманітні.

До цих форм належать:

- інструктаж і навчання робітників безпечним прийомом перед початком робіт і під час їх виконання;
- проведення бесід та лекцій з охорони праці;
- забезпечення всіх робочих місць інструкціями, кольоровими плакатами з техніки безпеки;
- організація виставок, вітрин, куточків і кабінетів з охорони праці;
- демонстрація кінофільмів з технічної безпеки та ряд інших заходів.

Велике значення в навчанні робітників безпечним методам праці мають чітко і ясно сформульовані інструкції з обслуговування й безпечної експлуатації певного обладнання або устаткування.

Щоб забезпечити робочі місця відповідними рекомендаціями, розробляються інструкції за такою схемою:

- загальні правила безпеки під час виконання робіт;
- правила безпеки перед початком роботи: вимоги до робочого місця й розміщення засобів та предметів праці, справності устаткування;
- правила безпеки під час роботи (безпечні прийоми роботи);



- правила безпеки після закінчення роботи: вимикання верстата, прибирання робочого місця й т. ін.;
- правила особистої гігієни.

Інструкції з охорони праці, які встановлюють правила виконання робіт і поведінки у виробничих приміщеннях, розробляє адміністрація разом з професійними спілками. Інструкції затверджує роботодавець.

Інструкції складаються окремо для кожної професії на підставі діючих правил безпеки залежно від особливостей обладнання й технологічних процесів, виробничих обов'язків робітників даної професії. Порядок складання інструкції має відповідати послідовності технологічного процесу.

Інструкція повинна бути технічно грамотною і зрозумілою, визначати у вигляді категоричних вимог порядок та умови безпечного виконання робіт.

Інструкції видаються кожному працюючому під розписку. Крім цього, їх вивішують біля робочого місця. Проведення навчання з охорони праці значно полегшується, якщо при цьому використовуються різні плакати. Використовують плакати з техніки безпеки, які демонструють правила поведінки, прийоми безпечного виконання робіт і заборону небезпечних прийомів.

Поряд з плакатами у сфері охорони праці велике значення має кольорова гама оточуючого середовища. Рекомендується застосовувати шість кольорів:

- жовтий — небезпека наштовхнутися, впасти (біля огорож, резервуарів, у місцях проходження труб);
- оранжевий — можливість ударів, порізів, пошкодження очей, необхідність працювати в окулярах;
- синій — необхідність бути обережним (не запускати транспортер до сигналу, не вмикати рубильник під час ремонту);
- червоний — пожежонебезпечні місця й протипожежне устаткування;

- зелений — пункти першої допомоги, аптечки, місця, де зберігаються протигазу й засоби надання першої допомоги;
- білий — проходи й проїзди для робітників.

Безладне використання кольорового оформлення замість користі може завдати шкоди. Тому необхідно дотримуватися кольорів відповідно до вимог ГОСТу.

Навчання з охорони праці та пропаганду знань найкраще проводити в спеціально обладнаному кабінеті (рис. 1.3). Тематичне оформлення й оснащення кабінету має відповідати профілю підприємства.

У кабінетах проводять семінари, показують кінофільми з техніки безпеки, з надання першої допомоги потерпілим у разі нещасних випадків. На заняттях аналізують характерні нещасні випадки, які були зафіксовані під час даного виду робіт, показують інструменти, що стали причиною нещасного випадку та ін.

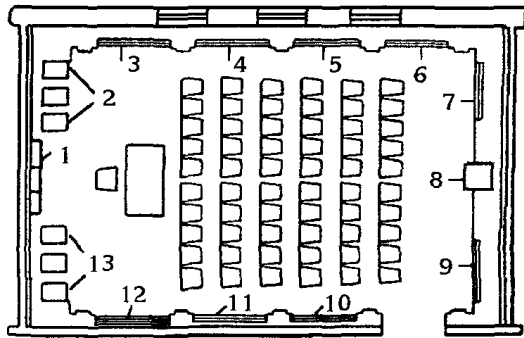


Рис. 1.3

Приблизний план оформлення кабінету охорони праці:

1 — класна дошка і кіноекран; 2 — натурні посібники; 3 — вступна частина; 4 — гігієна праці; 5 — промислова вентиляція; 6 — пожежна безпека; 7 — основні засоби безпеки; 8 — кіноапарат; 9 — електробезпека; 10 — засоби індивідуального захисту; 11 — прилади безпеки; 12 — промислова естетика; 13 — макети та моделі

Проведення такої роботи з питань технічної безпеки сприяє популяризації знань з охорони праці та більш свідомому ставленню працівників до власного здоров'я, а відтак і зниженню травматизму.

### 1.3.4. Інструктажі з питань охорони праці

За типовими правилами внутрішнього трудового розпорядку при прийомі на роботу робітників або переведенні їх на іншу роботу роботодавець зобов'язаний ознайомити їх з порядком виконання виробничих процесів та технологічним обладнанням або машинами, з правилами трудової і технологічної дисципліни; проінструктувати з техніки безпеки, виробничої санітарії і протипожежної охорони. Із цією метою на підприємствах проводяться різні види інструктажів.

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

#### Вступний інструктаж

Вступний інструктаж з питань охорони праці робітники або службовці проходять перед допущенням до роботи. Приймаючи на роботу, відділ кадрів видає контрольний лист відповідного зразка для проходження інструктажу.

Вступний інструктаж проводять з учнями, вихованцями та студентами в навчально-виховних закладах перед початком трудового й професійного навчання.

Незалежно від освіти, стажу роботи за фахом або посадою вступний інструктаж проводять з працівниками, які перебувають у відрядженні на підприємстві й беруть безпосередню участь у виробничому процесі, з водіями транспортних засобів, які вперше в'їжджають на територію підприємства, учнями, вихованцями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики.



Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, на яку за наказом керівника навчально-виховного закладу покладено ці обов'язки.

Цей вид інструктажу проводиться за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей і характеру виробництва, підприємства або навчально-виховного закладу.

Програму та тривалість інструктажу затверджує роботодавець, керівник навчально-виховного закладу.

Вступний інструктаж при оформленні на роботу проводять з метою ознайомлення з правилами, обов'язками й відповідальністю за виконання вимог охорони праці на підприємстві; з вимогами загальної та особистої безпеки; правилами особистої поведінки.

Під час інструктажу пояснюють характер роботи, особливості даного виду робіт, основні положення техніки безпеки, правильну організацію робочих місць, правила поведінки на території підприємства, основні вимоги електробезпеки, порядок користування санітарно-побутовими приміщеннями, правила поведінки з інструментами й порядок надання першої допомоги в разі нещасних випадків.

Записи про проведення вступного інструктажу робляться в спеціальному журналі, а також у документі про прийняття працівника на роботу.

Проведення вступного інструктажу з учнями реєструється в журналі обліку навчальної роботи, а з учнями та вихованцями, які навчаються в позашкільних закладах, — у робочому журналі керівника, який проводить заняття.

### Первинний інструктаж

Після проходження медичного огляду й вступного інструктажу з охорони праці робітника посилають на місце роботи з направленням відділу кадрів, у якому є відмітка про проходження вступного інструктажу. Виконавець робіт або майстер, у розпорядження якого направляється робітник, до початку роботи проводить інструктаж з техніки безпеки безпосередньо на робочому місці.



Цей вид інструктажу проводять не тільки з тими, хто вперше наймається на роботу, але і кожного разу при зміні місця роботи, при переведенні працівника з одного виду робіт на інший, а також з відрядженими працівниками, які беруть безпосередню участь у виробничому процесі на даному виробництві.

Первинний інструктаж на робочому місці до початку роботи проводять зі студентами, учнями та вихованцями, які прибули на виробничу практику.

При проведенні інструктажу безпосередньо на робочому місці виконавець робіт знайомить працівника з технікою даного виробничого процесу, його обов'язками на цьому робочому місці, інструкцією для даної професії, правильною організацією робочого місця, безпечними методами роботи, правилами поведінки на дільниці, а також правилами поведінки на випадок виникнення небезпеки.

Робітник під час первинного інструктажу практично знайомиться з інструментами й правилами їх експлуатації, правилами користування захисними засобами, порядком утримання робочого місця та іншими правилами техніки безпеки, які безпосередньо стосуються його майбутньої роботи.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб, підібраних за фахом, за складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці програмою.

Програму первинного інструктажу розробляє виконавець робіт; вона узгоджується зі службою охорони праці й затверджується керівником підприємства або навчального закладу.

Залежно від характеру роботи та кваліфікації всі працівники, а також випускники навчальних закладів після проходження первинного інструктажу на робочому місці повинні протягом 2–15 змін пройти стажування під керівництвом кваліфікованих робітників або спеціалістів, які призначаються наказом по підприємству. Керівник підприємства має право своїм наказом або розпорядженням звільнити від проходження стажування робітника, який має стаж роботи за своєю професією не менше 3 років.



Виконавець робіт, який проводив інструктаж, перевіряє знання працівниками правил техніки безпеки. Робітника, який не засвоїв безпечних прийомів праці, до самостійної роботи не допускають.

Проведення інструктажу на робочому місці оформлюється у вигляді запису в спеціальному журналі, де інструктуючий своїм підписом підтверджує факт знання робітником правил техніки безпеки, а робітник підтверджує, що він отримав інструктаж.

Журнал реєстрації первинного інструктажу на робочому місці має кожен виконавець робіт.

### **Повторний інструктаж**

Цей вид інструктажу проводять періодично у відповідні строки за затвердженим головним інженером графіком.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи. Цей вид інструктажу проводиться за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Термін проведення чергового повторного інструктажу для кожного працівника підприємства визначається залежно від дати проведення первинного чи попереднього повторного інструктажу, але проміжок між ними не може перевищувати трьох місяців для працівників на роботах з підвищеною небезпекою та шести місяців — для інших працівників.

Про наступне проведення повторного інструктажу виконавець робіт або майстер має повідомити працюючих не пізніше ніж за десять днів.

Цей вид інструктажу має на меті закріплення знань з техніки безпеки, бо з часом набуті знання забуваються, що є властивістю пам'яті людини; крім того, постійно змінюються й вдосконалюються законодавчі та нормативно-технічні акти з охорони праці.

Після іспитів закріплення знань у процесі повторного інструктажу береться на облік у цехових журналах.



### **Позаплановий інструктаж**

Обсяг та зміст запланованого інструктажу визначають залежно від причин та обставин, що спричинили необхідність його проведення.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінетах охорони праці за таких обставин:

- введення в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці;
- зміна технологічного процесу, устаткування, матеріалів та інших чинників, що впливають на охорону праці;
- порушення працівником нормативних актів про охорону праці;
- на вимогу органу державного нагляду за охороною праці у випадку, якщо виявлено незнання працівником, студентом або учнем безпечних методів праці чи нормативних актів про охорону праці;
- перерва в роботі більше ніж 30 календарних днів — для робіт з підвищеною небезпекою, для решти робіт — більше ніж 60 днів.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників, спільною за фахом, і завершується перевіркою знань усним опитуванням, а також шляхом практичної перевірки набутих навичок щодо безпечних методів праці. Проводить цей вид інструктажу керівник робіт.

У разі незадовільних результатів перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів для працівника протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань. У разі незадовільних результатів у процесі повторної перевірки знань питання щодо працевлаштування працівника вирішується згідно з чинним законодавством.

### **Цільовий інструктаж**

Цільовий вид інструктажу проводиться з працівниками у таких випадках:





- при виконанні разових робіт, що не пов'язані з безпосередніми обов'язками за фахом (разові роботи за межами підприємства, цеху та ін.);
- при ліквідації аварії, стихійного лиха або інших негативних наслідків;
- при проведенні робіт, на які оформлюється наряд-допуск, дозвіл або інші документи;
- при організації масових заходів з учнями та вихованцями у вигляді екскурсій та ін.

Цільовий інструктаж проводить керівник робіт. Інструктаж включає відомості про призначення й характер завдання, виробничі обставини та організацію праці, можливі небезпеки при виконанні робіт, необхідне оснащення й захисні засоби, способи безпечного виконання трудових операцій.

Цільовий інструктаж фіксується у формі наряду-допуску або іншого документа, що дозволяє проведення даного виду робіт.

Цільовий інструктаж завершується перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів навчання, а також перевіркою набутих навичок, безпечних методів робіт.

У разі незадовільних результатів перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється.

Робітники, які обслуговують складні, відповідальні машини й механізми або виконують небезпечні види робіт, повинні пройти технімум шляхом курсового навчання з проведенням іспитів і видачею відповідних посвідчень.

Передбачено спеціальні види навчання правилам безпеки для осіб, які за умовами роботи можуть підпадати під особливу небезпеку або від роботи яких залежить безпека працюючих (електромонтери, газоелектрозварювальники, машиністи кранів та ін.).

Після навчання й складання іспитів ці працівники отримують посвідчення про навчання й присвоєння їм кваліфікації, яка необхідна для допуску до роботи.



Для підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників організуються різні курси, семінари, обмін досвідом роботи у сфері охорони праці.

Програми підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників розробляють і затверджують міністерства (відомства), узгоджуючи їх з відповідними професійними спілками. Періодичність підвищення кваліфікації посадових осіб та інженерно-технічних працівників становить 3–5 років.

Від ефективності навчання з охорони праці великою мірою залежить профілактика травматизму та професійних захворювань.

### 1.3.5. Активні методи й засоби навчання охороні праці

До активних форм навчання можна віднести чотириступеневий метод виробничого інструктажу. Чотириступенева технологія інструктування придатна тоді, коли працівники повинні бути поінформовані щодо правильного й безпечного виконання певного виробничого завдання.

Щоб застосування чотириступеневого методу до цього завдання було успішним, необхідні такі основні передумови:

- у разі роботи, що освоюється, мова повинна йти про ручний вид роботи (наприклад, про роботу з монтажу);
- у разі роботи, що освоюється, має бути продемонстрований безпосередній зв'язок рука — інструмент — робочий матеріал (наприклад, подавання й прибирання заготовок під час роботи на пресі);
- робота, що освоюється, повинна складатися з нескладних операцій, що мають короткий цикл;
- ці операції повинні виконуватися в певній послідовності та кожного разу одним і тим же способом (мета — вироблення автоматизму рухів).



Побудова інструктажу за чотириступеневим методом добре виправдала себе при інструктуванні з техніки безпеки на робочому місці. Чотири ступені можна описати таким чином:

1-й ступінь: підготовка інструктажу.

Потрібно визначити зміст інструктажу (наприклад, на основі аналізу існуючих загроз, небезпек, наявних виробничих інструкцій і чинних розпоряджень щодо запобігання нещасним випадкам на виробництві, правил техніки безпеки, інструкцій з експлуатації машин та обладнання); скласти план проведення інструктажу, врахувати попередні знання робітників, що інструктуються, і запланувати використання інформаційно-технічних та інших допоміжних засобів; налаштувати робітників на інструктаж, збудити в них інтерес за допомогою актуальних прикладів, дати загальне уявлення про тему;

2-й ступінь: викласти та наочно продемонструвати зміст інструктажу.

Відповідними методами надати відомості про загрозу небезпек і заходи та засоби захисту; наочно показати за допомогою прикладів, як слід безпечно виконувати роботи;

3-й ступінь: дати можливість працівникам повторити матеріал або потренуватися.

Дати можливість робітникам повторити безпечні прийоми робіт, самим розповісти, що таке безпечний метод роботи і чому окремі операції повинні робитися так, а не інакше;

4-й ступінь: проконтролювати ефективність інструктажу.

Робітникам слід надати можливість самостійно виконати роботу безпечним методом; спостерігати за дотриманням безпечного стилю роботи і в разі виникнення проблем з виконанням роботи безпечним способом надати допомогу; при недотриманні безпечного стилю роботи зробити критичні зауваження.

Методику проведення інструктажу можна поділити на методи, орієнтовані на інструктора, і методи, орієнтовані на працівника (учня, вихованця, студента).



Під час використання методів, орієнтованих на інструктора, активним є тільки інструктор. Він усе робить, розказує і показує. Працівники, як правило, залишаються пасивними або задають питання по суті справи. Такий метод доцільний лише тоді, коли працівники слабо володіють або не володіють основами знань. Цей метод придатний насамперед для проведення первинних інструктажів. До методів, орієнтованих на інструктора, належить лекція.

У процесі використання методів, орієнтованих на працівників, зміст інструктажу не передається, а формується та засвоюється самими працівниками. Інструктаж при цьому набуває форми бесіди-інструктування. Передумовою для використання такого методу є наявність у працівників необхідних основних знань за темою, що розглядається. Тому методи, орієнтовані на працівників, особливо ефективні при проведенні повторних інструктажів.



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

### 1.4.1. Органи державного нагляду за охороною праці

Чинне законодавство передбачає створення спеціальних органів з нагляду за виконанням усіх законів у галузі охорони праці.

Нагляд за дотриманням законодавства про охорону праці здійснюється завдяки чіткій структурі організації і контролю за станом умов праці в галузях народного господарства. Цю структуру утворюють:

- а) державні органи — згідно з положенням про ці органи;
- б) громадські організації і комісії з охорони праці професійних спілок.

Державний нагляд за дотриманням законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці здійснюють:

- 1) Державний комітет України з нагляду за охороною праці (Держкомнаглядохоронпраці);
- 2) органи та заклади санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я;
- 3) Державний пожежний нагляд Міністерства надзвичайних ситуацій;
- 4) Державний комітет з ядерної та радіаційної безпеки Міністерства екології та природних ресурсів України.

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать ні від яких господарських органів, об'єднань громадян і місцевих державних адміністрацій і не є підзвітними чи підконтрольними їм.

Усі ці органи діють незалежно один від одного в межах своєї компетенції на підставі відповідних положень. Однак координація роботи вищезазначених органів покладається на Державний комітет з нагляду за охороною праці.

Держнаглядохоронпраці утворено згідно з постановою Кабінету Міністрів від 27 січня 1993 року № 62.

Нині в складі Держнаглядохоронпраці створено на місцях територіальні управління та підпорядковані їм інспекції, що діють відповідно до

Положення про Державний комітет України з нагляду за охороною праці, затвердженого Указом Президента від 16 січня 2003 р. № 29/2003.

Держнаглядохоронпраці очолює голова, якого призначає на посаду й звільняє з посади в установленому порядку Президент України. Голова розподіляє обов'язки між заступниками та призначає керівників структурних підрозділів.

Для вирішення питань, що належать до компетенції Держнаглядохоронпраці, у його складі утворюється колегія з керівних працівників Комітету. До складу колегії можуть входити керівники центральних органів виконавчої влади. Членів колегії затверджує та звільняє від виконання обов'язків Кабінет Міністрів за поданням голови Держнаглядохоронпраці.

### 1.4.2. Повноваження й права органів державного нагляду за охороною праці

Державний нагляд за дотриманням законодавства, правил і норм з охорони праці здійснюють спеціальні інспекції, комітети та інші органи.

Державний комітет з нагляду за охороною праці є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовує і координує Кабінет Міністрів.

Комітет з нагляду за охороною праці узагальнює практику застосування законодавства з питань, що належать до його компетенції, розробляє пропозиції щодо вдосконалення цього законодавства і в установленому порядку виносить їх на розгляд Президента та Кабінету Міністрів.

Основним завданням Держнаглядохоронпраці є підготовка пропозицій щодо формування та забезпечення державної політики у сфері охорони праці, промислової безпеки й страхування ризиків виробничої безпеки.

Державний комітет з нагляду за охороною праці здійснює державний нагляд за дотриманням правил з безпечного ведення робіт у



вугільній, гірничодобувній, гірничо-хімічній, нерудній, нафто- і газодобувній, хімічній, металургійній і нафтопереробній промисловості, у геологорозвідувальних експедиціях і партіях, при облаштуванні та експлуатації підйомних споруд, котельних установок і емностей, що працюють під тиском, трубопроводів для пари й гарячої води, об'єктів, які пов'язані з видобуванням, зберіганням і використанням газу; при веденні вибухових робіт у промисловості, а також за правильною експлуатацією родовищ корисних копалин та охороною надр.

У галузі державного нагляду за безпечним веденням робіт у будівельній галузі Держнаглядохоронпраці забезпечує контроль за будівництвом, реконструкцією та експлуатацією будівель і споруд, об'єктів підвищеної небезпеки, потенційно небезпечних об'єктів і виробництв. Реєструє об'єкти підвищеної небезпеки.

Крім цього, Комітет проводить реєстрацію великотоннажних автомобілів та інших технологічних транспортних засобів, що не підлягають експлуатації у дорожній мережі загального користування.

Серед основних завдань державного нагляду є формування науково-дослідних робіт з охорони праці, опрацювання й затвердження правил, норм, стандартів та інших нормативно-правових актів з охорони праці. Комітет здійснює державне реєстрування нормативно-правових актів з питань охорони праці. Він здійснює нагляд за дотриманням правил облаштування електричних установок, забезпеченням безпечного обслуговування електричних та теплових установок; дотриманням правил їх безпечної експлуатації. Комітет погоджує навчальні плани й програми підготовки та підвищення кваліфікації спеціалістів з охорони праці, координує роботу з їх професійної підготовки.

Держнаглядохоронпраці в межах своїх повноважень організовує розслідування аварій, групових і смертельних нещасних випадків на виробництві; веде облік аварій і нещасних випадків, пов'язаних з веденням робіт на виробництві, аналізує їх причини, приймає відповідні рішення та розробляє пропозиції щодо запобігання таким



випадкам. Він здійснює нагляд за готовністю воєнізованих та інших професійних аварійно-рятувальних формувань.

Посадові особи органів нагляду беруть участь у прийнятті в експлуатацію виробничих об'єктів та об'єктів соціально-культурного призначення. Комітет бере участь у підготовці міжнародних договорів, готує пропозиції щодо укладання, денонсації таких договорів та забезпечує виконання зобов'язань України за міжнародними договорами у сфері охорони праці.

Посадові особи Держнаглядохоронпраці відповідно до своїх повноважень мають право:

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства незалежно від форм власності та здійснювати в присутності роботодавця перевірку дотримання законодавства з питань, віднесених до їх компетенції;
- одержувати від роботодавця письмові чи усні пояснення, матеріали та інформацію з відповідних питань;
- видавати роботодавцям обов'язкові до виконання приписи про усунення порушень і недоліків у галузі охорони праці;
- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію підприємств, окремих виробництв, цехів, дільниць до усунення порушень, які створюють загрозу життю працюючих;
- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;
- надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих посадових осіб займаній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Рішення Держнаглядохоронпраці є обов'язковими для виконання центральними й місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями та громадянами.

За порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб ор-



ганів державного нагляду за охороною праці винні особи притягуються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної та кримінальної відповідальності згідно із законом.

Вищий державний нагляд за дотриманням і правильним застосуванням усіх законодавчих актів, у тому числі законів про охорону праці, здійснює Генеральний прокурор та підпорядковані йому прокурори.

Органи прокуратури становлять єдину централізовану систему, яку очолює Генеральний прокурор, з підпорядкуванням прокурорів нижчого рівня вищим. Діяльність органів прокуратури підконтрольна тільки Верховній Раді.

Виконуючи функцію державного нагляду, зокрема за точним виконанням законодавства про охорону праці, прокурор має право безперешкодно входити в державні чи громадські установи, підприємства, міністерства; мати доступ до документів та матеріалів, необхідних для перевірки, перевіряти накази, розпорядження, інструкції та інші акти; викликати посадових осіб і громадян, вимагати від них усних або письмових пояснень щодо порушення закону; вимагати проведення ревізій діяльності підприємств незалежно від форм власності й т. ін.

Здійснюючи на підприємствах нагляд за дотриманням законності у сфері трудових відносин, прокурори виносять керівникам підприємств подання про усунення порушень законодавства про охорону праці, опротестовують незаконні їх накази у вищестоящі органи, а також ставлять питання про притягування винних осіб до відповідальності.

При виявленні порушень законності прокурор може порушити кримінальну справу, ставити питання про судову відповідальність або передавати матеріали для застосування громадського впливу; давати приписи або виносити подання до державних органів про усунення порушень законності та умов, що їм сприяли. Окрім цього, прокурор може звертатися до суду із заявою про захист прав та законних інтересів держави, підприємства, а також громадян або інших юридичних чи фізичних осіб.

### 1.4.3. Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці

Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці здійснюють професійні спілки. Виконавцями функцій професійних спілок на підприємстві, згідно із Законом «Про охорону праці», є профспілковий комітет, його комісії з питань охорони праці, профгрупи й громадські інспектори з охорони праці.

Професійні спілки здійснюють громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці, створенням безпечних і нешкідливих умов праці, забезпеченням працівників спеодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального та колективного захисту. Вони беруть участь в опрацюванні комплексних заходів поліпшення умов безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

У разі загрози життю або здоров'ю працівників професійні спілки мають право вимагати від роботодавця негайного припинення робіт на робочих місцях на період, необхідний для усунення цієї загрози.

Професійні спілки беруть участь у формуванні розділу «Охорона праці» колективного договору й домагаються за допомогою цього документа вирішення важливих проблем стосовно охорони праці та забезпечення соціальних прав та гарантій у галузі трудових відносин. Виносять на затвердження трудових колективів пропозиції щодо встановлення додаткових пільг та компенсацій за роботу в шкідливих і важких умовах праці.

Професійні спілки мають також право на проведення незалежної експертизи умов праці, а також об'єктів виробничого призначення, що проектуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх нормативно-правовим актам про охорону праці.

Профспілкові організації всіх рівнів, крім цих повноважень, мають відповідні зобов'язання. Вони беруть участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві та надають роботодавцю свої висновки про них.



Органи професійних спілок домагаються від роботодавця доступу до інформації про заходи, що вживаються з метою профілактики нещасних випадків і професійних захворювань. Вони надають потерпілим допомогу в ознайомленні з матеріалами розслідування, своєчасному отриманні акта за формою Н-1, відшкодуванні шкоди внаслідок ушкодження здоров'я.

Професійні спілки захищають інтереси працівників у будь-яких конфліктних ситуаціях, що стосуються питань охорони праці.

Відповідно до чинного законодавства представники професійних спілок у складі робочих і державних комісій беруть участь у прийнятті в експлуатацію нових і реконструйованих об'єктів виробничого призначення.

#### **1.4.4. Комісія з питань охорони праці на підприємстві**

З метою забезпечення пропорційної участі працівників у вирішенні будь-яких питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на підприємстві за рішенням трудового колективу створюється комісія з питань охорони праці.

Комісія складається з представників роботодавця та професійних спілок, а також уповноваженої найманими працівниками особи. Склад комісії затверджується комітетом професійної спілки на період її повноважень.

Головою комісії може бути будь-який обраний її член не з числа адміністративно-технічного персоналу. Голова комісії є одночасно старшим громадським інспектором.

Комісія з охорони праці, керуючись законодавством про працю, перевіряє стан охорони праці на робочих місцях, бере участь у розробці комплексних планів з охорони праці й відповідного розділу колективного договору, а також перевіряє правильність витрат коштів на заходи з охорони праці.

Представник комісії безпосередньо бере участь у розслідуванні нещасних випадків, аналізує причини виробничого травматизму та професійних захворювань на виробництві.



У процесі виконання своїх громадських функцій комісія зобов'язана:

- контролювати якість проведення інструктажів і навчання з охорони праці;
- перевіряти наявність посвідчень і нарядів-допусків на право виконання робіт підвищеної небезпеки;
- вносити пропозиції про заміну важкої ручної праці механізованою, про поліпшення умов праці жінок та молоді;
- добиватися від роботодавця проведення заходів, спрямованих на усунення шкідливої дії на працюючих виробничих чинників;
- контролювати стан технологічного обладнання та своєчасність технічного догляду за ним.

Крім цього, комісія контролює забезпечення працюючих спеодягом та іншими засобами індивідуального захисту, перевіряє стан виробничих та санітарно-побутових приміщень, наявність та правильність ведення паспортів санітарно-технічного стану умов праці на виробництві.

Комісія контролює роботу кабінетів охорони праці, організовує роботу громадських інспекторів з охорони праці; контролює забезпеченість працюючих профілактичним харчуванням, заслуховує на своїх засіданнях представників адміністрації про їх роботу щодо створення здорових і безпечних умов праці, вносить рекомендації в профком про моральне й матеріальне стимулювання працівників за стан охорони праці.

Скарги на порушення правил техніки безпеки й виробничої санітарії розглядають громадські інспектори й комісії з охорони праці. Комісія працює під керівництвом профкому згідно із затвердженим планом і звітує перед ним про виконану роботу. Рішення комісії щодо питань з охорони праці має тільки рекомендаційний характер.

#### **1.4.5. Уповноважені трудових колективів з питань охорони праці**

Для здійснення громадського контролю за дотриманням законодавства про охорону праці на підприємствах обираються уповноважені трудового колективу з питань охорони праці.



Діяльність уповноважених здійснюється на підставі Типового положення та Положення про роботу уповноважених з питань охорони праці, яке розробляється й затверджується на загальних зборах трудового колективу.

Уповноважені з питань охорони праці обираються простою більшістю голосів на загальних зборах колективу. Уповноваженим не може бути працівник, який згідно з посадовими обов'язками відповідає за організацію безпечних та нешкідливих умов праці (майстер, начальник дільниці).

Уповноважені з питань охорони праці мають право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог щодо охорони праці й вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень нормативно-правових актів з безпеки та гігієни праці.

Крім того, вони беруть участь у комісіях з розслідування нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві, якщо потерпілий не є членом профспілки.

Для виконання цих обов'язків роботодавець за свій рахунок організовує навчання й звільняє уповноважених з питань охорони праці від роботи на передбачений колективним договором строк із збереженням за ними середнього заробітку. Звільнення або притягнення їх до дисциплінарної чи матеріальної відповідальності здійснюється лише за згодою найманих працівників у порядку, визначеному колективним договором.

Чисельність уповноважених визначається рішенням загальних зборів трудового колективу в кожному виробничому підрозділі.

Уповноважені можуть бути одночасно і представниками професійної спілки з питань охорони праці, їх обов'язки можуть бути покладені на громадських інспекторів з охорони праці профспілки.

У ситуаціях, коли на виробництві створюється загроза життю або здоров'ю працюючих, уповноважений має право вимагати від майстра припинення роботи на таких робочих місцях.



Якщо уповноважені з питань охорони праці вважають, що профілактичні заходи, вжиті роботодавцем, є недостатніми, вони можуть звернутися за допомогою до органу державного нагляду за охороною праці.

Крім вказаного, уповноважені беруть участь у підтвердженні факту наявності на виробництві ситуації, небезпечної для життя чи здоров'я працівника, якщо він відмовився виконувати із цих причин доручену йому роботу.

Уповноваженим особам з питань охорони праці надається право вносити пропозиції про притягнення до відповідальності працівників, які порушують нормативні акти про охорону праці.



## 1.5. Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві

### 1.5.1. Розслідування нещасних випадків на виробництві

Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій здійснюються відповідно до Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженого постановою Кабінету Міністрів від 21 серпня 2001 р. № 1094.

Дія цього Положення поширюється на підприємства всіх форм власності, на всіх громадян, які є власниками цих підприємств, а також громадян, які виконують роботу за трудовим договором, проходять виробничу практику або залучаються до роботи з інших підприємств.

Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, що сталися з учнями й студентами навчальних закладів під час навчально-виховного процесу в навчальному закладі, визначає МОН.

Згідно з Положенням нещасними випадками є такі uszkodження здоров'я, як поранення, травми, гострі професійні захворювання та гострі професійні отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, інші uszkodження, отримані внаслідок аварій, пожеж, стихійного лиха, контакту з представниками флори і фауни, що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше.

До гострих професійних захворювань та отруєнь належать такі випадки, що сталися після одноразового впливу небезпечних або шкідливих речовин. До гострих професійних захворювань належать захворювання, які спричинилися дією хімічних речовин, іонізуючого випромінювання, значним фізичним навантаженням на організм людини (радикуліт, міозит й ін.).



- Розслідуванню підлягають нещасні випадки, які сталися:
  - на території підприємства перед початком роботи і після її закінчення, якщо робота виконувалася за дорученням роботодавця;
  - на транспортному засобі підприємства під час переїзду на роботу чи з роботи або при використанні власного транспорту в інтересах підприємства;
  - поза межами підприємства, якщо робота пов'язана з обслуговуванням об'єктів, переходами між ними, при прямуванні у відрядження чи у зворотному напрямку за дорученням роботодавця;
  - при виконанні робіт, які не входять до прямих обов'язків працівника, але були спрямовані на попередження можливої аварії, рятування людей або ліквідацію аварій, пожеж та наслідків стихійного лиха на виробничих об'єктах;
  - при наданні підприємством шефської допомоги.

За результатами розслідування визнаються пов'язаними з виробництвом нещасні випадки, які сталися з працівником унаслідок тілесних ушкоджень при виконанні ним трудових обов'язків. До нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, відносяться також ті, що сталися внаслідок раптового погіршення стану здоров'я працівника внаслідок впливу небезпечних чи шкідливих виробничих чинників або якщо потерпілий не проходив медичного огляду, а робота, що виконувалася, була за медичним висновком йому протипоказана.

Усі вищезгадані нещасні випадки визнаються пов'язаними з виробництвом і про них складається акт за формою Н-1.

Не складається акт за формою Н-1 і не беруться на облік ті нещасні випадки, які в процесі розслідування не визнаються пов'язаними з виробництвом.

До нещасних випадків, не пов'язаних з виробництвом, відносяться такі, що сталися:

- на території підприємства, але працівник використовував устаткування роботодавця, виконуючи власну роботу;
- на транспортних засобах підприємства, які працівник використовував в особистих цілях без дозволу роботодавця;





- унаслідок отруєння алкоголем або іншими речовинами, якщо це не викликано застосуванням цих речовин у виробничих процесах;
- під час викрадання майна або скоєння працівником злочинів або інших правопорушень на території підприємства;
- під час прямування на роботу чи з роботи пішки, на громадському, власному або іншому транспортному засобі, який не належав підприємству.

Якщо в процесі розслідування буде встановлено, що нещасний випадок не пов'язаний з виробництвом, то про такий нещасний випадок складається акт за формою НТ («невиробничий травматизм») відповідно до Порядку розслідування та обліку нещасних випадків невикробничого характеру.

#### Повідомлення про нещасні випадки, їх розслідування та ведення обліку

Про нещасний випадок свідок, який його виявив, або сам потерпілий повинні негайно повідомити керівника робіт і вжити заходів щодо надання необхідної допомоги.

Керівник робіт, який одержав повідомлення, зобов'язаний:

- терміново організувати надання медичної допомоги потерпілому, у разі необхідності доставити його до лікувального закладу;
- повідомити про те, що сталося, роботодавця і відповідну профспілкову організацію;
- зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку в такому стані, у якому вона була на момент події, якщо це не загрожує життю й здоров'ю інших працівників.

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, повідомляє про це Фонд соціального страхування від нещасного випадку, у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі, — орган державної пожежної охорони, у разі гострого професійного захворювання — заклад державної санітарно-епідеміологічної служби; утворює комісію та організовує розслідування.



До складу комісії з розслідування входять:

- керівник служби охорони праці (голова комісії);
- керівник структурного підрозділу або головний спеціаліст;
- представник профспілкової організації.

Керівник робіт, який безпосередньо відповідає за охорону праці на тій дільниці, де стався нещасний випадок, до складу комісії з розслідування не включається. Там, де немає структурних підрозділів, до складу комісії з розслідування включається представник роботодавця.

Комісія з розслідування зобов'язана протягом трьох діб:

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків, одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо, а також визначити, чи відповідають умови праці вимогам правових актів про охорону праці;
- з'ясувати обставини й причини нещасного випадку, визначити, чи пов'язаний цей випадок з виробництвом, а також встановити осіб, які допустили порушення правових актів про охорону праці, та розробити заходи щодо запобігання подібним випадкам;
- скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-1 або акт за формою НТ у шести примірниках і передати його на затвердження роботодавцю.

До першого примірника акта розслідування додаються пояснення свідків, потерпілого, витяги з експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця, де стався нещасний випадок.

Нещасні випадки, про які складаються акти за формою Н-1 або НТ, беруться на облік, реєструються роботодавцем у спеціальному журналі. Роботодавець протягом доби після закінчення розслідування повинен затвердити акти за формою Н-1 або НТ.

Затверджені акти протягом трьох діб надсилаються:

- потерпілому або його довірній особі;
- керівникові підприємства, де стався нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам;



- органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування;
- відповідному територіальному органу Держнаглядохоронпраці;
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- керівникові служби охорони праці підприємства.

Копія акта за формою Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство, а за його відсутності — місцевій держадміністрації або органу місцевого самоврядування.

Акти нещасного випадку разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню на підприємстві протягом 45 років. У разі ліквідації підприємства акти розслідування передаються до архіву.

Нещасний випадок, про який своєчасно не повідомили роботодавця або якщо втрата працездатності від нього настала не одразу, незалежно від терміну, коли він стався, розслідується відповідно з цим Положенням протягом місяця після одержання заяви потерпілого.

Нещасний випадок, що стався на підприємстві з працівником іншого підприємства розслідується підприємством, де стався нещасний випадок, а береться на облік тим підприємством, представником якого є потерпілий. Акт за формою Н-1 складається комісією, до складу якої входить представник підприємства, працівником якого є потерпілий.

Нещасні випадки з учнями й студентами, що сталися під час проходження виробничої практики під керівництвом особи підприємства, розслідуються й беруться на облік цим підприємством. Нещасні випадки, що сталися з ними під час практики під керівництвом викладача учбового закладу, розслідуються й беруться на облік навчальним закладом.

Контроль за своєчасним розслідуванням та обліком нещасних випадків здійснюють органи державного управління, органи державного нагляду за охороною праці, Фонд соціального страхування відповідно до їх компетенції.

Держнаглядохоронпраці має право в разі необхідності проводити розслідування нещасного випадку і видавати обов'язкові приписи щодо необхідності визнання цього випадку пов'язаним з виробництвом.



Роботодавець при незгоді з приписом вирішує питання у вищому підрозділі Держнаглядохоронпраці або оскаржує припис в установленому порядку.

У разі відмови роботодавця скласти акт за формою Н-1 питання вирішується в порядку, передбаченому законодавством про розгляд трудових спорів.

### 1.5.2. Спеціальне розслідування нещасних випадків

Спеціальному розслідуванню підлягають:

- нещасні випадки із смертельним наслідком;
- групові нещасні випадки, які сталися одночасно з двома і більше працівниками незалежно від тяжкості ушкодження їх здоров'я.

Таке розслідування нещасних випадків називається спеціальним, бо його проводить спеціально призначена комісія на чолі з представниками Держнаглядохоронпраці.

Комісія зі спеціального розслідування призначається наказом керівника територіального органу Держнаглядохоронпраці за погодженням з представниками, які входять до складу цієї комісії.

До складу комісії включаються посадова особа Держнаглядохоронпраці (голова комісії), представник Фонду соціального страхування, представник органу, до сфери управління якого належить підприємство, роботодавець та представник вищого профспілкового органу.

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло 5 і більше осіб або травмовано 10 і більше осіб, може проводити комісія, призначена за рішенням Кабінету Міністрів.

Про груповий нещасний випадок або випадок із смертельним наслідком роботодавець зобов'язаний негайно повідомити:

- територіальний орган Держнаглядохоронпраці;
- орган прокуратури за місцем виникнення нещасного випадку;
- робочий орган виконавчої дирекції Фонду;



- орган, до сфери управління якого належить підприємство, а в разі його відсутності — місцеву держадміністрацію;
- вищий за рангом профспілковий орган.

Спеціальне розслідування проводиться протягом 10 робочих днів.

За результатами розслідування складається акт спеціального розслідування за формою Н-5, а також оформлюються всі інші матеріали. Акт за формою Н-1 або НТ на кожного потерпілого складається відповідно до акта спеціального розслідування у двох екземплярах і затверджується роботодавцем протягом доби після одержання цих документів.

До матеріалів спеціального розслідування нещасного випадку належать:

- копія наказу про організацію спеціального розслідування;
- акт спеціального розслідування нещасного випадку;
- необхідні плани, схеми, фотознімки місця нещасного випадку;
- протокол огляду місця, де стався випадок, протоколи опитувань потерпілих та інших осіб, причетних до нещасного випадку;
- копія акта за формою Н-1 або НТ на кожного потерпілого окремо;
- медичний висновок про причини смерті або характер травми;
- копії документів про проходження потерпілим навчання та інструктажів з охорони праці;
- копії приписів, що стосуються нещасного випадку, якщо вони видавалися, витяги з нормативно-правових актів про охорону праці, вимоги яких були порушені;
- довідка про матеріальну шкоду, заподіяну нещасним випадком.

Після закінчення спеціального розслідування роботодавець у п'ятиденний термін надсилає копії матеріалів до органів прокуратури, а також до тих органів, які брали участь у розслідуванні.

У п'ятиденний термін з моменту підписання акта спеціального розслідування роботодавець зобов'язаний розглянути ці матеріали й видати наказ про виконання заходів щодо запобігання виникненню подібних випадків, а також притягнути до відповідальності працівників, які допустили порушення законодавства про охорону праці.



Про виконання заходів роботодавець у письмовій формі повідомляє органи, які брали участь у розслідуванні, в терміни, зазначені в акті спеціального розслідування.

Органи прокуратури надають інформацію про прийняте рішення щодо порушення кримінальної справи у зв'язку з нещасним випадком або про відмову в цьому.

Держнагляд охорони праці здійснює оперативний облік групових нещасних випадків і нещасних випадків зі смертельними наслідками.

Підприємства, органи, до сфери управління яких належить підприємство, а також Фонд соціального страхування ведуть облік усіх пов'язаних з виробництвом нещасних випадків.

### **1.5.3. Розслідування й облік хронічних професійних захворювань та отруєнь**

Професійні хронічні захворювання виникають унаслідок довготривалої та багатократної дії шкідливих речовин та небезпечних чинників виробничого середовища. Перелік професійних хронічних захворювань затверджує Міністерство охорони здоров'я (МОЗ).

Характер професійного захворювання визначає експертна комісія в складі спеціалістів лікувально-профілактичного закладу, якому МОЗ надало таке право.

Усі вперше виявлені випадки хронічних професійних захворювань та отруєнь підлягають розслідуванню.

Розслідування хронічних професійних захворювань проводиться після одержання повідомлення з клінік НДІ гігієни праці та професійних захворювань про наявність такого захворювання.

Факт професійного захворювання встановлюється на підставі клінічних даних і санітарно-гігієнічної характеристики умов праці, яку складає заклад санітарно-епідеміологічної служби. У разі підозри на профзахворювання лікувально-профілактичний заклад направляє працівника на консультацію до головного спеціаліста з профпатології міста або області. На кожного хворого лікувально-профі-



лактичний заклад складає повідомлення за формою П-3. Протягом трьох діб повідомлення надсилається роботодавцю, на підприємстві якого шкідливі виробничі чинники призвели до виникнення професійного захворювання, органу державної санітарно-епідеміологічної служби та відповідному органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування.

Протягом десяти робочих днів з моменту одержання повідомлення роботодавець організує розслідування кожного випадку виявлення професійного захворювання. Розслідування випадку професійного захворювання проводить комісія в складі представників:

- державної санітарно-епідеміологічної служби (голова комісії);
- лікувально-профілактичного закладу;
- підприємства й профспілкової організації, членом якої є хворий;
- відповідного органу Фонду соціального страхування.

Комісія з розслідування проводить гігієнічну оцінку умов праці робітника за матеріалами атестації робочих місць, результатів обстежень і досліджень, вивчає приписи державного нагляду за охороною праці, одержує письмові пояснення посадових осіб з питань, що стосуються розслідування.

Після ознайомлення з відповідними матеріалами комісія з розслідування зобов'язана:

- скласти програму розслідування й визначити причини та обставини, що призвели до профзахворювання;
- скласти акт розслідування за формою П-4, у якому зазначити заходи щодо запобігання розвитку професійного захворювання.

Акт розслідування професійного захворювання комісія складає в шести примірниках протягом трьох діб після його закінчення.

Роботодавець надсилає акт розслідування хворому, лікувально-профілактичному закладу, який обслуговує це підприємство, Фонду соціального страхування та профспілковій організації, членом якої є хворий. Один примірник акта надсилається установі санітарно-епідеміологічної служби для аналізу й контролю за виконанням запропонованих заходів.

Перший примірник акта розслідування залишається на підприємстві та зберігається на ньому 45 років. Протягом п'ятиденного терміну після закінчення розслідування роботодавець зобов'язаний розглянути матеріали та видати наказ про заходи щодо запобігання професійним захворюванням, а також про притягнення до відповідальності осіб, з вини яких було допущено порушення санітарних норм і правил, що призвели до виникнення професійного захворювання.

Про виконання заходів щодо запобігання професійних захворювань роботодавець інформує органи державного санітарно-епідеміологічного нагляду протягом терміну, зазначеного в акті розслідування.

Реєстрація та облік професійних захворювань ведеться в спеціальному журналі на підприємстві, у Фонді соціального страхування, органах державної санітарно-епідеміологічної служби й лікувально-профілактичних закладах. До цього журналу вносяться дані про працездатність кожного працівника, у якого виявлено професійне захворювання.

Органи санітарно-епідеміологічної служби на підставі актів розслідування складають карти обліку професійних захворювань за формою П-5. Ці карти зберігаються в органах державної санітарно-епідеміологічної служби та в МОЗ протягом 45 років.

Контроль за своєчасним та об'єктивним розслідуванням професійних захворювань та виконанням заходів щодо їх усунення здійснюють органи санітарно-епідеміологічної служби, Фонд соціального страхування, профспілки та уповноважені трудових колективів з питань охорони праці.

#### 1.5.4. Розслідування та облік аварій

Згідно з вимогами чинного законодавства та інших нормативно-правових актів з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій підприємства зобов'язані мати розроблені плани попередження надзвичайних ситуацій та плани ліквідації аварій.



У планах попередження надзвичайних ситуацій визначаються можливі аварії або надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, прогноуються їх можливі наслідки, визначаються заходи щодо їх ліквідації, терміни виконання, а також сили та засоби, які будуть для цього залучатися.

У планах ліквідації надзвичайних ситуацій перелічуються всі можливі аварії, визначаються дії посадових осіб і працівників підприємства під час їх виникнення, обов'язки професійних аварійно-рятувальних служб, які будуть залучатися до ліквідації надзвичайних ситуацій.

До аварій техногенного характеру належать аварії на транспорті, пожежі, вибухи, аварії з викидом сильнодіючих отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних та інших забруднюючих речовин, раптове руйнування споруд та ін.

Відповідно до Положення аварії поділяються на дві категорії.

До I категорії належать аварії, унаслідок яких загинуло 5 чи травмовано 10 і більше осіб або стався викид отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних речовин за межі санітарно-захисної зони підприємства та збільшилася концентрація забруднюючих речовин у навколишньому середовищі більш як у 10 разів. До I категорії належать також аварії, унаслідок яких зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя й здоров'я значної кількості працівників підприємства чи населення.

До II категорії належать аварії, унаслідок яких загинуло до 5 осіб або травмовано від 4 до 10 осіб, або зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя й здоров'я працівників цеху, дільниці, де працює 100 і більше осіб.

У разі виникнення аварії очевидець повинен негайно повідомити керівника робіт, який в свою чергу зобов'язаний повідомити роботодавця.

Роботодавець після отримання повідомлення зобов'язаний ввести в дію план ліквідації аварії, вжити першочергові заходи щодо врятування потерпілих і надання їм медичної допомоги, запобігти подальшому поширенню аварії.

Про виникнення аварії роботодавець повинен негайно повідомити Держнаглядохоронпраці, орган, до сфери управління якого належить підприємство, місцеву держадміністрацію, штаб цивільної оборони та з надзвичайних ситуацій, прокуратуру й відповідний профспілковий орган, а в разі травмування або загибелі людей — Фонд соціального страхування.

Порядок розслідування аварій, унаслідок яких сталися нещасні випадки, такий самий, як і під час спеціального розслідування.

Розслідування аварій без нещасних випадків здійснюють комісії, які утворюються:

- при аваріях I категорії — наказом центрального органу виконавчої влади чи місцевої держадміністрації за узгодженням з відповідними органами державного нагляду за охороною праці і МНС;
- при аваріях II категорії — наказом керівника органу, до сфери управління якого належить підприємство, за узгодженням з відповідними органами державного нагляду за охороною праці і МНС.

Під час розслідування комісія визначає категорію аварії, встановлює характер її наслідків, з'ясовує обставини та причини її виникнення. У процесі розслідування встановлюються факти порушення вимог законодавства та нормативних актів з питань охорони праці, цивільної оборони, правил експлуатації устаткування та технологічних регламентів.

У процесі розслідування комісія встановлює осіб, які несуть відповідальність за виникнення аварії, і розробляє заходи щодо ліквідації її наслідків та подальшого запобігання подібним аваріям.

Для розслідування аварії і складання акта встановлюється термін — десять днів. Акт розслідування складається за формою Н-5 аналогічно формі акта спеціального розслідування.

За результатами розслідування аварії роботодавець видає наказ, у якому відповідно до висновків комісії затверджує заходи щодо запобігання подібним аваріям і притягає до відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці.



Матеріали розслідування аварії включають документи, зазначені вище в розділі спецрозслідування, а також доповідню записку про роботу аварійно-рятувальних формувань, якщо вони залучалися до ліквідації цієї аварії.

Матеріали розслідування аварії в п'ятиденний термін після його закінчення підприємство надсилає до прокуратури та інших органів, представники яких брали участь у розслідуванні.

Акт розслідування аварій I і II категорії надсилається центральним органам Держнагляду за охороною праці, а також міністерствам або іншим центральним органам державної виконавчої влади на їх вимогу.

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

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

Облік аварій I і II категорій ведуть підприємства та органи державного нагляду за охороною праці з реєстрацією їх у спеціальному журналі.

Згідно з чинним законодавством контроль та нагляд за своєчасним та об'єктивним розслідуванням, документальним оформленням та обліком аварій, здійсненням заходів щодо усунення їх причин покладається на органи державного управління та нагляду за охороною праці.



## **1.6. Аналіз, прогнозування та профілактика травматизму й професійної захворюваності на виробництві**

### **1.6.1. Звітність та інформація про нещасні випадки**

На підставі актів про нещасні випадки на підприємстві складається державна статистична звітність про потерпілих. Статистична звітність про потерпілих складається за формою, затвердженою Держкомстатом, і направляється підприємством в установленому порядку відповідним організаціям.

За підсумками кварталу, півріччя й року роботодавець зобов'язаний проводити аналіз причин травматизму й професійних захворювань та розробляти і здійснювати заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Органи, до сфери управління яких належать підприємства, зобов'язані аналізувати обставини й причини нещасних випадків та професійних захворювань за підсумками півріччя й року. Результати аналізу повинні бути доведені до відома підприємства, що належить до сфери їх управління. На підставі аналізу розробляються й здійснюються заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Підприємства, органи, до сфери управління яких належать підприємства, а також Фонд спеціального страхування ведуть облік нещасних випадків, що пов'язані з виробництвом.

Центральні органи виконавчої влади, Держнагляд охорони праці ведуть оперативний облік пов'язаних з виробництвом нещасних випадків, потерпілих унаслідок групових випадків та нещасних випадків із смертельним наслідком.

Управління державної пожежної охорони МНС веде облік потерпілих під час пожеж, а державна санітарно-епідеміологічна служба та робочі органи виконавчої дирекції Фонду соціального страхування — облік потерпілих від гострих професійних захворювань або отруєнь.



Збирання статистичних даних та розробку державної статистичної звітності про потерпілих від нещасних випадків на підприємствах здійснюють органи державної статистики.

Органи державного управління, державного нагляду за охороною праці, Фонд соціального страхування та профспілкові організації в межах своєї компетенції перевіряють ефективність профілактики нещасних випадків, вживають заходи до виявлення та усунення порушень, які спричинили нещасні випадки й професійні захворювання.

### **1.6.2. Аналіз причин травматизму й професійних захворювань**

Основним методом вивчення впливу виробничого середовища на працюючих є аналіз фактично існуючих умов праці й виявлення причин виробничого травматизму, характерних для даних умов.

Умови праці в різних галузях народного господарства значно відрізняються між собою навіть в межах одного підприємства. Умови праці на стаціонарних робочих місцях за своїм характером відрізняються від таких, що мають рухомий фронт робіт.

На стаціонарних робочих місцях технологію виробництва регламентовано до найменших подробиць, тут протягом тривалого часу виконуються встановлені виробничі процеси на одному і тому ж місці та обладнанні. При рухомому фронті робіт, навпаки, відбувається постійна зміна умов праці, робочого місця, одні виробничі процеси змінюють інші.

У випадку незадовільного стану умов праці на робочих місцях виробничі фактори чинять негативний вплив на працюючих, призводячи до травматизму й професійних захворювань.

Аналіз виробничого травматизму й професійних захворювань має на меті з'ясувати в конкретних умовах вплив чинників, що спричинюють травматизм і професійні захворювання. Шляхом проведення такого аналізу на виробництві виявляються джерела травматизму та основні причини, що їх спричинюють.



Велике значення в процесі аналізу виробничого травматизму має вивчення технологічних процесів і виробничої обстановки, що дозволяє встановити найбільш раціональні методи роботи, щоб запобігти нещасним випадкам і професійним захворюванням.

Для аналізу обставин і причин нещасних випадків та професійних захворювань на виробництві, а також розробки заходів щодо покращення умов праці важливе значення має їх класифікація.

Причини, що призводять до нещасних випадків, поділяються на побічні (непрямі) і безпосередні.

Побічні причини, що обумовлюють можливість настання нещасного випадку, можуть бути виявлені ще задовго до його виникнення.

Безпосередні причини передують нещасному випадку і їх неможливо завчасно виявити.

Побічними і безпосередніми причинами можуть бути матеріальні та особисті чинники. Серед особистих чинників велику роль у виникненні нещасного випадку відіграє стійка необережна поведінка людини.

Взаємний вплив особистих і матеріальних чинників створює можливість нещасного випадку стосовно конкретної людини, наражає її на небезпеку. З іншого боку, небезпека нещасного випадку обумовлюється особливостями трудового процесу й робочого місця, які за певних умов можуть чинити шкідливу дію.

Отже, нещасний випадок завжди є наслідком ланцюгових подій, остання з яких переважно розглядається як безпосередня причина нещасного випадку. Тому при аналізі причин нещасного випадку необхідно виявляти не тільки безпосередню причину, але і всі ті обставини, що були пов'язані з нею.

Нижче наводиться узагальнена класифікація матеріальних та особистих чинників, що можуть бути причиною нещасних випадків і професійних захворювань.

Матеріальні виробничі чинники об'єднують можливі причини в три групи: технічні, організаційні й санітарно-гігієнічні.



Технічні причини — недосконалість технологічного процесу, обладнання, пристосувань, відсутність огорож, запобіжних пристроїв, незадовільний стан обладнання, інструмента, пристосувань і т. ін.

Організаційні причини — незадовільна організація праці та відпочинку.

Санітарно-гігієнічні причини — ненормальні метеорологічні умови, забруднення повітря, нераціональне освітлення, неіонізуюче та іонізуюче випромінювання, шум, вібрація, порушення правил особистої гігієни, незадовільний стан або відсутність побутових приміщень та ін.

Особисті якості людини можуть постійно або тимчасово підвищувати її схильність до нещасних випадків.

Якщо людина непридатна для даної роботи (наприклад, через дефекти якогось органа чуття або недостатню професійну підготовку), небезпека нещасного випадку загрожує їй у більшій мірі, ніж підготовленим працівникам у тій самій обстановці. Для однієї людини робота може бути небезпечною, для іншої — безпечною.

Необережність працюючого, емоційна збудливість, втома — все те, що заважає сконцентрувати увагу, підвищує ймовірність виникнення нещасного випадку.

Безпечне виконання роботи передбачає вміння пристосуватися до її специфіки. Для напрацювання цього уміння велике значення має індивідуальна придатність людини до даної роботи, її досвід, ставлення до небезпеки, до заходів безпеки, обережність при виконанні робіт, загальна поведінка на робочому місці. Людина має стійкі й тимчасові особисті якості, які підвищують її схильність до небезпеки.

До стійких особистих чинників відносяться постійні функціональні зміни в нервовій системі або інших органах, що мають хворобливий характер або близький до цього стан. Такі хвороби, як цукровий діабет, серцево-судинні захворювання, різноманітні порушення органів чуття, розлад нервової системи, хоча і не викликають повної непрацездатності, але впливають на поведінку людини, поси-



люють схильність її до небезпеки. Схильність до небезпеки можуть посилювати також дефекти координації руху, емоційна нестійкість, пристрасть до алкоголізму, наркотиків, незадоволення роботою або відсутність інтересу до неї. Людина, яка не отримує задоволення від роботи, не здатна психологічно правильно налаштуватися на працю й зосередити увагу на точному її виконанні. Дії людини в таких випадках невпевнені, а увага розсіяна.

Тимчасові особисті якості проявляються лише у відповідні періоди трудового процесу або впливають на працюючу людину протягом декількох годин чи хвилин. Серед цих чинників — необережність, відсутність досвіду, навичок або втома.

Підвищена схильність до небезпеки через відсутність досвіду пояснюється тим, що робітник ще не навчився пристосовуватися до вимог, які висуває до нього робота. Негативний вплив цього чинника проявляється двояко. По-перше, у разі недостатнього досвіду робітника зростає ймовірність помилки в його діях, по-друге, усвідомлення того, що він може припуститися помилки, спричинює невпевненість, веде до зростання психічного напруження, швидкої втоми і як наслідок усього цього — до нещасного випадку.

Необережність працівника є наслідком невміння раціонально управляти своєю увагою, правильно використовувати вироблений автоматизм дій, а також недостатньої дисциплінованості та акуратності, неправильного ставлення до небезпеки. Подолання безпечності в поведінці, формування професійних знань і свідомої дисципліни є основним шляхом до здобуття обережності.

До чинників, що підвищують тимчасову схильність людини до створення травмонебезпечної ситуації, можна віднести конфлікти.

Постійно підвищує схильність до нещасних випадків фактор алкоголізму. При розслідуванні значної кількості нещасних випадків встановлено, що часто алкоголь відіграє роль основної причини нещасного випадку. При вживанні алкоголю в людини збільшується час реакції, увага стає неупорядкованою, некерованою, розладнуєть-





ся координація рухів, мислення стає некритичним, дії — неадекватними. Такий стан триває доти, поки процеси обміну речовин не виведуть з організму останню молекулу алкоголю.

Отже, у процесі аналізу причин виробничого травматизму необхідно встановити всі основні й супутні причини, які призвели до нещасного випадку, — від характеру виробничої обстановки до поведінки працюючих. Стосовно поведінки працюючих потрібно проаналізувати зв'язок події з їхньою діяльністю або бездіяльністю; чи можна було передбачити небезпеку; чи могли дії працюючого запобігти небезпечним наслідкам або, навпаки, сприяти їх виникненню; чи працювала людина у звичайному режимі, чи були відхилення; як могло вплинути на працюючого навколишнє середовище. *Аналізуючи подію, необхідно встановити, чи володів працівник достатніми знаннями та навичками, щоб запобігти даній небезпеці.*

Для аналізу й розслідування виробничого травматизму об'єм інформації про нещасний випадок, який фіксується в акті, повинен бути достатнім і обґрунтованим, щоб вірно встановити його причини та обставини.

### **1.6.3. Методи аналізу причин травматизму і професійних захворювань**

Для вивчення причин виробничого травматизму і професійних захворювань використовують технічний, груповий, топографічний, монографічний та статистичний методи. Методи аналізу причин травматизму й професійних захворювань застосовуються також для визначення динаміки їх росту чи зниження, для порівняння рівня виробничого травматизму між окремими дільницями, підприємствами, галузями, областями.

Тільки завдяки правильно встановленим причинам виробничого травматизму чи аварій вдається найбільш точно розробити заходи щодо їх подолання.



### **Технічний метод досліджень**

Технічний метод досліджень використовується в тих випадках, коли необхідно встановити ступінь небезпечних і шкідливих чинників виробництва (наприклад, рівень шуму, запиленості, горючості матеріалів і т. ін.).

Для безпечної праці важливе значення має безаварійність та надійність роботи обладнання. Важливе значення мають розрахунки на міцність і стійкість споруд та устаткування.

Під надійністю розуміють здатність технічних пристроїв справно працювати в заданих умовах. Для отримання даних про надійність проводяться спеціальні випробування надійності обладнання.

Для таких видів обладнання, як ємності, що працюють під тиском, або піднімально-транспортних машин термін, порядок і методи проведення випробувань регламентовані встановленими нормативами, відхилення від яких є підставою для заборони їх експлуатації.

Періодичні випробування переважно носять характер таких випробувань, за яких обладнання перевіряється в умовах регламентованих перенавантажень.

При розслідуванні причин нещасних випадків для характеристики виробничої обстановки й порівняння її параметрів з нормативними використовують хімічні, фізичні та фізико-хімічні методи. За допомогою цих методів визначаються рівні шуму й вібрації, освітлення, різні види випромінювання, параметри повітряного середовища й т. ін.

Технічні методи використовуються для виявлення можливих небезпек і шкідливих чинників у виробничому середовищі. Виявлення небезпек і шкідливих чинників створює підставу для визначення необхідних засобів та заходів безпеки.

### **Груповий метод**

Груповим методом встановлюють ступінь повторюваності нещасних випадків. Для цього групують однорідні нещасні випадки за відповідний проміжок часу й вивчають їх причини.



Груповий метод характеризується вивченням великої кількості нещасних випадків на якомусь одному об'єкті. Це дозволяє визначити небезпеку, притаманну даному об'єктові, і на підставі цього розробити вичерпні заходи, що запобігають нещасним випадкам.

Одночасно з конкретним об'єктом вивчається і все виробництво. Дуже важливо при груповому методі підібрати групи випадків, які найчастіше повторюються в одних і тих же умовах. Це здійснюється на підставі застосування статистичного методу аналізу причин виробничого травматизму.

Груповим методом переважно користуються науково-дослідні інститути з проблем охорони праці. Матеріали групового методу можуть використовуватися для складання правил та норм техніки безпеки.

### Топографічний метод

Топографічний метод аналізу причин виробничого травматизму полягає у тому, що на плані цеху або дільниці графічно (умовними позначками) зображають місця, де трапилися нещасні випадки. Якщо на певних робочих місцях вони періодично повторювалися, це свідчить про неблагополучність зазначених місць.

Виявлення концентрації нещасних випадків на окремих місцях (виробництвах) дає підставу роботодавцю разом з професійними спілками проводити більш ретельне обслідування таких місць і дільниць для з'ясування істинних причин нещасних випадків.

Цей метод базується не на виявленні повторюваності однакових за обставинами нещасних випадків, а на встановленні місць, де вони трапилися, хоча б і на неоднакових за умовами роботи.

Детально обстежуючи вказані місця, виявляють причини травматизму й розробляють заходи для усунення їх на кожному робочому місці окремо. Перевагою топографічного методу є його простота, зручність та наочність.



### Монографічний метод

Монографічний метод найбільш дійовий стосовно попередження травматизму й професійних захворювань. Цей метод «іде попереду» нещасних випадків. Його запропонував професор П. І. Синьов.

Цей метод передбачає детальне обстеження окремого об'єкта — того, що експлуатується, або того, що тільки проектується чи буде-ться. Таким об'єктом може бути технологічний або трудовий процес, окремий вид обладнання, машина, установка, де визначаються небезпечні чи шкідливі умови праці.

Монографічний метод полягає у вивченні особливостей об'єкта, потенційних небезпек і шкідливих чинників, причин їх виникнення, можливих небезпечних подій та обставин, за яких вони можуть виникати. Вивчаються також трудові прийоми, основне й допоміжне устаткування, одяг робітників, умови виробництва, вплив процесу та обладнання на навколишнє середовище й персонал і т. ін.

Якщо вивчається діючий об'єкт, аналізуються причини нещасних випадків, що трапилися раніше. Аналізують також причини нещасних випадків на подібних або аналогічних об'єктах. Завдяки монографічному методу виявляють не тільки причини тих нещасних випадків, що трапилися раніше, а й потенційні небезпеки й шкідливі чинники, які можуть чинити шкідливу дію на працюючих в умовах нормального робочого процесу або при його порушенні.

Наступним етапом монографічного методу є детальний розгляд кожної виявленої небезпеки та аварій або нещасних випадків, до яких вона може призвести; встановлення, наскільки ймовірним і серйозним може бути нещасний випадок.

Цей метод є найбільш точним. Він дає змогу найповніше виявляти причини травматизму й розробляти та здійснювати відповідні заходи з техніки безпеки. Результати монографічного аналізу на однорідних виробництвах використовуються при реконструкції підприємства або окремих цехів.

На відміну від усіх згаданих вище методів, монографічний метод може використовуватися при проектуванні нових виробничих

споруд — для виявлення явних і прихованих небезпек. У цьому його основна перевага, що дає можливість найбільш повно врахувати запобіжні заходи в проектній документації.

### Статистичний метод

Для вивчення та обліку виробничого травматизму й професійних захворювань офіційно застосовується статистичний метод аналізу.

Статистичний метод ґрунтується на вивченні матеріалів реєстрації та обліку нещасних випадків. В основі статистичного методу лежить вивчення нещасних випадків за актами про нещасні випадки на виробництві (форма Н-1).

Аналізуючи причини травматизму за окремі відрізки часу на окремих ділянках виробництва, кількість нещасних випадків пов'язують з кількістю працюючих і тяжкістю нещасних випадків, що характеризують загальний рівень виробничого травматизму. Для цього застосовують відносні величини — показники (коефіцієнти) частоти, тяжкості й загальних втрат.

Показник частоти ( $P_{\text{ч}}$ ) характеризує кількість нещасних випадків, що припадає на кожну 1000 працюючих за певний період, і визначається за формулою:

$$P_{\text{ч}} = \frac{1000 \cdot T}{P}, \quad (1.1)$$

де  $T$  — загальна кількість травм за звітний період (півроку, рік), встановлюється по закритих лікарняних листах;

$P$  — середня кількість працюючих за той самий період.

Показник важкості травматизму ( $P_{\text{в}}$ ) характеризує загальну тяжкість травм протягом періоду, що аналізується. Ця величина показує, скільки днів втрати працездатності в середньому припадає на одну травму, і визначається за формулою:

$$P_{\text{с}} = \frac{D}{T}, \quad (1.2)$$

де  $D$  — сумарна кількість днів тимчасової непрацездатності по всіх нещасних випадках, врахованих за звітний період.

За показником частоти можна встановити, на яких роботах найчастіше трапляються нещасні випадки, порівняти становище з нещасними випадками на окремих дільницях, між цехами, а також у різних галузях промисловості.

Показник тяжкості травматизму характеризує тривалість втрати працездатності в результаті нещасних випадків за звітний період.

Якщо в умовах виробництва зменшився лише показник частоти  $P_{\text{ч}}$ , це ще не свідчить про те, що рівень травматизму знизився, — необхідно, щоб знизився ще й показник тяжкості  $P_{\text{в}}$ . Унаслідок цього визначають загальний рівень виробничого травматизму  $P_{\text{з}}$  за всіма показниками, який обчислюють за формулою:

$$P_{\text{з}} = P_{\text{ч}} \cdot P_{\text{в}} = \frac{1000 \cdot D}{P}. \quad (1.3)$$

Цей показник враховує кількість днів непрацездатності на 1000 працюючих за звітний період.

Зазначені показники виробничого травматизму не дають повного уявлення про характер нещасних випадків, бо не враховують смертельних випадків, а також таких, що закінчилися цілковитою втраченою працездатності.

При порівнянні обчислених показників в окремих структурних підрозділах або аналогічних підприємствах, галузях можна виявити найбільш несприятливі умови й вжити відповідних заходів для запобігання виробничому травматизму і створення здорових та безпечних умов праці.

Аналізуючи показники виробничого травматизму за роками, можна зробити висновок про їх динаміку на даному підприємстві, у даній галузі промисловості та в цілому в народному господарстві країни.

Статистичний метод аналізу професійних захворювань передбачає визначення низки показників.

Показник частоти захворювань  $K_3$ , визначається як число випадків на 100 працюючих:

$$K_3 = \frac{100 \cdot Z}{P}, \quad (1.4)$$

де  $Z$  — кількість випадків захворювань;  
 $P$  — середньоспискова кількість працюючих.

$$K_3 = \frac{100 \cdot D_3}{P}, \quad (1.5)$$

де  $D_3$  — кількість днів непрацездатності на 100 працюючих.  
Показник середньої тривалості одного випадку захворювання:

$$P_c = \frac{D}{Z}. \quad (1.6)$$

Результати обробки статистичних матеріалів можна подати графічно у вигляді діаграм і картограм.

У різних країнах показники частоти травматизму визначаються по-різному: як кількість нещасних випадків на 1 млн відпрацьованих людино-годин, на 1000 відпрацьованих людино-днів, на 1 млн т добутого вугілля й т. п. Однак у тому вигляді, у якому статистичний метод використовується нині, йому притаманний той недолік, що

він «іде позаду» нещасних випадків: аварія спочатку відбувається, а потім уже вивчають її причини.

Статистичний метод досить трудомісткий, тому для ефективного використання інформації, закладеної в актах форми Н-1, необхідно використовувати більш сучасні засоби з мінімальною витратою часу.

Щоб статистично визначити показники виробничого травматизму, використовують спеціальні карти з крайовою перфорацією, на яку заносяться дані про нещасні випадки. Усі дані про нещасний випадок заносять на лицьовий і зворотний боки неперфорованої частини карти основного інформаційного документа за формою Н-1 і матеріалів розслідування причин цього випадку. Шифровані відомості у формі кодів заносять на лицьовий бік карти, а на зворотному боці описують обставини нещасного випадку, заходи по усуненню причин травмування, травматологічні й матеріальні наслідки.

Економічний метод дає можливість визначити економічні втрати внаслідок виробничого травматизму, оцінити ефективність витрат на попередження нещасних випадків і забезпечити оптимальний розподіл коштів на заходи з охорони праці.

Щоб більш вичерпно вивчити вплив умов праці на людину, враховують сукупність виробничих, психологічних, фізіологічних і гігієнічних чинників на всіх стадіях виробничого процесу. Для цього використовують системний підхід. Об'єктом дослідження є система: людина — технологічний процес — виробниче середовище.

Аналіз ситуацій у цій системі та вибір правильного розподілу функцій між людиною і машиною дозволяє розробити рішення для подальшого поліпшення умов праці шляхом передачі більшої частини функцій машині. При цьому враховується, що безпечне функціонування системи забезпечується як надійністю обладнання, так і надійною, безпомилковою роботою людини-оператора, а робота оператора залежить від його кваліфікації, комфортності робочого місця, психологічних, фізіологічних, соціально-побутових та інших чинників. Тому, аналізуючи виробничий процес, важливо виявити недоліки, які, можливо, стали причиною помилок персоналу.



На ефективність профілактики виробничого травматизму й професійних захворювань суттєво впливає характер розроблених організаційних та технічних рішень.

#### **1.6.4. Технічні та організаційні заходи щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань**

Реалізація вимог стосовно охорони праці здійснюється в особистих інтересах робітників, щоб забезпечити їх тривалу трудову діяльність і збереження власного здоров'я, можливість підвищення продуктивності праці й матеріального забезпечення. *Таке положення відповідає меті й завданням як держави, так і виробника.*

Однак в умовах виробництва часто виникають суперечності між вимогами дотримання правил і норм охорони праці та виконавцями робіт (у рівнях їх професійної підготовки, практичних навичок і досвіду). Ці суперечності впливають на виконання норм і правил охорони праці, продуктивність праці, на рівень виробничого травматизму й професійних захворювань.

Щоб заходи з профілактики травматизму й професійних захворювань були ефективними, необхідно знати не тільки їх фактичні показники, а й виробничу обстановку та умови праці, які склалися на даному підприємстві.

Щоб зменшити моральну шкоду, яку завдає здоров'ю працюючих виробничий травматизм, а також з метою зниження матеріальних збитків, на підприємствах різної форми господарювання слід поліпшувати умови праці, без чого неможливо знизити рівень травматизму. Заходи профілактики передбачають конкретні завдання, терміни виконання, необхідні ресурси для їх реалізації та способи контролю за їх здійсненням.

Конкретні заходи по боротьбі з травматизмом і професійними захворюваннями розробляються на підставі їх аналізу та узгоджу-



ються з професійними спілками. Вони поділяються на технічні, санітарно-гігієнічні та організаційні.

Основними технічними заходами по забезпеченню безпечних умов праці є огороження небезпечних зон; комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів; встановлення засобів сигналізації та системи дистанційного управління; заміна небезпечного обладнання більш безпечним; вдосконалення органів управління машинами, що виключають помилкові операції; періодичні перевірки й випробування машин; вдосконалення колективних та індивідуальних засобів захисту працюючих.

Серед санітарно-гігієнічних заходів, залежно від умов виробництва, — облаштування вентиляційних систем; реконструкція і переобладнання місць відпочинку; модернізація природного й штучного освітлення; централізоване надходження питної води до робочих місць і т. ін.; забезпечення нормативних значень температури у виробничих приміщеннях; захист працюючих від холоду або шкідливого теплового випромінювання; заходи по боротьбі із шумом і вібрацією; заміна шкідливих речовин і матеріалів на нешкідливі або менш шкідливі; забезпечення чистоти робочих місць і т. ін.

До організаційних заходів належать такі: дотримання правил трудової і технологічної дисципліни, правил охорони праці, своєчасне проведення планово-запобіжних ремонтів, навчання працюючих безпечним прийомам і методам роботи; організація оздоровчих робіт; забезпечення працюючих нормативно-технічною документацією з питань охорони праці; громадський контроль за станом охорони праці й т. ін.

Розроблені заходи щодо профілактики виробничого травматизму й професійних захворювань включаються в колективні договори й повинні забезпечуватися технічною документацією, джерелами фінансування та матеріальними ресурсами.



## **Розділ 2** **ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ,** **ГІГІЄНИ ПРАЦІ** **ТА ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ**

### **2.1. Загальні положення**

#### **2.1.1. Фактори санітано-гігієнічних умов праці**

Сучасний етап історичного розвитку характеризується посиленним впливом виробничих та інших негативних чинників на гігієнічні показники й санітарний стан умов праці.

Подолання цих кризових явищ щодо запобігання професійним захворюванням та охорона здоров'я людей забезпечується системою соціально-економічних заходів. У здійсненні цього важливого завдання велику роль відіграє гігієна як профілактична наука та санітарія як її практичне втілення.

Гігієна — наука, що вивчає закономірності впливу оточуючого середовища на організм людини й суспільне здоров'я з метою обґрунтування гігієнічних нормативів, санітарних правил та заходів, реалізація яких забезпечує оптимальні умови для життєдіяльності, укріплення здоров'я та запобігання захворюванням.

Запобігання захворюванням, поліпшення умов праці та відпочинку здійснюється шляхом вдосконалення досягнень гігієнічної науки, гігієнічних нормативів та санітарно-гігієнічного законодавства.

Складовою частиною загальної гігієни є гігієна праці, предметом вивчення якої є:

- трудові процеси й певні зумовлені ними зміни в організмі;



- вплив на організм людини чинників виробничого середовища з метою усунення їх несприятливої дії на здоров'я людини;
- розробка гігієнічних нормативів.

Завдання санітарії (від лат. *sanitas* — здоров'я) — практичне втілення в життя гігієнічних нормативів, правил та заходів. Санітарія — це сукупність практичних заходів та засобів, що ґрунтуються на наукових досягненнях гігієни, спрямованих на поліпшення умов праці та побуту населення.

Отже, гігієна — це наука про збереження та поліпшення здоров'я людини, а санітарія — практична діяльність, за допомогою якої досягається поставлена мета.

Завдання санітарії полягає в практичному втіленні наукових гігієнічних положень та нормативів у виробничу, побутову та інші сфери існування людини, щоб «розвиток людини був найбільш досконалим, згасання життя — найменш швидким, життя — найбільш сильним, а смерть — найбільш віддаленою» (Е. А. Паркес) шляхом зміцнення здоров'я та зниження рівня загальної та професійної захворюваності.

Розділ охорони праці, що вивчає можливість впливу на працівників шкідливих виробничих чинників, які можуть призвести до професійних захворювань, називається виробничою санітарією.

Виробнича санітарія — це система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають дії шкідливих виробничих чинників на організм людини або зменшують її.

Система організаційних заходів передбачає правильну організацію праці на робочих місцях, дотримання відповідного режиму, організацію навчання та інструктажів з охорони праці, а також постійний контроль та нагляд за дотриманням санітарних норм і правил під час зберігання й застосування речовин і матеріалів, дотримання правил у процесі будівництва виробничих споруд та організації робочих місць.

Система технічних засобів спрямована на розробку та застосування спеціальних колективних та індивідуальних засобів захисту людей від шкідливих виробничих чинників.



Характер умов праці, санітарні особливості виробничих процесів відображаються на функціонуванні організму та його окремих систем.

Фактори, що визначають санітарно-гігієнічні умови праці, чинять постійний вплив на здоров'я людини через фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні чинники. Крім цього, на людину як на істоту соціальну безпосередньо впливає психогенний (інформативний) чинник — через засоби масової інформації, окреме слово або мову, звуки або музику, колір або зображення й т. ін.

У реальному житті ці чинники можуть впливати на організм людини одночасно або окремо, бути малопомітними або чинити суттєву дію — сприятливу або шкідливу — аж до смертельних наслідків. Характер впливу цих чинників на організм людини залежить від умов праці та побуту, навчання, виховання, харчування та всього того, що складає разом поняття санітарно-гігієнічного та соціально-економічного укладу суспільства.

Оптимізація чинників, що безпосередньо чинять ту чи іншу дію на організм людини, перебуває в прямій залежності від поліпшення соціально-економічних та санітарно-гігієнічних умов праці та побуту.

На виробництві для забезпечення сприятливих умов праці використовуються гігієнічні нормативи та санітарні рекомендації.

Гігієнічні нормативи — це визначений діапазон виробничого середовища, який є безпечним з точки зору збереження нормальної життєдіяльності та здоров'я людини.

Об'єкти гігієнічного нормування умовно можна поділити на дві групи.

До першої групи належать чинники антропогенного походження, здатні завдати шкоду організму людини, — тому вони не потрібні для нормальної життєдіяльності (виробничий шум, пил, вібрація, іонізуюче випромінювання й т. ін.).

До другої групи належать чинники природного середовища, що у відповідних межах необхідні для життєдіяльності, — мікроклімат, освітлення, сонячна радіація, ультрафіолетове опромінення й т. ін.



Абсолютно безпечним впливом виробничих чинників на організм людини вважають такий, що не завдає жодної шкоди в генетичному розумінні.

Шляхом гігієнічного нормування встановлюються гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих хімічних домішок у повітрі робочої зони (воді, ґрунті, продуктах харчування), гранично допустимі рівні (ГДР) і гранично допустимі дози (ГДД) шкідливо діючих на людину чинників, оптимальні й допустимі параметри мікроклімату, освітлення, опромінення і т. ін.

Гранично допустимим нормативом (ГДК, ГДР, ГДД) шкідливих виробничих чинників вважається такий, який при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин або іншої тривалості, але не більш як протягом 41 години на тиждень, упродовж усього робочого стажу не може викликати змін у стані здоров'я працівника або його нащадків.

Допустимі рівні, дози, концентрації шкідливих чинників встановлюються шляхом гігієнічного нормування й узагальнюються в соціальних документах, що називаються санітарними нормами. Санітарні норми використовуються при проектуванні та організації виробництва, контролі стану охорони праці на робочих місцях, проведенні паспортизації, впровадженні стандартів, а також при розробці конкретних заходів щодо нормалізації умов праці.

Оптимальні умови праці в будь-якій виробничій діяльності людини забезпечуються шляхом розробки санітарно-гігієнічних заходів. Впровадження санітарно-гігієнічних заходів у будь-яку сферу існування людини ґрунтується та забезпечується завдяки чинному законодавству.

### 2.1.2. Державне санітарне законодавство

Державне санітарне законодавство — це сукупність санітарних норм, правил, гігієнічних нормативів, які є обов'язковими для виконання документами, що визначають критерії безпеки та нешкідли-



вості для людини чинників середовища й вимоги щодо забезпечення оптимальних чи допустимих умов життєдіяльності.

У системі державного санітарного законодавства чільне місце посідає Закон «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (1994).

Цей Закон регулює суспільні відносини, що виникають у сфері забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, з метою охорони його здоров'я. Цей Закон визначає відповідні права й обов'язки державних органів, підприємств та громадян, встановлює порядок організації санітарно-епідеміологічної служби та державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Створення безпечних для здоров'я умов праці, навчання, відпочинку та діяльності людини забезпечує низький рівень захворюваності, відсутність шкідливого впливу на здоров'я населення чинників навколишнього середовища та умов для поширення інфекційних захворювань.

Відповідно до вищезгаданого Закону підприємства повинні розробляти санітарні та протиепідемічні заходи й здійснювати контроль за виконанням вимог санітарних нормативів щодо безпеки використання, зберігання або транспортування шкідливих для здоров'я речовин та матеріалів, а також за скидами, викидами, відходами та безпечністю готової продукції.

Небезпечні чинники фізичної, хімічної, біологічної природи потребують гігієнічної регламентації, яку здійснює Міністерство охорони здоров'я (МОЗ) з метою обмеження інтенсивності або тривалості їх дії на здоров'я людини.

Використання в народному господарстві та побуті будь-якого небезпечного чинника допускається лише тоді, коли він має сертифікат, що засвідчує його державну реєстрацію. Забезпечення санітарного благополуччя досягається також шляхом впровадження державної санітарно-гігієнічної експертизи.

Об'єктами державної санітарно-гігієнічної експертизи є проекти національних, регіональних, місцевих і галузевих програм соціально-економічного розвитку, документація, що стосується плану-



вання й забудови населених пунктів, проекти будівництва, нова техніка, технологія і все те, що може завдати шкоди здоров'ю людей.

Рішення про необхідність та періодичність проведення державної санітарно-гігієнічної експертизи приймає санітарно-епідеміологічна служба.

Складовою частиною санітарного законодавства є такі важливі документи, як санітарні норми, правила, методичні вказівки й рекомендації, положення та інструкції.

Ключовим у санітарному законодавстві є документ СН 245–71 «Санітарні норми проектування промислових підприємств», який нормує санітарні умови праці, санітарну класифікацію виробництв, допустимі рівні шкідливих виробничих чинників, вимоги до проектів, технологічних процесів, обладнання, виробничих будівель і споруд.

Важливими документами санітарного законодавства є «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» (ДСанПіН 173–96), «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» (ДСН 3.3.6.037–99), «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» (ДСН 3.3.6–039–99), «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» (ДСН 3.3.6–042–99), «Санітарні правила організації технологічних процесів і гігієнічні вимоги до виробничого обладнання» та ін.

Вимоги, що містяться в санітарних нормах і правилах, конкретизовані в методичних вказівках, рекомендаціях та інструкціях, які видає Міністерство охорони здоров'я.

Крім основних державних документів санітарного законодавства, об'єкти господарювання повинні дотримуватися санітарних норм та правил галузевого і відомчого призначення, інструкцій і наказів МОЗ.

Важливим документом санітарного законодавства є БНіП для всіх видів промислового, комунального та іншого будівництва, а також Державні стандарти України (ДСТУ), Державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП), Міжнародні стандарти Системи стандартів безпеки праці (ГОСТ ССБТ), у яких поряд з технічними умовами є санітарні вимоги, що являють собою частку загальнодержавного санітарного законодавства.





### 2.1.3. Санітарно-епідеміологічний нагляд і його роль у профілактиці професійних захворювань

Профілактика захворювань має давнє коріння й сягає часів Гіппократа. У недалекому минулому завдання профілактики не завжди співпадало з інтересами держави. У ті часи лікували хворих, сумували за померлими й мало що робили для того, щоб попередити захворювання та передчасну смерть.

Нині держава має кваліфіковані санітарні служби та кадри спеціалістів санітарно-гігієнічної справи, які у повній мірі можуть реалізувати ідею профілактики професійних захворювань.

Для профілактики захворювань, розробки гігієнічних нормативів і санітарних правил, а також для контролю за їх дотриманням у системі МОЗ створено органи санітарно-епідеміологічної служби.

Основною установою санітарно-епідеміологічної служби є санітарно-епідеміологічні станції (СЕС) обласного, міського та районного типу, які здійснюють усі види санітарної та протиепідеміологічної діяльності на територіях, які обслуговують.

Основні напрямки роботи СЕС визначає Положення про державний санітарний нагляд.

Державну санітарно-епідеміологічну службу України очолює головний державний санітарний лікар, а в районі, місті ці служби очолюють головні санітарні лікарі відповідних адміністративних територій.

Санітарно-епідеміологічні служби здійснюють державний санітарно-епідеміологічний нагляд, визначають пріоритетні заходи щодо профілактики захворювань та охорони здоров'я населення від шкідливого впливу чинників навколишнього середовища. Вони докладають багато зусиль для усунення причин та умов виникнення захворювань, отруєнь і радіаційних уражень людей, а також здійснюють облік професійних захворювань та отруєнь.

Основним завданням державного санітарного нагляду щодо гігієни праці є контроль за дотриманням санітарного законодавства

під час проектування, будівництва та експлуатації промислових підприємств та інших об'єктів виробничої діяльності населення.

Посадові особи органів державного санітарного нагляду мають право безперешкодно входити на всі об'єкти нагляду, надавати обов'язкові для виконання вказівки щодо усунення виявлених порушень санітарних нормативів. У разі порушення санітарного законодавства посадові особи органів державного санітарного нагляду мають право вживати таких заходів:

- а) обмежувати, забороняти чи припиняти діяльність об'єктів будь-якого призначення;
- б) забороняти чи призупиняти будівництво та реконструкцію об'єктів за проектами, що не мають позитивної санітарної експертизи;
- в) обмежувати, зупиняти або забороняти викиди шкідливих речовин за умови порушення санітарних нормативів;
- г) вносити подання про відсторонення від роботи осіб, які порушують санітарне законодавство.

За відмову надати необхідні документи або порушення чинного санітарного законодавства санітарні органи мають право притягати винних осіб до відповідальності.

Практична діяльність органів санітарного державного нагляду здійснюється у вигляді двох універсальних форм роботи — запобіжного й поточного санітарного нагляду.

Запобіжний державний санітарний нагляд є найбільш ефективним у попередженні шкідливої дії чинників виробничого середовища на організм людини. Він полягає в здійсненні контролю за дотриманням санітарних правил і гігієнічних нормативів під час проектування, будівництва, реконструкції та введення в експлуатацію промислових об'єктів або визначення земельних ділянок для їх розміщення. При відведенні земельних ділянок звертається увага на рельєф місцевості, висоту стояння ґрунтових вод, розу вітрів та ін. У кожному конкретному випадку визначається розмір санітарно-захисної зони, оцінюється небезпека забруднення ґрунтових,



міжпластових вод і вод відкритих водойм, а також повітряного басейну.

Заключним етапом запобіжного санітарного нагляду є санітарне обстеження збудованого об'єкта, дотримання проектних положень перед введенням його в експлуатацію.

Поточний санітарний нагляд відрізняється від запобіжного тим, що здійснюється вже на збудованих промислових об'єктах у стадії їх експлуатації. Його завдання полягає в тому, щоб контролювати дотримання санітарного законодавства на діючих підприємствах.

Мета поточного санітарного нагляду зводиться до планомірного вивчення умов праці та їх впливу на захворювання працівників, своєчасність проведення обов'язкових медичних оглядів та розслідування причин професійних захворювань, отруєнь і т. ін.

Метою поточного санітарного обстеження об'єктів, що функціонують, є перевірка виконання санітарних умов і приписів органів санітарного нагляду, а також контроль за дотриманням санітарного режиму і функціонуванням санітарно-технічних споруд.

У разі появи інфекційних захворювань, отруєнь або при виведенні з ладу санітарно-технічних споруд чи устаткування санітарні служби здійснюють позапланові експертні перевірки об'єктів.

Відповідальним етапом поточного санітарного нагляду є систематичне вивчення здоров'я працюючих як інтегрального показника впливу умов праці на організм людини. Тільки шляхом вивчення стану здоров'я працюючих у конкретних умовах предметної діяльності можна виявити негативні чинники виробничого середовища, дати їм гігієнічну оцінку й розробити способи усунення або послаблення їх негативного впливу.

Про факти грубого порушення об'єктами господарювання санітарного законодавства органи державного нагляду повинні повідомити місцеві органи влади й поставити питання про накладання на винних осіб дисциплінарних або інших стягнень.



#### 2.1.4. Відповідальність за порушення санітарного законодавства

Чинне законодавство в галузі гігієни праці передбачає відшкодування збитків, яких завдано здоров'ю працівника внаслідок порушення санітарних нормативів та правил.

За грубе порушення санітарного законодавства винні посадові особи притягуються до дисциплінарної, адміністративної, цивільно-правової та кримінальної відповідальності.

На посадових осіб, винних у вчиненні санітарних правопорушень, в адміністративному порядку може накладатися штраф у розмірі від шести до двадцяти п'яти мінімальних заробітних плат; на громадян накладається штраф у розмірі від однієї до двадцяти мінімальних заробітних плат.

Підприємства, які порушують санітарне законодавство під час розробки проектної документації, сплачують штраф у розмірі 25 % вартості розробки, а за реалізацію забороненої продукції штраф сплачується в розмірі 100 % вартості реалізованої продукції. За виготовлення продукції, яка не відповідає санітарним нормам і є небезпечною для життя й здоров'я людей, підприємство сплачує штраф у розмірі 100 % вартості випущеної продукції.

Постанови про адміністративну відповідальність та застосування фінансової санкції виносяться на підставі протоколу про порушення санітарних норм і є обов'язковими для виконання.

Підприємства, які порушили санітарне законодавство, що призвело до захворювань, отруєнь, радіаційних уражень, тривалої або тимчасової втрати працездатності, інвалідності чи смерті людей, зобов'язані відшкодувати збитки потерпілим, а також компенсувати додаткові витрати на проведення санітарних та протиепідемічних заходів і витрати лікувально-профілактичних закладів на надання медичної допомоги.

Відповідно до Закону «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» діяння проти здоров'я людей, вчинені внаслідок порушення санітарного законодавства, тягнуть за собою кримінальну відповідальність згідно із ст. 49 Кримінального кодексу.



### 2.1.5. Загальні відомості про умови та фізіологію праці

Масштаби діяльності держави щодо умов праці визначаються рівнем розвитку продуктивних сил і домінуючими в суспільстві виробничими відносинами.

Умови праці — це сукупність чинників виробничого середовища, що впливають на здоров'я та працездатність людини в процесі праці.

За більш повним визначенням умови праці — це складне суспільне явище, яке формується під впливом соціально-економічних, технічних, організаційних і природних чинників, які впливають на здоров'я, працездатність людини, її ставлення до праці та якість життя.

Чинники, що формують умови праці будь-якого виробництва, умовно можна поділити на чотири групи:

- санітарно-гігієнічні елементи зовнішнього середовища: мікроклімат, шум, механічні коливання, випромінювання, освітлення й т. ін. Усі ці чинники мають конкретні, точно фіксовані рівні та значення;
- психофізіологічні елементи: робоча поза, фізичні та нервово-психологічні навантаження. Для більшості їх ще не існує загальних стандартних одиниць вимірювання;
- естетичні елементи: естетичне оформлення робочого місця, знарядь та засобів праці й т. ін. Показники рівня цих чинників оцінюються за допомогою різних експертних оцінок;
- соціально-психологічні елементи визначають характер умов праці — тривалість робочого часу, режим праці та відпочинку, пільги та компенсації за роботу, пов'язану з дією шкідливих чинників, і все те, що створює певний психологічний клімат, у якому відбувається трудовий процес. Ці елементи оцінюються за допомогою соціальних досліджень.

Оцінка умов праці повинна включати сукупну дію всіх елементів виробничого середовища на організм та інтегрувати в єдиному показнику весь характер їх впливу, який може відчувати

людина в процесі предметної діяльності. Із цією метою необхідно зробити аналіз умов праці в рамках кожного структурного підрозділу підприємства, щоб вивчити вплив конкретного трудового процесу на стан здоров'я і працездатність робітників і розробити систему профілактичних заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці.

В умовах праці існує суттєва різниця в межах навіть одного промислового підприємства, коли поряд з роботами, які здійснюються в сприятливих умовах, є ділянки, де виконується важка фізична праця під дією шкідливих для здоров'я чинників виробничого середовища.

В історичному аспекті розвитку предметної діяльності людини можна виділити ручну, механізовану та автоматизовану стадії праці.

З кінця XIX століття, коли людина ще користувалася переважно тільки м'язовою силою, учені намагалися створити основи класифікації умов праці й знайти єдиний критерій оцінки робіт залежно від їх важкості.

Головна увага при цьому приділялася енергетичним компонентам трудового процесу, і єдиним виміром важкості праці була кількість витраченої енергії, що вимірювалася калоріями. Такий підхід був доречним при оцінці робіт, що виконувалися вручну зі значними м'язовими зусиллями. Але він є недостатнім в умовах механізованого та автоматизованого виробництва або при конвеєрній організації праці.

На початку XX століття з появою нових видів техніки виникла потреба враховувати психологічні можливості людини, зокрема швидкість реакції, особливості пам'яті та уваги, емоційний та стресовий стан і т. ін.

У процесі впровадження автоматизованих систем управління, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, пов'язаних з комп'ютеризацією, роботизацією та операторською діяльністю, з одного боку, розширилися можливості людини, а з іншого, значно змінилися вимоги до її діяльності.



В умовах сучасного виробництва значно зменшилася кількість фізичних операцій, пов'язаних з ручною працею, а збільшилася потреба у висококваліфікованій розумовій праці. При цьому значно ускладнилася проблема узгодження умов праці, конструктивних особливостей машини та обладнання із психологічними та фізіологічними можливостями людини.

Отже, ручні, механізовані та автоматизовані види предметної діяльності відрізняються між собою як величиною фізичних навантажень, так і нервово-емоційним напруженням, що безпосередньо впливає на фізичні та психічні можливості організму людини.

Нині виробнича діяльність людини відбувається в складних ергатичних системах, в нових виробничих умовах, тому вона має стати об'єктом дослідження з метою виявлення шкідливих чинників, характерних для конкретного виробничого процесу.

Якщо виробничі процеси відбуваються без впливу шкідливих чинників, такі умови праці вважаються комфортними. За таких умов усі елементи виробничого середовища перебувають у певній гармонії з фізіологією людини.

Якщо вплив виробничих чинників відбувається в межах норм або ж один із елементів трохи перевищує встановлені норми, — умови вважаються допустимими; якщо вплив вищий за норму — умови несприятливі.

Розрізняють ще нестерпні умови, за яких людський організм існувати не може, тому для праці в таких умовах людину потрібно ізолювати від небезпечного середовища. Цього можна досягти за допомогою різних технічних засобів шляхом автоматизації, роботизації, дистанційного управління, герметизації й т. ін.

### 2.1.6. Вплив характеру праці на функціонування організму

З фізіологічної точки зору праця є функцією організму людини, що здійснює трудову діяльність завдяки витраті енергії мозку, нервів та м'язів.

З точки зору фізіології праці важливе значення має вивчення протікання психічних та фізіологічних процесів під час трудової діяльності, яка умовно поділяється на фізичну та розумову.

Фізична діяльність пов'язана в основному з роботою м'язів, до яких посилено припливає кров, що забезпечує надходження кисню та вилучення продуктів окислення. Цьому сприяє активна робота серця та органів дихання. При цьому відбувається витрата енергії. За величиною загальних енерговитрат організму фізична робота поділяється на три категорії:

- *легка* – під час виконання такої роботи людина витрачає до 150 ккал/год (професії сфери управління, зв'язку, контролери, майстри та ін.);
- *середньої тяжкості* – під час виконання такої роботи людина постійно рухається, пересуває вантажі масою до 10 кг та має помірне фізичне напруження, витрачаючи 151–250 ккал/год (машинобудування, металозбірні цехи, ткацькі виробництва та ін.);
- *важка* – під час виконання такої роботи людина витрачає 251–300 ккал/год. Сюди належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням вантажів вагою понад 10 кг (гірничодобувні підприємства, металургійні, будівництво, а також робота водіїв та ін.)

Фізична праця має статичний та динамічний характер. Перенесення фізичних навантажень під час статичної роботи залежить від функціонального стану тих чи інших задіяних у праці м'язових груп, а під час динамічної — ще й від ефективного функціонування серцево-судинної і дихальної систем та їх взаємодії з іншими органами.

Під час статичної роботи підвищується обмін речовин, збільшуються енергетичні витрати, однак у меншій мірі, ніж під час динамічної роботи. Унаслідок довготривалого статичного напруження м'язів та відсутності умов для кровообігу статична робота стає причиною вираженої втоми. Тому довготривала наявність певного вогнища збудження в корі головного мозку від статично напруженої групи м'язів швидко призводить до розвитку втоми.



Динамічна робота пов'язана з переміщенням тіла людини чи окремих її органів у просторі. Енергія, яка витрачається під час динамічної роботи, перетворюється на механічну та теплову. Динамічні зусилля мають циклічний характер, унаслідок чого скорочення м'язів через деякий відрізок часу чергується з їх відпочинком. Такий ритмічний характер роботи м'язів сприяє повноцінному кровопостачанню, унаслідок чого вони менше втомлюються, ніж при статичній роботі.

Розумова діяльність людини визначається в основному участю у трудовому процесі центральної нервової системи та органів чуття.

Фізіологічні особливості розумової праці полягають у тому, що при роботі мозок виконує не тільки координаційні функції, а є основним працюючим органом. Під час розумової праці ускладнюється сприймання інформації, виникають нові функціональні зв'язки, нові умовні рефлекси, зростає роль уваги, пам'яті, напруження зорового та слухового аналізаторів. Порівняно з фізичною працею при окремих видах розумової діяльності напруженість органів чуття зростає в 5–10 разів (викладачі, конструктори, оператори та ін.), що зумовлює більш жорсткі вимоги щодо рівнів шуму, вібрації, освітленості і т. ін.

Для розумової праці характерна мала рухливість, вимушена одноманітна поза, що послаблює обмінні процеси й зумовлює застійні явища в м'язах ніг та окремих органах й погане постачання мозку киснем. Мозок становить лише 1,2–1,5 % маси тіла, але споживає понад 20 % його енергетичних ресурсів. Приплив крові до працюючого мозку збільшується в 10 разів порівняно зі станом спокою.

При розумовій праці погіршується гострота зору, стійкість ясного бачення, збільшується час зорової моторної реакції та ступінь напруження уваги. Формальне завершення робочого дня не призводить до припинення професійно спрямованої розумової діяльності, що викликає стан втоми, а при її накопиченні — перевтоми.

Втома — це сукупність тимчасових змін у фізіологічному та психологічному стані людини внаслідок реакції центральної нервової системи людини на фізичну або розумову працю.



Втома призводить до зниження працездатності, рівня захисних реакцій організму та погіршення кількісних і якісних показників діяльності. Втома є захисною реакцією організму, спрямованою проти виснаження функціонального потенціалу людини.

Втома створює гострий конфлікт між вимогами до роботи та зменшеними можливостями людини. Щоб вирішити цей конфлікт, людина змушена мобілізувати внутрішні ресурси та перейти на більш високий енергетичний рівень функціонування.

Залежно від характеру предметної діяльності втома буває фізичною, розумовою та емоційною.

У стані втоми знижується ступінь автоматизму напрацьованих навичок, порушується точність та координація рухів, послаблюється воля, рішучість, контроль за діями, що може призвести до помилок. Поява незначних помилок та мимовільних думок, не пов'язаних з виконанням роботи, сонливість удень і безсоння вночі є основними ознаками втоми. Після відпочинку втома зникає, а працездатність поновлюється. Якщо відчуття втоми після відпочинку не минає, то це свідчить про початок перевтоми.

Втома для людини — це нормальний природний стан, який усувається після одноразового відпочинку, а перевтома — це патологічний стан, який звичайним відпочинком зняти не вдається. Перевтома виникає як наслідок хронічного перевантаження, коли втома від попередніх днів предметної діяльності накопичується. Для зняття перевтоми необхідне медичне втручання, тому важливо, щоб втома, яка накопичується, не перейшла в перевтому, бо це може призвести до патологічних змін в організмі, виснаження центральної нервової системи та інших тяжких наслідків.

### 2.1.7. Оцінка умов праці

Загальна оцінка умов праці базується на аналізі чинників виробничого середовища для конкретного трудового процесу.



Трудовий процес визначається показниками важкості та напруженості праці. Під терміном «важкість праці» розуміють ступінь залучення до роботи м'язів та фізіологічні витрати внаслідок фізичних навантажень.

Напруженість праці відображає навантаження на центральну нервову систему та оцінюється за показниками, що характеризують інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, монотонність, динамічність та інші режими праці.

Організм людини неоднаково реагує на вплив різноманітних умов та режимів праці. Однакові за тяжкістю зрушення в організмі можуть бути обумовлені різними причинами. В одних випадках причиною зрушень можуть бути будь-які шкідливі чинники виробничого середовища, в інших — надмірне фізичне чи розумове навантаження або дефіцит рухів при підвищеному нервово-емоційному напруженні й т. ін. Однак усіх їх об'єднує один і той же наслідок — безпосередня, поточна або віддалена в часі зміна функціонального стану організму людини як реакція на дію сукупних елементів праці.

Отже, важкість та напруженість праці — це ступінь сукупної дії всіх елементів (санітарно-гігієнічних, психофізіологічних, естетичних, соціально-психологічних), що становлять умови праці й впливають на працездатність людини, її здоров'я, життєдіяльність та відновлення сил.

Поняття «важкість праці» однаково може застосовуватися як щодо фізичної, так і щодо розумової праці, а також до тих видів роботи, що виконуються в шкідливих або небезпечних умовах. Отже, важкість праці — це функціональне напруження організму та його окремих систем під дією фізичних або психічних (нервово-емоційних) навантажень чи інших елементів умов праці.

Функціональні зміни в організмі та його окремих системах можуть формуватися безпосередньо протягом однієї зміни, тижня або більш віддаленого періоду праці. Ступінь цих змін залежить від умов праці.

При сприятливих, здорових та безпечних умовах праці як наслідок тренуваності поліпшуються функціональні можливості організ-



му, підвищується працездатність та продуктивність праці, зберігається та поліпшується здоров'я і функціональні здібності людини.

При несприятливих умовах праці підвищується виробнича втома або перевтома, що призводить до зниження продуктивності праці, а також до виникнення захворювання або виробничого травматизму. Як наслідок несприятливих умов праці, з часом розвиваються професійні або виробничо-обумовлені хронічні захворювання.

Якісно відмінних функціональних станів організму і його систем під час трудових процесів відомо три:

- нормальний;
- пограничний (між нормою та патологією);
- патологічний.

Якісна і кількісна характеристика результатів предметної діяльності та фізіологічні показники здоров'я залежать від функціонального стану людини в даний момент.

Суттєвою особливістю вищезгаданих функціональних станів організму є те, що вони можуть проявлятися при самих різних видах як фізичної, так і розумової праці в несприятливих умовах. Під впливом різноманітних виробничих чинників у людини може сформуватися лише один з трьох вказаних функціональних станів. Тому до них звертаються, щоб встановити категорії важкості праці.

Медико-фізіологічними дослідженнями обґрунтовано шість категорій важкості (тяжкості) праці.

До I категорії важкості праці відносяться роботи, що виконуються в оптимальних умовах виробничого середовища при сприятливій величині фізичного, розумового й нервово-емоційного навантаження. Такі умови підвищують тренуваність організму, і людина зберігає здоров'я і високу працездатність.

До II категорії важкості праці відносяться роботи, що виконуються в умовах, які відповідають гігієнічним нормативам. У практично здорових людей не виникає значної втоми або відхилень у стані здоров'я, пов'язаних з професійною діяльністю.



До III категорії відносяться роботи, під час яких підвищені м'язові, психічні та нервово-емоційні навантаження в практично здорових людей формують реакції, характерні для пограничного стану організму, коли погіршуються як фізіологічні, так і техніко-економічні показники.

До IV категорії важкості праці відносяться роботи, які за несприятливих умов призводять до реакцій, характерних для більш глибокого пограничного стану в практично здорових людей. Більшість фізіологічних показників погіршується вже в момент трудової діяльності, можуть виникати професійні хвороби. Підтримка працездатності відбувається за рахунок перенапруги, що веде до порушення функціонування організму та його окремих систем.

До V категорії важкості праці відносяться роботи, під час яких у кінці зміни (тижня) формуються реакції, характерні для патологічного функціонування організму. У практично здорових людей спостерігаються реакції з боку вищої нервової діяльності. Для цієї категорії важкості праці характерна наявність виробничо-обумовленого та професійного захворювання.

До VI категорії важкості праці відносяться роботи, під час яких унаслідок надмірних перевантажень, стресових психічних ситуацій виникають гострі патологічні реакції, що нерідко призводять до тяжких порушень функціонування організму або життєво важливих органів та його систем.

У більшості працюючих патологічні реакції зникають після повноцінного відпочинку. Однак у деяких людей з різних причин патологічні реакції з часом можуть стабілізуватися й перейти у професійне захворювання.

Адекватною оцінкою конкретних умов праці має бути розробка та впровадження комплексу санітарно-гігієнічних заходів і технічних засобів з профілактики професійних захворювань.

## 2.2. Повітряне середовище та його роль у створенні сприятливих умов праці

### 2.2.1. Повітря робочої зони

Найважливішу роль серед параметрів навколишнього середовища, що постійно й безперервно діють на організм людини, відіграє повітря робочої зони. Повітря — це основний чинник, що забезпечує життєдіяльність людини в усіх сферах її перебування.

Залежно від хімічного складу повітря, його фізичних та інших властивостей, а також наявності патогенних мікроорганізмів повітряне середовище може бути сприятливим, несприятливим або навіть небезпечним.

Одиниця об'єму чистого атмосферного повітря містить у собі такі компоненти: азот (78,08 %), кисень (20,94 %), вуглекислий газ (0,04 %), аргон та інші інертні гази (0,94 %), водяну пару. При такому складі повітря організм людини перебуває в нормальному фізіологічному стані.

Доросла людина протягом доби вдихає 15–20 м<sup>3</sup> повітря. Вдихання чистого атмосферного повітря супроводжується поглинанням кисню й виділенням вуглекислого газу. Дорослій людині, яка перебуває в стані спокою, потрібно близько 350 мл кисню на хвилину. Під час виконання певної роботи, коли зростає м'язова діяльність, потреба організму в кисні зростає.

У виробничому середовищі робочої зони, де перебувають люди, вміст кисню повинен становити не менш як 20 % за об'ємом. Зниження вмісту кисню до 16–18 %, особливо під час фізичної праці, викликає серцебиття, задишку; продуктивність праці різко падає. При вмісті кисню 12–15 % уже неможливо виконувати фізичну працю, дуже скоро настає явище ядухи, а при 9 % настає запаморочення й смерть від кисневого голодування (аноксемія).

Гігієнічний стан виробничих приміщень оцінюють за вмістом вуглекислого газу в повітрі.



Встановлено, що доросла людина протягом 1 години виділяє близько 22–23 л вуглекислого газу. Вуглекислий газ, що знаходиться в повітрі в незначних кількостях, відіграє роль фізіологічного стимулятора дихання, але в значних кількостях може викликати навіть смерть. Вміст вуглекислого газу в робочій зоні не повинен перевищувати 0,5 % за об'ємом. Токсичну дію на організм людини вуглекислий газ чинить лише у великих концентраціях. При вмісті вуглекислого газу 10 % і вище людина може знепритомніти, а при концентрації його 20 % і вище людині загрожує смерть від ядухи внаслідок порушення окислювально-відновлювальних процесів і накопичення вуглекислоти в крові. Кров унаслідок надлишку вуглекислоти не в змозі прийняти її з тканин, що призводить до інтоксикації.

На пожежах, під час проведення вибухових робіт, при роботі двигунів внутрішнього згоряння в атмосферне повітря надходить оксид вуглицю, дуже небезпечний для людини. В організмі людини оксид вуглецю поглинається гемоглобіном крові в 250–300 разів сильніше, ніж кисень. При цьому в крові утворюється стійка сполука — карбоксигемоглобін, унаслідок чого деяка частина крові перестає виконувати свої функції, що призводить до різкого кисневого голодування, а при сильному насиченні крові оксидами вуглецю настає смерть людини. Допустимий вміст оксиду вуглецю в повітрі — 20 мг/м<sup>3</sup>, або 0,0016 % від об'єму повітря. Довгочасне перебування людини в атмосфері, що вміщує 0,01 % оксиду вуглецю, призводить до хронічного отруєння, а при 0,12 % — до втрати свідомості, паралічу дихання й смерті. При вмісті 1 % оксидів вуглецю людині досить кілька разів вдихнути повітря, щоб втратити свідомість.

Основною складовою частиною атмосферного повітря є азот. Він розчиняє кисень в атмосферному повітрі, знижує його токсичну дію на організм людини при надмірному парціальному тиску кисню. Азот належить до інертних газів, не підтримує дихання й горіння. В атмосфері азоту життя неможливе. При нормальному тиску призначення азоту, як і інших інертних газів, зводиться до розбавлення



кисню, бо дихання чистим киснем призводить до незворотних змін в організмі. Наявність азоту до відповідної межі зменшує токсичну дію надлишкового парціального кисню.

В умовах підвищеного тиску азот поводить, як наркотична отрута. Наркотична дія азоту проявляється збудженням, сплутаністю думок, а іноді галюцинаціями і втратою свідомості.

Азот за звичайних температур малоактивний, а за високих — має властивість частково окислюватись. Під час вибухових робіт в атмосферне повітря надходить оксид азоту. Його отруйна дія на організм людини проявляється в набуханні легенів унаслідок опіку легеневої тканини. Хронічне отруєння оксидами азоту спостерігається у вигляді подразнення слизової оболонки носоглотки й бронхів. Гранично допустимі концентрації діоксидів азоту дуже малі і становлять 0,0001 %, або 5 мг/м<sup>3</sup>.

Крім основних складових частин, атмосферне повітря містить інші гази, що є результатом природних процесів, які відбуваються на поверхні Землі і в атмосфері.

Отже, хімічний склад повітря робочої зони не є постійним — він змінюється від надходження у виробниче середовище різних за хімічним складом газів у процесі роботи машин, механізмів, технологічного обладнання. Залежно від наявності тих чи інших газів їх концентрації в повітрі робочої зони можуть зумовити негативні зміни у функціонуванні організму людини та його окремих систем.

Повітряне середовище стає сприятливим при досягненні в робочій зоні відповідної чистоти та нормальних метеорологічних показників.

Створення сприятливого повітряного середовища в робочій зоні є однією з основних умов здорової та продуктивної праці.

### 2.2.2. Метеорологічні чинники та їх вплив на організм

Серед виробничих чинників суттєвий вплив на організм та працездатність людини здійснюють метеорологічні умови, або мікроклімат.





Мікроклімат (від грецьк. *mikros* — малий) — це особливості клімату, властиві закритим приміщенням, незначним ділянкам земної поверхні (галявина, ліс, долина й т. ін.).

Мікроклімат виробничих приміщень — це насамперед діюче на організм людини поєднання температури, вологості й швидкості руху повітря, а також температури навколишніх поверхонь. Виробничий мікроклімат залежить від особливостей приміщення, його призначення, часу дня й року, кліматопогодних умов та ефективності засобів щодо його нормалізації.

Якщо робота виконується на відкритому повітрі, метеорологічні умови визначаються кліматичним поясом і порою року, однак і в цих випадках у робочій зоні також створюється відповідний мікроклімат.

В умовах виробництва переважають окремі елементи мікроклімату: висока або низька температура чи вологість повітря, швидкий або повільний його рух, інтенсивна інфрачервона радіація або різноманітне їх поєднання.

Залежно від того, який компонент мікроклімату переважає, виробництва бувають:

- переважно з конвекційним мікрокліматом;
- переважно з радіаційним мікрокліматом;
- з підвищеною вологістю, яка поєднується з високою або низькою температурою.

Отже, формування мікроклімату в робочій зоні визначається, з одного боку, характером виробничих процесів, з іншого — природними джерелами теплоти й вологості, що дає ефект нагрівання або охолодження організму.

#### Вплив температури повітря на теплообмінні процеси

Людина володіє складним комплексом реакцій на будь-які зміни погоди чи мікроклімату виробничого середовища. Це дає змогу людині регулювати життєві процеси та фізіологічні функції навіть при значних коливаннях температури повітря.



Температура повітря є одним з провідних чинників, що визначають мікроклімат виробничого середовища. Людина, як і всі гомойотермні істоти, має здатність регулювати процеси теплоутворення й тепловитрат організму. Теплообмінні процеси організму регулюються терморегуляційними центрами й корою головного мозку.

Тепло чи холод людина спочатку сприймає нервовими закінченнями — терморецепторами, розташованими в шкірі (250 000 холодових і 30 000 теплових). Від терморецепторів сигнали йдуть до центрів терморегуляції, що призводить до зміни тепловіддачі організму, яка або збільшується (при жаркому мікрокліматі), або зменшується при холодному. Отже, мікроклімат значною мірою впливає на важливу фізіологічну функцію організму — терморегуляцію.

Терморегуляція — це сукупність процесів, які забезпечують термообмін між організмом і навколишнім середовищем та зберігають температуру тіла майже на постійному рівні незалежно від температури зовнішнього повітря. Завдяки терморегуляції в організмі підтримується постійна температура. Стійкість температури тіла зберігається в тих випадках, коли кількість тепла, що утворюється в організмі й надходить до нього ззовні, відповідає кількості тепла, що віддається людиною в навколишнє середовище.

Звичайна температура тіла буває в межах 36,4–37,0 — саме при такій температурі найефективніше протікають усі життєво необхідні процеси. Отже, організм людини як теплокровної істоти підтримує постійну температуру навіть тоді, коли значно змінюється температура навколишнього середовища.

Тепловідчуття людини є суб'єктивно вираженою реакцією організму на термічні подразники й підтримуються шляхом зрівноваження процесів хімічної та фізичної терморегуляції.

Хімічна терморегуляція визначається здатністю організму змінювати інтенсивність обмінних процесів при вживанні їжі, підвищеному обміні речовин і надходженні теплоти ззовні за рахунок променевої енергії Сонця, нагрітих предметів та ін.



Зберігати постійну температуру тіла людині допомагає фізична терморегуляція. Вона відбувається за рахунок конвекції, радіації (випромінювання) та випаровування поту. За нормальних умов 30 % тепла організм віддає шляхом конвекції, 45 % — через радіацію і 25 % — завдяки випаровуванню поту.

Втрата теплоти внаслідок потовиділення відбувається при переході води з рідкого в пароподібний стан. Найбільшу кількість теплоти організм втрачає з повітрям, яке людина видихає, та фізіологічними відправленнями. Така тепловіддача здійснюється з поверхні шкіри, слизових оболонок, дихальних шляхів унаслідок різниці напруги водяних парів на них і в повітрі.

Тепловіддача шляхом потовиділення є величиною, що завжди має знак мінус, тобто людина віддає теплову енергію на випаровування поту.

Випаровування поту гальмує або зовсім припиняє подальше нагрівання тіла. І чим вища температура навколишнього повітря, тим інтенсивніше відбувається віддача тепла потом. Під час виконання важкої фізичної праці буває таке потіння, що піт не встигає випаровуватися і стікає краплинами. Така втрата вологи шкідлива для організму, бо порушуються його функції внаслідок збіднення клітин водою і втрати солей натрію, калію, кальцію, фосфору й цілого ряду важливих для життя мікроелементів.

Втрата тепла шляхом радіації відбувається за рахунок різниці температури поверхні тіла людини й предметів, що її оточують. Якщо навколишні предмети мають таку ж температуру, що і поверхня тіла людини, організм віддає стільки променевої теплоти, скільки приймає її від цих предметів. При цьому радіаційний баланс дорівнює нулю. Якщо ж температура предметів, що оточують людину, вища за температуру її тіла, людина отримує тепло в більшій кількості, ніж випромінює сама (позитивний радіаційний баланс). Від'ємний радіаційний баланс створюється за умов, коли людина віддає більше теплоти, ніж отримує від навколишніх предметів.

Тепловіддача способом конвекції цілком залежить від різниці між температурою повітря і тіла, а також від швидкості його руху. При більшій рухомості та низькій температурі повітря збільшується тепловіддача організму, що може призвести до охолодження. Якщо підвищувати температуру повітря, то при відповідному русі його тепловіддача буде забезпечувати нормальний тепловий стан організму. Подальше підвищення температури рухомого повітря (понад 30 °C) не призведе до збільшення тепловіддачі. Навпаки, потік гарячого повітря буде нагрівати тіло, і організм почне перегріватися.

Отже, за високих температур повітря організм віддає теплоту за допомогою потовиділення, а за низьких тепловіддача здійснюється в основному шляхом конвекції і радіації.

Однак зусиллями самого організму не завжди можна утримувати рівновагу між температурою зовнішнього середовища й температурою тіла. Здатність організму зберігати рівновагу при перепадах температури навколишнього середовища має свою межу і визначає стан теплового балансу.

Тепловий баланс — це кількісне співвідношення виробленої людиною теплоти завдяки хімічній терморегуляції і загубленої теплоти внаслідок фізичної терморегуляції.

Тепловий баланс організму може бути позитивним (перегрівання організму), від'ємним (охолодження) і нульовим, якщо надходження і витрата тепла збалансовані і воно не накопичується.

### **Вплив вологості, рухомості й тиску повітря на організм**

У процесах теплообміну організму з навколишнім середовищем істотну роль відіграє вологість повітря. Вологість повітря характеризує ступінь його насичення водяною парою. Одну і ту саму температуру повітря залежно від ступеня його вологості людина відчуває по-різному.

Інтенсивність випаровування поту зі шкіри людини залежить від відносної вологості повітря.



Відносна вологість — це процент насичення повітря водяними парами в момент спостереження, який визначається відношенням абсолютної вологості до максимальної.

Відносна вологість має велике значення як у гігієнічному, так і в технічному відношенні; вона характеризує процеси сорбції, тобто поглинання вологи пористими, гігроскопічними матеріалами, які перебувають у контакті з повітряним середовищем, а також визначає конденсацію вологи як у повітрі, так і на огорожуючих конструкціях.

Чим більший дефіцит вологості, тим сухіше повітря, тим більшу кількість водяної пари воно може поглинути і тим інтенсивнішою буде віддача теплоти шляхом випаровування поту. Тому високу й низьку температуру середовища людина переносить легше, коли повітря сухе, а не вологе.

Сухе повітря за всіх обставин переноситься краще, ніж вологе. Неприятливий вплив сухого повітря проявляється тільки в разі крайнього ступеня сухості (менше 20 %). На слизових оболонках виникають тріщини, які легко інфікуються, що призводить до запальних процесів. Негативна дія сухого повітря посилюється при його великій рухомості. Тому залежно від температурного режиму рух повітряних мас має свої позитивні та від'ємні сторони. Велика рухомість повітря при низьких температурах викликає неприємне відчуття холоду. Недостатній рух повітря за високої температури створює тяжке відчуття жару. Отже, залежно від температури повітря швидкість його руху по-різному впливає на тепловий стан організму.

У жаркий період року рухомість повітря полегшує процес терморегуляції, сприяє звільненню організму від надлишків теплоти, а при низьких температурах призводить до холодного дискомфорту й переохолодження.

До метеорологічних параметрів відноситься барометричний тиск, який у професійній діяльності фігурує у вигляді двох основних форм: зниженого й підвищеного.

Виконання робіт на висоті 2500–3000 м без кисневого прилада може призвести до виникнення гірської (висотної) хвороби, яка проявляється у вигляді запаморочення, нудоти, носової кровотечі, що є наслідком кисневої нестачі та розвитку явища гіпоксії. При кисневому голодуванні найчутливішими є мозкові клітини, оскільки кора головного мозку потребує кисню на одиницю маси в 30 разів більше, ніж усі інші тканини. Мозкові клітини гинуть раніше, ніж падає тонус грудних м'язів, коли ще можливі дихальні рухи. На висоті 7000 м без кисневого прилада явище гіпоксії розвивається протягом 20 хв. Усі симптоми зникають, якщо людину опустити на меншу висоту чи дати їй подихати чистим киснем.

З умовами підвищеного тиску людина стикається при виконанні робіт під водою і в глибоких шахтах. Увесь час роботи в таких умовах можна поділити на три періоди: період компресії, коли відбувається поступове зростання тиску вище атмосферного; період роботи за умов підвищеного тиску; період декомпресії — піднімання робітників на поверхню землі, тобто виведення їх із зони дії підвищеного тиску.

Під час компресії і роботи в кесоні особливих патологічних явищ в організмі не спостерігається. Небезпечним є період декомпресії, оскільки при швидкому переході людини від підвищеного тиску до нормальних умов може виникати кесонна хвороба. Унаслідок дії підвищеного тиску в організмі людини збільшується кількість розчинених у крові газів (переважно азоту). Загальна кількість азоту в організмі за умов підвищеного тиску може сягати 4–6 л проти 1 л за умов нормального тиску. Якщо декомпресія відбувається дуже швидко, азот виділяється в кров з бурхливим утворенням бульбашок, які можуть закупорити судини й призвести до газової емболії.

Отже, здатність організму пристосовуватися до метеорологічних умов хоч і висока, але не безмежна. Тому для нормального самопочуття важливо, щоб параметри мікроклімату в робочій зоні були оптимальними для організму людини.



### Реакція організму на дію тепла та холоду

Коли людина виконує роботу в умовах теплового мікроклімату, а тепловіддача в навколишнє середовище незадовільна, може настати перегрівання організму.

Різде перегрівання організму може призвести до розвитку теплового, а при роботі на відкритому повітрі — сонячного удару. При цьому спостерігається слабкість, головний біль, неправильне кольорове сприйняття (усе виглядає червоним або зеленим), нудота, блювання, підвищена температура тіла. Дихання й пульс частішають, артеріальний тиск спочатку збільшується, а потім зменшується.

Вплив високої температури повітря негативно відбивається на функціонуванню стані центральної нервової системи, при цьому прискорюються процеси гальмування, послаблюється увага, порушується точність і координація рухів, уповільнюються відповідні реакції, що може призвести до травматизму або зниження якості роботи.

Робітники, що працюють в умовах підвищеної температури й вологості повітря, втрачають удвічі більше часу на виконання основних трудових операцій, ніж за нормальних умов. Доведено, що при 5-годинній роботі в зоні з температурою повітря 31 °С і вологістю 80–90 % працездатність зменшується на 60 %, м'язова сила рук — на 30–50 %, витривалість до статичних зусиль зменшується майже у 2 рази.

Усі ці явища пояснюються тим, що висока температура повітря знесилює організм та послаблює його захисні сили внаслідок порушення водно-сольового балансу. При тяжкій формі теплового удару температура тіла підвищується до 40 °С, спостерігається біль у м'язах, сухість у роті та нервово-психічне збудження. При підвищенні температури тіла до 42 °С може настати смерть.

Усі фізіологічні реакції, що виникають під впливом високої температури повітря, спрямовуються на підтримання в організмі теплової рівноваги.

У деяких виробничих умовах людина підпадає під дію низьких температур повітря. Тривала дія холоду на організм викликає патологічні зміни, що веде до переохолодження та виникнення хвороб простудного характеру.

Коли настає холодовий дискомфорт, під дією низьких температур повітря в організмі за рахунок процесів терморегуляції тимчасово збільшується теплоутворення й зменшується тепловитрата. Зменшення тепловитрат відбувається за рахунок звуження судин у периферичних тканинах. При дуже різкому охолодженні організму спостерігається стійкий судинний спазм, який призводить до сильного охолодження. У початковий період температура тіла навіть трохи підвищується (на 0,0–0,6 °С), а потім починає знижуватися тим більше, чим сильніше охолодження. При температурі тіла 24 °С настає смерть.

В умовах низьких температур може спостерігатися загальне або місцеве охолодження. При загальному охолодженні змінюється функціональний стан центральної нервової системи, що пояснюється наркотичною дією холоду.

З медичної практики відомо, що місцеве переохолодження, особливо кінцівок, сприяє розвитку простудних захворювань. Відомі випадки відмороження кінцівок за температури повітря, близької до нуля. Переохолодження кінцівок посилюється при зволоженні одягу та шкіри. Крім кінцівок уражаються кінчики вух і носа, можуть розвиватися захворювання лицьового і трійчастого нерва.

При переохолодженні підвищується артеріальний тиск, знижується чутливість шкіри, вона стає припухлою із синюшним відтінком. Можуть розвиватися захворювання периферійної нервової і м'язової системи, а також суглобів, що призводить до захворювань на радикуліт, неврит, міозит і виникнення респіраторної вірусної інфекції.

Отже, незважаючи на наявність адаптаційно-приспосувальних процесів, тривала та інтенсивна дія тепла чи холоду може призводити до розвитку патологічного стану, погіршення функціонування організму та його окремих систем.



### Нормування та контроль параметрів мікроклімату

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042–99.

В основі принципів нормування параметрів мікроклімату — диференційна оцінка оптимальних та допустимих метеорологічних умов у робочій зоні залежно від категорії робіт, пори року (холодна та тепла) і виду приміщень з незначними чи значними надлишками теплоти. Період року визначається за середньодобовою температурою зовнішнього середовища (холодний період року —  $< +10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; теплий період —  $\geq +10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Оптимальними мікрокліматичними умовами є такі, які при тривалому впливі на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруги терморегуляції. Такі умови забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимими мікрокліматичними умовами є такі параметри мікроклімату, які при тривалій та систематичній дії на людину можуть викликати зміну теплового стану організму, що супроводжується напруженням терморегуляції в межах фізіологічної адаптації, що скоро минає та нормалізується.

Допустимі параметри мікрокліматичних умов встановлюються в тих випадках, коли в робочій зоні неможливо забезпечити оптимальні умови мікроклімату за технологічними вимогами виробництва або з інших міркувань.

Доведено, що фізіологічно оптимальна відносна вологість повітря становить 40–60 %. Прийнятні мікрокліматичні умови допускають значення відносної вологості до 75 %.

### Шляхи нормалізації параметрів мікроклімату

Дослідження параметрів мікроклімату стало основою для розробки основних шляхів його нормалізації. Нормалізація мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів, що включають санітарно-гігієнічні, організаційно-технологічні та інші

види захисту працівників від несприятливого впливу мікрокліматичних чинників.

Важливим напрямком оздоровлення мікроклімату є обмеження його несприятливої дії гігієнічно обґрунтованими нормативами та вимогами щодо температури, відповідної вологості та швидкості руху повітря. Параметри мікроклімату нормуються окремо для тепло-го і холодного періоду року, враховують категорію робіт та характер виробничих приміщень.

Для різних за категорією робіт встановлено оптимальні та допустимі норми мікроклімату. Чим вища категорія робіт, а значить, і вищі енерговитрати, тим нижчі параметри температури повітря нормуються для підтримання теплового балансу організму. Нормування параметрів мікроклімату враховує характер виробничих приміщень за тепловиділенням. Залежно від надміру явного тепла виділяються такі приміщення або ділянки:

- зі значним надлишком явного тепла — понад 20 ккал/м<sup>3</sup>/г;
- з незначним надлишком явного тепла, що не перевищує 20 ккал/м<sup>3</sup>/г.

У нормативних документах ДСН 3.3.6.042–99 та ГОСТ12.1.005–88 ССБТ «Повітря робочої зони» наведено конкретні величини параметрів мікроклімату, керуючись якими можна оцінити умови виробничих приміщень та розробити відповідні заходи для їх нормалізації.

Заходи щодо нормалізації мікроклімату в боротьбі з перегріванням організму можна об'єднати в три групи:

- запобігання виділенню в приміщення надмірної кількості тепла й вологи або забезпечення перебування робітників поза зоною несприятливого мікроклімату;
- зниження температури повітря та інтенсивності інфрачервоного випромінювання в гарячих цехах;
- нормалізація теплового балансу організму шляхом швидкого відновлення порушених процесів життєдіяльності.

Важливим профілактичним заходом в умовах нагріваючого мікроклімату є механізація важких робіт, дистанційне управління, від-



далення робітників від потужних джерел тепла та впровадження автоматичних систем керування технологічними процесами.

З гігієнічної точки зору найважливішими щодо поліпшення метеорологічних умов є технологічні заходи. Вони передбачають укриття й видалення з виробничих приміщень гарячих матеріалів, сприяють впровадженню нових технологій, які скорочують час проведення робіт в умовах інтенсивного нагрівання.

Щоб зменшити виділення тепла у виробничі приміщення, вдаються до радикального заходу — локалізації та ізоляції тепловиділень шляхом вловлювання або відведення його з місць утворення. Залежно від принципу вловлювання й відведення тепла застосовують тепловбирні, тепловідхильні й тепловідбивні екрани.

Найпоширенішим способом локалізації тепловиділення та зменшення надходження його до робочих приміщень є теплоізоляція обладнання, нагрітих поверхонь, які є джерелом променевого та конвекційного тепла.

Зниженню температури виробничих поверхонь сприяє поєднання різних видів ізоляційних матеріалів та герметичність обладнання. Щільне обладнання, закриття технологічних отворів значно знижують виділення тепла із джерел їх утворення.

Найефективнішим засобом захисту від променевої енергії є водяні завіси. Шар води в 1 мм є достатнім, щоб поглинути всю тепловою радіацію від відкритих джерел тепла.

За наявності потужних джерел конвекційного й променевого тепла важливим заходом нормалізації мікрокліматичних умов є аерація. Протягом однієї години вона забезпечує заміну повітря до 6 разів. Аерація відбувається шляхом виходу нагрітого повітря через шахти й вікна у верхній зоні приміщення або через аераційні фрамуги в стінах будівель. Однак аерація не спроможна забезпечити сприятливі мікрокліматичні умови на всіх робочих місцях, тому на деяких виробництвах влаштовують механічну вентиляцію і кондиціонування повітря.



Серед заходів, що сприяють зменшенню шкідливого впливу високої температури повітря, є повітряний душ. Повітряний душ створює зону рухомого повітря потрібної температури й вологості, а також збільшує віддачу тепла через конвекцію і випаровування, унаслідок чого фізіологічний стан організму наближається до норми.

Окрім повітряних, застосовують також водяні напівдуші, оазиси, які сприяють нормалізації температури тіла під час короткочасних перерв та відпочинку.

В умовах охолоджуючого мікроклімату, щоб стримати потік холодного повітря, облаштовують шлюзи, тамбури, перегородки, які не допускають проникнення повітряних потоків у робочі приміщення. Із цією ж метою в зимовий період року використовують повітряні завіси. Це потік теплого повітря, спрямований на всю широчінь воріт або дверей.

Для захисту від холоду вікна у виробничих приміщеннях встановлюють з подвійними рамами. Тоді повітряний прошарок між шибками перешкоджає руху холодного повітря, що захищає працюючих біля вікна від радіаційного охолодження. Для захисту ніг від переохолодження підлоги у виробничих приміщеннях покривають дерев'яними настилами, ґратами та іншими теплоізоляційними матеріалами.

Швидкому відновленню фізіологічного стану робітників як в теплий, так і у холодний період року сприяє раціональний режим праці та відпочинку. Для тих, хто працює на відкритому повітрі в південних областях, рекомендується влаштовувати відпочинок у середині дня і знову продовжувати роботу, коли спаде спека. У холодний період року роботи на відкритому повітрі регламентуються спеціальними постановами місцевих адміністративних органів, які передбачають припинення робіт за відповідних температур.

З організаційних заходів суттєве значення має раціональний пийний режим, який допомагає швидко відновити нормальне самопочуття. При значних вологовтратах і значному часі опромінення



інфрачервоною радіацією споживають охолоджену до 15–20 °С підсолону (0,5 % NaCl) газовану воду. Вживання підсоленої води запобігає згущенню крові, сприяє утриманню її в організмі, покращує самопочуття й підвищує працездатність. Із заходів особистої профілактики після теплових навантажень рекомендуються гідро-процедури.

Значною мірою захищає від перегрівання раціональний спецодяг, який повинен бути проникним для повітря та вологи, мати відповідні теплозахисні властивості та відбивати інфрачервону радіацію. Згідно з вказівками МОЗ усі працівники, які постійно працюють в умовах впливу високих температур, повинні проходити періодичні медичні огляди не менше одного разу на два роки.

При роботі на холоді адміністрація повинна розробити заходи, з одного боку, щоб запобігти надмірному переохолодженню працівників, з іншого — щоб забезпечити їх швидке зігрівання для нормалізації фізіологічних зрушень. На робочих місцях, де при виконанні робіт необхідно торкатися до мокрих і холодних предметів, передбачають пристрої для зігрівання рук.

Робітників, які працюють на холоді, забезпечують відповідним взуттям та спецодягом. Теплий спецодяг запобігає надмірному охолодженню організму. Для роботи в екстремальних умовах (пожежі) застосовують спеціальні костюми з металізованої тканини. На робочих місцях біля джерел інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання використовують захисні окуляри, голову покривають сукняним капелюхом з широкими полями, а найкращим взуттям є валянки або чоботи з товстим прошарком, що захищають ноги від інтенсивного нагрівання і не заважають обміну повітря. Брезентові рукавиці, підшиті сукном, надійно захищають руки.

Санітарне законодавство передбачає відповідні протипоказання для роботи в умовах незадовільного мікроклімату. Протипоказаннями для роботи в умовах перегрівання є захворювання серцево-судинної системи, туберкульоз легенів, різко виражені форми органічних захворювань нервової системи та ін.



Щоб визначити, чи відповідає повітряне середовище виробничого приміщення встановленим нормам, стежать за параметрами мікроклімату, використовуючи спеціальні прилади.

Температуру повітря вимірюють ртутними або спиртовими термометрами не менш як у п'яти точках робочої зони на рівні 1,3–1,5 м від підлоги. Там, де температура повітря біля підлоги помітно відрізняється від температури повітря верхньої зони приміщення, вона вимірюється на рівні ніг. Для постійного контролю температури застосовують самозаписувальні прилади — термографи.

Відносну вологість повітря визначають за допомогою психрометрів Августа, аспіраційних психрометрів Асмана, гігрометрів та гігрографів.

Для вимірювання швидкості руху повітря в приміщеннях застосовують кататермометри (при швидкостях повітря до 0,5 м/с), а при більших швидкостях — крильчасті та чашкові анемометри.

Температуру нагрітих поверхонь вимірюють за допомогою електротермометрів, термопар та інших контактних приладів.



## 2.3. Забруднення повітряного середовища шкідливими речовинами

### 2.3.1. Виробничий пил

До складу атмосферного повітря завжди входить певна кількість пилу та інших шкідливих речовин. Катастрофічне зростання забруднення повітряного середовища пилом обумовлюється різкою невідповідністю між розвитком промислового виробництва та технічними засобами очистки його відходів.

Виробничий пил є дуже поширеним чинником під час протікання виробничих процесів. Пил виділяється під час буріння, сортування, транспортування, подрібнення, шліфування, полірування та інших видів робіт.

Пил — це поняття, що визначає фізичний стан речовини, подрібненої на маленькі частинки.

За походженням пил поділяється на два класи:

- органічний: рослинний (дерев'яний, бавовняний), тваринний (вовняний, кістковий), штучний (пластмасовий);
- неорганічний: мінеральний (кварцовий силікатний), металевий (залізний, алюмінієвий).

Пил відносять до аеродисперсних систем, у яких частинки пилу набувають здатності перебувати в завислому стані. Ступінь дисперсності пилових частинок має велике гігієнічне значення, тому що визначає тривалість перебування їх у повітрі та глибину проникнення в дихальні шляхи людини.

За дисперсністю пил буває:

- а) видимим (пилові частки розміром більше ніж 10 мкм);
- б) мікроскопічним (пилові частки розміром 10–0,25 мкм);
- в) ультрамікроскопічним (пилові частки менші за 0,25 мкм).

Виробничий пил належить переважно до високодисперсних систем.

Існує також класифікація пилу за способом утворення, згідно з якою розрізняють аерозолі дезінтеграції і конденсації. Аерозолі дезінтеграції утворюються під час подрібнення твердих речовин і скла-



даються переважно з пилинок великих розмірів. Аерозолі конденсації утворюються з пари металів та їх сполук, які під час охолодження перетворюються на тверді частинки (наприклад, конденсат пари металів під час електрозварки). Розміри цих пилинок значно менші, ніж аерозолів дезінтеграції.

Шкода, якої може заподіяти людині виробничий пил, залежить від його фізико-хімічних властивостей, тривалості впливу та кількості. Дані про кількість або концентрацію пилу в повітрі дають уявлення про ступінь забруднення повітря і про ймовірність фіброгенної, подразнюючої і токсичної дії пилу на організм людини.

Найбільшу фіброгенну активність мають аерозолі дезінтеграції з розміром частинок до 5 мкм та аерозолі конденсації з частинками меншими за 0,3–0,4 мкм. Вони найглибше проникають і затримуються в альвеолах легенів.

Пил, що проникає крізь верхні дихальні шляхи, не завжди досягає легенів — як правило, частина його затримується в порожнині носа. Значна частина пилу виділяється назад під час чхання й кашлю або разом з мокротинням.

Залежно від агресивності пилу можуть розвиватися специфічні (фіброз) і неспецифічні (туберкульоз, рак легенів) патологічні процеси.

Розвиток професійного захворювання починається з накопичення пилу в альвеолах, в міжальвеолярних перегородках, дрібних лімфатичних вузлах і по ходу лімфатичних судин. Там, де накопичується пил, відбувається розростання сполучної тканини, що поступово веде до порушення функції легенів і серця. Сполучна тканина зморщується, утворює рубці, здавлює судини. Усе це порушує функції дихання, кровообігу, сприяє виникненню застійних явищ. Так розвивається картина легеневого фіброзу, відомого як пневмоконіоз (від грецьк. *pneumon* — легені та *conia* – пил). Під цим терміном розуміють численні види пилових легеневих фіброзів.

Класифікація пневмоконіозів, яку затверджено МОЗ, ґрунтується на етіології, що залежить від виду виробничого пилу. За цією кла-





сифікацією пневмоконіози поділяють на шість груп: силікоз, силікатоз, металоконоіоз, карбоконоіоз, пневмоконоіоз від змішаного пилу і пневмоконоіоз від органічного пилу.

Найпоширенішим серед всіх пневмоконоіозів є силікоз. Цей легеневий фіброз розвивається тоді, коли людина вдихає пил кварцу, що містить кремній у вільному стані. При цьому захворюванні вражається весь організм, пригнічується функція нервової системи, відчуття смакового, слухового та шкіряного аналізаторів і т. ін.

Силікоз трапляється серед працівників гірничодобувної промисловості (бурильники, забійники, прохідники та ін.), при виробництві вогнетривких матеріалів, у робітників, які займаються розмолотом піску, працюють декілька років на будівництві в умовах значного забруднення повітря пилом, що містить кремній.

Протягом тривалого часу вважали, що причиною виникнення легеневого фіброзу є тільки вільний діоксид кремнію  $\text{SiO}_2$ . Але нині встановлено, що фіброз легенів може виникати під впливом силікатів, що містять  $\text{SiO}_2$  у зв'язаному стані. Такий пил викликає пневмоконоіози, які дістали загальну назву силікатозів. Серед них відомі азбестоз (спричинений вдихуванням азбестового пилу), талькоз (талькового), антракоз (вугільного), алюміноз (алюмінієвого).

Прояви пневмоконоіозів різні, але всім їм притаманні загальні риси: задишка, біль у грудях і сильний кашель. У разі прогресування пневмоконоіозу з'являється мокротиння, потім виникає легенева недостатність — зменшується легенева вентиляція, скорочується час затримки дихання.

Окрім вищеописаних наслідків, пил може призводити до розвитку професійних бронхітів, пневмоній, асмаптичних ринітів і бронхіальної астми. Під впливом виробничого пилу розвивається кон'юнктивіт, ураження шкіри (дерматити). Закупорка пилом потових залоз несприятливо впливає на потовидільні функції шкіри.

Пил також може виявляти чисто механічну дію — подразнювати слизову оболонку верхніх дихальних шляхів та очей, порушувати цілісність слизової оболонки й створювати вхідні ворота для інфек-



ційних збудників. Фільтрувальна функція носа й бактерицидна дія слизової оболонки з часом погіршується, унаслідок чого значно більша кількість пилу потрапляє в організм людини.

Усі заходи, спрямовані на запобігання пиловим захворюванням, можна поділити на три групи:

- технологічні й технічні;
- санітарно-технічні;
- медико-профілактичні.

Технічні заходи спрямовані на ліквідацію причин надходження пилу в повітря шляхом раціоналізації технологічних процесів (застосування вологого способу подрібнення, розмолу та ін.). Ефективним заходом боротьби з пилом є дистанційне управління технологічними процесами або винесення пультів управління в окремі ізольовані приміщення. Механізація праці, особливо процесів завантаження, дозування, розвантаження, значно зменшує відкладання пилу в легенях, що запобігає розвитку пилової патології. Надійно вирішує питання боротьби з пилом герметизація обладнання. Особливо вона ефективна при транспортуванні пиловидних матеріалів — цементу, формовочної землі, хімічних сполук та ін.

Санітарно-технічні заходи ґрунтуються на правильній експлуатації устаткування й систематичному контролю за вмістом пилу в повітрі. До колективних засобів захисту належить система вентиляції, що забезпечує розбавлення пилового аерозолу й видалення його за межі робочої зони.

Щоб запобігти забрудненню атмосферного повітря пилом, використовуються спеціальні фільтри: тканинні фільтрувальні пристрої, електрофільтри, рукавні фільтри, циклони та ін.

Вентиляція як оздоровчий захід використовується в поєднанні з іншими технологічними заходами.

Для профілактики шкідливого впливу пилу застосовуються індивідуальні засоби захисту — респіратори, спеціальні шлеми й скафандри з подачею до них чистого повітря, а також окуляри та спецодяг.



Медико-профілактичні заходи (попередні й періодичні медичні огляди працівників) мають велике значення в боротьбі з пиловою патологією. Добрий ефект дають біологічні методи профілактики, які збільшують опір організму пиловому подразнику. Сюди належить застосування ультрафіолетового опромінення, інгаляцій і спеціального харчування. Із цією ж метою влаштовують фотарії, де працівників опромінюють ультрафіолетовим промінням.

Медико-профілактичні заходи не тільки гальмують утворення легневих фіброзів, але й посилюють виведення пилу з організму людини.

Для санітарної оцінки повітряного середовища важливе значення має періодичний контроль за наявністю пилу в повітрі.

Аналіз повітряного середовища на запиленість проводять переважно ваговим або лічильним методом. Відбір проб проводять у динаміці робочого дня 2–3 рази на одному місці на рівні 1,5 м від підлоги. Для визначення ступеня забруднення атмосферного повітря використовується седиментаційний метод природного осідання пилу на відповідну площину. Це дає можливість охарактеризувати санітарний стан повітряного середовища й накреслити шляхи його нормалізації.

### 2.3.2. Виробничі отрути та їх вплив на функціонування організму

Певні види професійної діяльності спричиняють надходження в повітряне середовище виробничих приміщень різноманітних шкідливих речовин, що використовуються в технологічних процесах.

Шкідлива речовина — це речовина, яка внаслідок порушення вимог безпеки при контакті з організмом людини може викликати захворювання або відхилення в стані здоров'я як під час впливу речовини, так і у віддалені періоди життя сучасного й наступних поколінь.

Шкідливі хімічні речовини у виробничих умовах можуть застосовуватися як сировина, допоміжні матеріали або утворюватися як

побічні продукти й відходи виробництва. Шкідливі речовини включають у себе органічні сполуки (вуглеводи, спирти, ефіри, жирні кислоти та ін.) і неорганічні речовини, у тому числі різні метали (марганець, свинець, ртуть), їх оксиди, кислоти та основи.

Шкідливі речовини характеризуються різними фізичними властивостями (температурою кипіння, пружністю, летючістю й т. ін.), які визначають їх поведінку в навколишньому середовищі та обумовлюють специфічні особливості умов праці.

У виробничих умовах шкідливі речовини перебувають у різному агрегатному стані у вигляді газів, пари, туману, диму. За класифікацією М. О. Фукса до диму належать аерозолі конденсації з твердою дисперсною фазою, до туману — всі аерозолі, що мають рідку дисперсну фазу (водяний, природний і штучний туман).

Сполуки, які мають хорошу летючість, здатні створювати в повітрі виробничих приміщень високі концентрації. Речовини з низькою летючістю майже рівномірно поширюються по всьому об'єму виробничого приміщення.

Надходження шкідливих речовин у повітря виробничих приміщень може бути періодичним чи постійним. Зміна рівня концентрації в повітрі може спостерігатися як протягом робочого дня, так і в різні періоди місяця чи року.

За ступенем дії на організм людини шкідливі речовини поділяють на чотири класи небезпеки:

- надзвичайно небезпечні (ГДК у повітрі становить до 0,1 мг/м<sup>3</sup>);
- високонебезпечні (ГДК у повітрі від 0,1 до 1,0 мг/м<sup>3</sup>);
- помірно небезпечні (ГДК у повітрі від 1,1 до 10,0 мг/м<sup>3</sup>);
- малонебезпечні (ГДК у повітрі більше 10,0 мг/м<sup>3</sup>).

Шкідливі речовини можуть потрапляти в організм людини різними шляхами: через легені, травний канал і шкіру. Однак головним шляхом надходження шкідливих речовин в організм людини є дихальні органи. Цей шлях найнебезпечніший тому, що отруйні речовини надходять у кров, минаючи печінковий бар'єр.

Органи дихання з їх великою поверхнею (90 м<sup>2</sup>) і незначною товщиною альвеолярних мембран мають виключно сприятливі умови для проникнення газо- і пароподібних речовин у кров. Добре розчинні гази й пари затримуються й всмоктуються верхніми дихальними шляхами, погано розчинні проникають з повітрям у легені.

Токсичність шкідливих речовин зумовлена насамперед їх дисперсністю. Тому найбільшу небезпеку являють собою речовини, що перебувають у парогазотуманоподібному стані. Збільшення подрібненості речовини збільшує її питому поверхню, що прискорює розчинення й всмоктування в органах дихання. Так, металева ртуть у вигляді рідини нетоксична, але дуже небезпечна у вигляді пари.

Токсичні шкідливі речовини можуть надходити до організму через непошкоджену шкіру, потові й сальні залози та епідерміс. При цьому мають значення і фізичні властивості речовини. Тривалість контакту зі шкірою значно більша у в'язких рідинах, ніж у твердих речовин, що прилипають до шкіри.

Залежно від хімічної будови шкідлива речовина, що потрапила до організму, може швидко виводитися або довго затримуватися в ньому. Неорганічні речовини частково затримуються в легенях, але більша частина їх виділяється через шлунково-кишковий тракт і нирки, а частина може довго циркулювати в організмі й відкладатися в різних тканинах (печінці, кістках). Більшість органічних сполук (особливо летючі) виділяються через органи дихання.

Ще одним чинником є розчинність токсичних речовин у рідинних середовищах організму. Чим більша розчинність токсичної речовини, тим вища її токсичність.

Небезпека отруєння токсичною речовиною залежить від її концентрації в повітрі, а також часу контакту з нею. Чим більша концентрація речовини, тим швидше виникає отруєння і тим сильніше виражені його симптоми.

Чинники навколишнього середовища можуть також посилювати або послаблювати дію хімічної речовини. За високої температури повітря небезпека отруєння підвищується, тому що порушується

терморегуляція, розширюються кровоносні судини, збільшується спітнілість, прискорюється кровообіг і дихання. Крім того, висока температура повітря збільшує леткість токсичних речовин і концентрацію їх у повітрі робочої зони, тому отруєння влітку виникають значно частіше, ніж узимку. Це спостерігається особливо за наявності в повітрі парів бензину, ртуті, чадного газу та ін.

Висока вологість повітря також може збільшувати токсичність деяких отрут у зв'язку з прискоренням їх гідролізу, накопичуванням речовин на поверхні слизових оболонок або зміною їх агрегатного стану. За умов підвищеної вологості повітря посилюється токсичність таких речовин, як соляна кислота, фтористий водень та ін.

Зміна атмосферного тиску також впливає на токсичність речовин. Під час роботи в умовах підвищеного тиску (у кесоні, барокамерах) збільшується надходження токсичних речовин в організм унаслідок підвищеного парціального тиску газів в альвеолярному повітрі. У цьому випадку посилюються функції дихання й кровообігу. В умовах зниженого тиску повітря дія токсичних речовин підсилюється явищами гіпоксії, що негативно позначається на стані деяких систем організму.

Токсичні речовини, що потрапляють в організм людини тим чи іншим шляхом, зазнають у ньому різних перетворень, а саме: окислення, гідролізу, синтетичних процесів. Нітрати окислюються в нітрити, сульфіти — у сульфати, свинець, фтор та інші елементи окислюються або відкладаються у вигляді нерозчинних сполук. Важкі метали мають властивість утворювати в організмі людини депо.

Дуже важливою є комбінована дія шкідливих речовин. Комбінація отруйних речовин і їх сумарна дія на організм людини дуже різноманітні. В одних випадках посилюється отруйний вплив кожного з токсичних компонентів, взятих окремо (отруйна дія суміші оксидів азоту й чадного газу більша за просту сумарну дію окремо взятих цих речовин). В інших випадках сумарний вплив отрути може послаблювати дію однієї речовини іншою. І, нарешті, сумарна дія отруйних речовин може бути простою сумою їх дії, що найчастіше зустрічається у виробничих умовах.



Токсичний ефект хімічних речовин залежить від індивідуальних властивостей організму, що визначається станом здоров'я людини. Тому особи, які мають певні захворювання, не допускаються до роботи, під час якої можливий контакт з токсичними речовинами.

Шкідлива речовина чинить як місцеву, так і загальну дію на організм людини. Загальна кількість шкідливих речовин, які призводять до виникнення професійних інтоксикацій, порівняно невелика — усього до 100 сполук.

Основні причини, що зумовлюють виникнення професійних інтоксикацій, — це перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони; застосування недосконалого устаткування; неефективної вентиляції; неправильна організація праці; відсутність індивідуальних засобів захисту та заходів профілактики.

Унаслідок вказаних причин можуть виникати гострі й хронічні професійні отруєння.

Гострі професійні отруєння виникають за короткий проміжок часу (не більше доби). Причиною хронічних отруєнь є поступове накопичення токсичної речовини в організмі. Деякі хімічні речовини можуть зумовлювати як гострі, так і хронічні отруєння (бензин, чадний газ, бензол), інші — тільки гострі (синильна кислота) або тільки хронічні (свинець, марганець).

Кожен вид чи група шкідливих речовин можуть спричинювати характерні ознаки отруєнь (біль у кінцівках, порушення їх чутливості, порушення нормального функціонування кишечника або інші тяжкі наслідки). Наприклад, може виникати інтенсивне слиновиділення, а в роті відчуватися присмак металу, спостерігається виділення холодного поту та ін. симптоми.

У разі виявлення згаданих ознак отруєння потрібно вивести працівника з робочого приміщення, щоб припинити подальше надходження отрути в організм, а при потребі негайно викликати лікаря.

Запобігання професійним отруєнням включає технологічні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи.



Одним з радикальних заходів захисту від отрут є заміна їх неотруйними або менш токсичними (свинцевих білил на цинкові та ін.), дотримання правил безпеки й промислової санітарії, введення нових технологій, комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів.

Велику роль у профілактиці професійних отруєнь відіграє санітарно-гігієнічна експертиза речовин, що використовуються на підприємствах, їх гігієнічна стандартизація.

Добрий профілактичний ефект дає впровадження дистанційного управління або безперервних технологічних процесів, за рахунок яких усувається порушення герметичності обладнання. Найбільш раціональним є використання обладнання, яке відповідає сучасним гігієнічним вимогам. Ці заходи мають виняткове значення, особливо для тих виробництв, де за технологічними вимогами використовуються високоотруйні речовини.

Суттєву роль у запобіганні професійним отруєнням відіграють санітарно-технічні засоби: обладнання ефективної природної, а також раціональної проточно-витяжної вентиляції, а в разі необхідності — аварійної механічної вентиляції.

Подальше підвищення ефективності санітарно-технічних заходів пов'язується з впровадженням систем кондиціонування повітря з використанням автоматичної і контрольно-вимірювальної апаратури, яка сигналізує про забруднення повітряного середовища шкідливими речовинами.

Якщо вищенаведеними технічними й санітарно-технічними заходами повністю не ліквідовано вплив токсичних речовин на організм, тоді застосовують засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Їх поділяють на ізолюючі протигази, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, обличчя, очей.

Засоби індивідуального захисту органів дихання призначені для захисту від дії шкідливих газів, пари, диму, туману й пилу, а також для забезпечення киснем при нестачі його в отруєній атмосфері. Це протигази, респіратори, пневмошлеми, пневмомаски. За принципом



дії вони бувають фільтруючі та ізолюючі. Фільтруючі ЗІЗ забороняється використовувати тоді, коли в повітрі містяться невідомі речовини або вміст шкідливих речовин перевищує 0,5 % за об'ємом, а вміст кисню становить менш як 18 %. У вказаних умовах належить використовувати ізолюючі ЗІЗ.

Найчастіше використовують фільтруючий респіратор одно- і багаторазового використання «Пелюстка», який має три модифікації: «Пелюстка» відповідно 200, 40, 5. Числа 200, 40, 5 означають, що респіратори відповідної модифікації призначені для захисту від дрібно- і середньодисперсних аерозолів, коли їх концентрації в повітрі відповідно перевищують ГДК у 200, 40 і 5 разів.

Для захисту очей від бризок кислот, лугів та інших шкідливих речовин використовують окуляри відкритого або закритого типу.

До засобів захисту обличчя належать ручні, наголовні та універсальні щитки, що захищають обличчя й прилеглі ділянки тіла людини.

Важливими профілактичними заходами щодо попередження випадків професійних отруєнь є медико-санітарні заходи. Це насамперед обов'язкова реєстрація всіх випадків професійних отруєнь з метою виявлення та усунення їх причин. З метою запобігання порушенню стану здоров'я працівників передбачаються обов'язкові попередні й наступні медичні огляди. Результати періодичних медичних оглядів використовуються для проведення необхідних профілактичних заходів і дають змогу визначити необхідність перевodu працівника на іншу роботу або спеціального лікування.

На тих виробництвах, де можливий вплив токсичних речовин на працюючих, передбачаються скорочений робочий день, додаткова відпустка, безкоштовне спеціальне й лікувально-профілактичне харчування. Профілактичне харчування у вигляді 0,5 л молока сприяє підвищенню загальної опірності організму. Під спеціальним харчуванням розуміють спеціальні раціони харчування, складені з урахуванням механізму дії токсичної речовини, з якою стикаються робітники.

До роботи зі шкідливими речовинами не допускаються підлітки віком до 18 років, чоловіки старше 55 років, жінки старше 50 років, вагітні і матері, що годують дітей, а також особи, що перенесли інфекційні захворювання, зокрема туберкульоз, захворювання периферійної і центральної нервової системи.

У профілактиці гострих і хронічних професійних отруєнь важливе значення має систематичний контроль за станом повітряного середовища й дотримання гігієнічних нормативів щодо токсичних речовин у повітрі робочих приміщень.

### Гігієнічне нормування і методи визначення концентрації шкідливих речовин у повітрі

Концентрацію шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень регламентують норми санітарного законодавства.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм, можуть спричинити порушення здоров'я людини лише тоді, коли їх кількість у повітрі перевищує відповідне для кожної речовини значення. Тому для профілактики професійних захворювань при роботі зі шкідливими речовинами велике значення має встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК).

У повітрі робочої зони виробничих приміщень встановлюються ГДК шкідливих речовин відповідно до ГОСТ 12.1.007-76, у якому визначаються класи їх небезпеки. Наведені в стандарті ГДК розповсюджуються на повітря робочої зони всіх робочих місць.

Шкідливі речовини можуть мати односпрямовану дію. Це такі речовини, які мають близькі хімічні властивості й характер біологічної дії на організм людини. До шкідливих речовин односпрямованої дії можна віднести сірчистий і сірчаний ангідрид, бензол і толуол, сірководень і сірковуглець та ін.

За наявності в повітрі робочої зони кількох шкідливих речовин односпрямованої дії одночасно сума відношень фактичних концентрацій  $\text{мг/м}^3$  кожної з них ( $C_1, C_2 \dots C_n$ ) у повітрі приміщень до їх ГДК ( $\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2 \dots \text{ГДК}_n$ ) не повинна перевищувати одиниці:



$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \frac{C_3}{ГДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1. \quad (2.1)$$

При одночасному вмісті в повітрі кількох шкідливих речовин, що не мають односпрямованої дії, ГДК залишаються такими самими, як і при їх ізольованій дії.

Для визначення вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони існують різні методи: колориметричні, фотоколориметричні, спектрофотоколориметричні, хроматографічні та ін.

Для оперативного санітарного нагляду використовують експрес-методи, які дають змогу порівняно швидко провести хімічний аналіз безпосередньо в робочій зоні. Для цього застосовують переносні універсальні газоаналізатори (УГ-1, УГ-2, ГХ-4, СТХ-17, ФОН-1 та ін.).

У виробничих умовах для безперервної автоматичної реєстрації наявних шкідливих речовин у повітрі використовують газоаналізатори й газосигналізатори. Обов'язковим є безперервний контроль із сигналізацією за умови, що в повітря виробничих приміщень можуть потрапляти шкідливі речовини гостроспрямованої дії. Періодичність контролю за станом повітряного середовища визначається класом небезпеки шкідливих речовин, їх кількістю, ступенем небезпеки й т. ін. Контроль може проводитися безперервно, періодично протягом зміни, щоденно, щомісяця й т. ін. Проби повітря для хімічного аналізу відбирають у різних точках робочої зони виробничих приміщень.



## 2.4. Вентиляція виробничих приміщень

### 2.4.1. Системи вентиляції

Вентиляцією називається регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря й подачу на місце видаленого свіжого повітря. Основне завдання вентиляції — вилучити з приміщення забруднене, вологе або нагріте повітря та подати чисте повітря, що відповідає гігієнічним вимогам.

За способом переміщення повітря вентиляція буває природна, штучна (механічна) та сумішена (природна та штучна одночасно).

Залежно від призначення — для подачі чи видалення повітря, або для того й іншого одночасно — вентиляція може бути припливною, витяжною або припливно-витяжною.

За місцем дії вентиляція буває загальнообмінною і місцевою.

Дія загальнообмінної вентиляції ґрунтується на розбавленні шкідливих речовин, що виділяються в робочу зону, свіжим повітрям до гранично допустимих концентрацій. Цю систему вентиляції найбільш часто застосовують тоді, коли шкідливі речовини виділяються рівномірно по всьому приміщенні, що забезпечує необхідні параметри повітряного середовища по всьому об'єму. За допомогою місцевої вентиляції шкідливі речовини вилучаються або розбавляються шляхом припливу чистого повітря безпосередньо в місцях їх утворення. У виробничих приміщеннях, де можливе раптове виділення великої кількості парів і газів, облаштовують аварійну вентиляцію. Аварійна вентиляція, як правило, проектується витяжною.

На виробництвах часто влаштовують комбіновані системи вентиляції (загальнообмінну з місцевою і т. ін.).

Щоб робота систем вентиляції була успішною, важливо ще на стадії проектування врахувати всі технічні й санітарно-гігієнічні вимоги.

За можливості одночасного виділення шкідливих речовин різноспрямованої дії повітрообмін розраховують для кожної з них і враховують при облаштуванні вентиляції найбільші їх значення.



Облаштовуюючи вентиляцію, необхідно подбати про те, щоб вона не призводила до переохолодження працівників і не створювала надмірного шуму.

Система вентиляції повинна бути пожежо- й вибухобезпечною, простою в облаштуванні, надійною в експлуатації та економічною.

Забороняється розміщувати вентилятори (крім віконних) у виробничих приміщеннях. Вентиляційні установки встановлюють у спеціальних приміщеннях і на кожну з них складають інструкцію з техніки безпеки.

Кожна вентиляційна установка повинна мати паспорт, до якого заносяться всі зміни в установках, а також результати технічних випробувань. Крім паспорта, на кожну вентиляційну установку заводять журнал експлуатації.

### 2.4.2. Природна вентиляція

Природна вентиляція відбувається внаслідок різниці температури повітря в приміщенні і ззовні, а також у результаті дії вітру. Різниця температур обумовлює надходження холодного повітря в приміщення й видалення з нього теплого повітря. Під дією вітру з навітряного боку будівлі виникає підвищений тиск, а з підвітряного боку — розріджений. Розрідження зумовлює витяжку теплого й забрудненого повітря з приміщення, а на заміну надлишок тиску зумовлює надходження свіжого повітря.

Природна вентиляція виробничих приміщень може бути неорганізованою і організованою. При неорганізованій вентиляції об'єми повітря, що надходять та вилучаються з приміщення, невідомі, а сам повітрообмін залежить від температури та сили вітру. Провітрювання приміщень здійснюється через вікна та квартирки і за рахунок інфільтрації — просочування повітря через нещільності вікон, дверей і будівельних матеріалів. Загальна площа перерізу вікон, квартирок і фрамуг, що забезпечують природну вентиляцію, повинна становити 2–4 % площі підлоги.

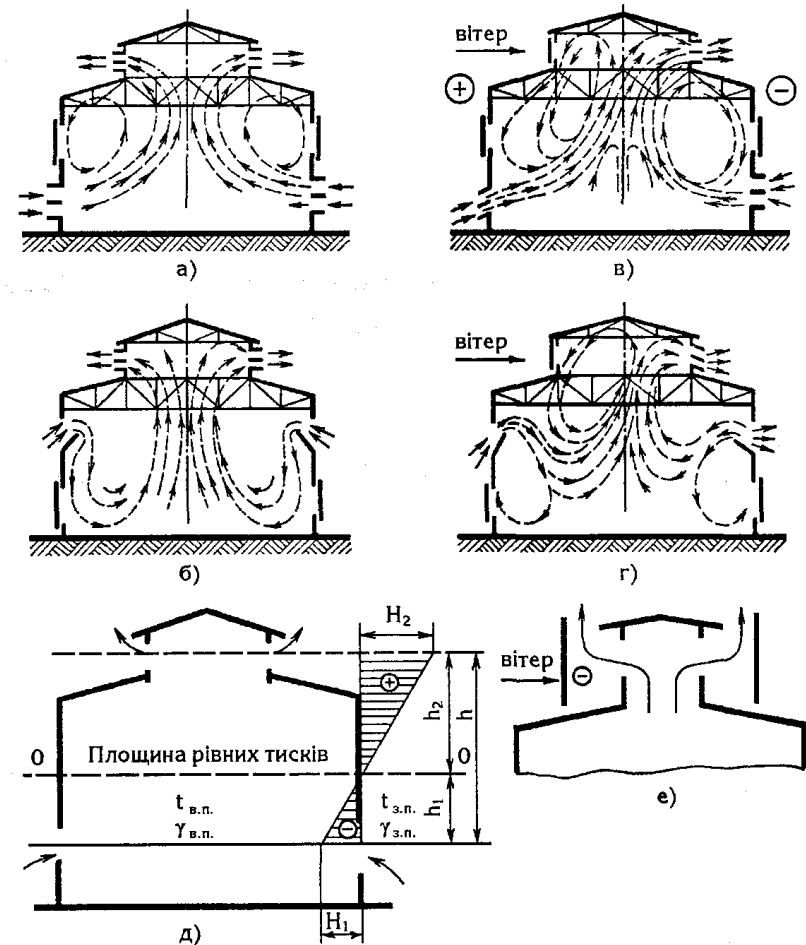


Рис. 2.1

Аерація будівель: а, б — відкриті пройоми в безвітряну погоду в теплий і холодний періоди року; в, г — також при бічному вітрі; д — розподіл тиску в будівлі; е — ліхтарі, що незадуваються вітром  $h$  — відстань між центрами вентиляційних отворів,  $h_1, h_2$  — висота від нижніх та верхніх (відповідно) відкритих отворів до площини рівних тисків,  $H_1, H_2$  — тиск на рівні центрів нижніх та верхніх отворів,  $\gamma_в, \gamma_з$  — щільність зовнішнього та внутрішнього повітря,  $t_в, t_з$  — температура зовнішнього та внутрішнього повітря



Організована природна вентиляція називається аерацією. Для ерації в стінах будівлі роблять отвори для надходження зовнішнього повітря, а у верхній частині — спеціальні ліхтарі для видалення ідпрацьованого повітря.

Температура виробничих приміщень унаслідок надходження епла від технологічного обладнання, людей завжди вища за температуру зовнішнього повітря. Середній тиск повітря в приміщенні, як правило, дорівнює тиску зовнішнього повітря, однак рівність тисків спостерігається в певній горизонтальній площині, що знаходиться приблизно посередині висоти приміщення й називається площиною рівних тисків (рис. 2.1).

Припустимо, що тиск на рівні цієї площини дорівнює нулю. Тоді тиск, що створюється стовпами повітря висотою від центру нижніх відкритих отворів до площини рівних тисків, становить усередині приміщення  $h_1 \gamma_в$ , зовні  $h_1 \gamma_з$ . Тож на рівні центру нижніх отворів виникає розрідження  $H_1 = h_1(\gamma_з - \gamma_в)$ , завдяки якому повітря надходить через нижні отвори в приміщення. На рівні центру верхніх отворів виникає тиск  $H_2 = h_2(\gamma_з - \gamma_в)$ , що спричинює рух повітря з приміщення назовні. Отже, завдяки різниці тисків у приміщенні відбувається повітрообмін.

Тиск теплового напору  $HT$  дорівнює:

$$HT = H_1 + H_2 = h(\gamma_з - \gamma_в), \quad (2.2)$$

де  $\gamma_з, \gamma_в$  — щільність зовнішнього та внутрішнього повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $h$  — відстань між центрами вентиляційних отворів, м.

Швидкість руху повітря у вентиляційному отворі  $V$  розраховується за формулою:

$$V = \sqrt{\frac{2g\Delta H}{\gamma}}. \quad (2.3)$$

де  $g$  — прискорення вільного падіння,  $9,8 \text{ м/с}^2$ ;  
 $\gamma$  — щільність повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $\Delta H$  — різниця тисків усередині будівлі та зовні,  $\text{кг/м}^2$ .  
Об'єм повітря  $L$ , що надходить чи виходить через вентиляційний отвір, становить:

$$L = \mu \cdot F \cdot \gamma \cdot 3600, \quad (2.4)$$

де  $F$  — площа вентиляційного отвору,  $\text{м}^2$ ;  
 $\mu$  — коефіцієнт втрат, який залежить від конструкції ( $\mu = 0,5 - 0,6$ ).  
Наведені формули використовують для будівель, добре захищених від вітру або у випадку безвітряної погоди. Якщо будівля обдувається вітром, то підвищений тиск (навітряна сторона будівлі) чи розрідження (підвітряна сторона) визначається за формулою:

$$H_e = K \cdot V^2 \cdot \frac{\gamma}{2g}, \quad (2.5)$$

де  $H_e$  — тиск вітру, чи розрідження,  $\text{кг/м}^2$ ;  
 $K$  — аеродинамічний коефіцієнт, що залежить від форми будівлі ( $K = 0,7 - 0,85$  з навітряного боку,  $K = 0,3 - 0,5$  з підвітряного).  
Щоб посилити природну вентиляцію, у виробничих приміщеннях встановлюють витяжні труби з дефлекторами на  $1,5 - 2,0$  м вище гребня даху в зоні ефективної дії вітру.

Вітер, що обтікає дефлектор, створює знижений порівняно з атмосферним тиск, унаслідок чого по витяжній трубі вгору рухається повітря з приміщення й видаляється в навколишнє середовище.

Продуктивність  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) дефлектора визначають за формулою:

$$Q = K_d \cdot V \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \frac{3600}{4}, \quad (2.6)$$





де  $K_d$  — коефіцієнт ефективності дефлектора, 0,42;  
 $V$  — швидкість повітря у витяжній трубі, 1–2 м/с;  
 $d$  — діаметр витяжної труби, м.

Діаметр горловини дефлектора (патрубка) наближено визначають за формулою:

$$d = 0,0188 \sqrt{\frac{Q}{0,4V}}, \quad (2.7)$$

де  $Q$  — продуктивність дефлектора, м<sup>3</sup>/год;  
 $V$  — швидкість вітру, м/с ( $V = 1,5$ – $2$  м/с при швидкості вітру 3–4 м/с, тобто половина швидкості вітру).

Перевага аерації полягає в тому, що величезні об'єми повітря (декілька мільйонів м<sup>3</sup>/г) подаються й видаляються без вентиляторів і повітроводів. Аерація дешевша й простіша в експлуатації, ніж механічні системи вентиляції. Тому вона є добрим засобом для боротьби з тепловими надлишками.

Недоліком природньої вентиляції є те, що влітку ефективність аерації падає внаслідок підвищення температури зовнішнього повітря, особливо в безвітряну погоду. Крім цього, повітря, що надходить у приміщення, не очищується й не охолоджується.

### 2.4.3. Механічна вентиляція

У системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється за допомогою вентиляторів. Ця система, на відміну від природної, очищає повітря перед його викиданням в атмосферу, вловлює шкідливі речовини біля місць їх утворення, очищає або підігріває припливне повітря й цілеспрямовано подає його в робочу зону.

Механічна вентиляція проектується в тих випадках, коли тепловиділення у виробничому приміщенні недостатнє для постійного використання аерації або коли токсичні речовини виділяються в такій

кількості, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища.

Механічна вентиляція може бути робочою або аварійною. Аварійну вентиляцію проектують на тих виробництвах, де можливе надходження в повітря значної кількості шкідливих чи вибухонебезпечних речовин. Вона вмикається автоматично при досягненні граничної концентрації небезпечних речовин у повітрі, що забезпечує швидке їх вилучення з приміщення. Аварійна вентиляція повинна забезпечувати 8–12-кратний повітрообмін за годину.

Механічна робоча вентиляція може бути загальнообмінною, місцевою чи комбінованою.

Щоб забезпечити нормальні умови праці в робочій зоні, необхідну кількість повітря визначають відповідно до наявних шкідливих чинників, характерних для кожного приміщення:

- у приміщеннях з тепловиділенням — за наявної теплоти;
- у приміщеннях з тепло- та вологовиділенням — за надмірністю наявних та прихованих теплоти й вологи;
- у приміщеннях з газовиділенням — за кількістю шкідливих речовин, які надходять у робочу зону, за умови розбавлення їх до допустимих концентрацій.

Необхідний повітрообмін (м<sup>3</sup>/год) обумовлює потужність вентиляційної системи приміщення і є основною величиною для визначення параметрів вентиляційної системи й вибору необхідного вентиляційного обладнання.

Вентиляційне обладнання — це повітродувні машини, що здійснюють переміщення повітря при втратах тиску у вентиляційній мережі не більше 1500 кгс/м<sup>2</sup>.

За принципом роботи вентилятори бувають осьові, відцентрові й діаметральні (рис. 2.2).

Осьовий вентилятор являє собою розташоване в циліндричному кожусі лопаткове колесо, при обертанні якого повітря, що надходить у вентилятор, під дією лопаток переміщується в осьовому напрямку. Перевагою осьового вентилятора є простота конструкції,

велика продуктивність і можливість її регулювання. Серед недоліків — незначна величина тиску й підвищений шум.

Відцентрові вентилятори залежно від тиску поділяються на три групи: низького, середнього та високого тиску. Вентилятори низького та середнього тиску використовуються в установках загальнообмінної і місцевої вентиляції, а високого тиску — в основному для технологічного обладнання та ін.

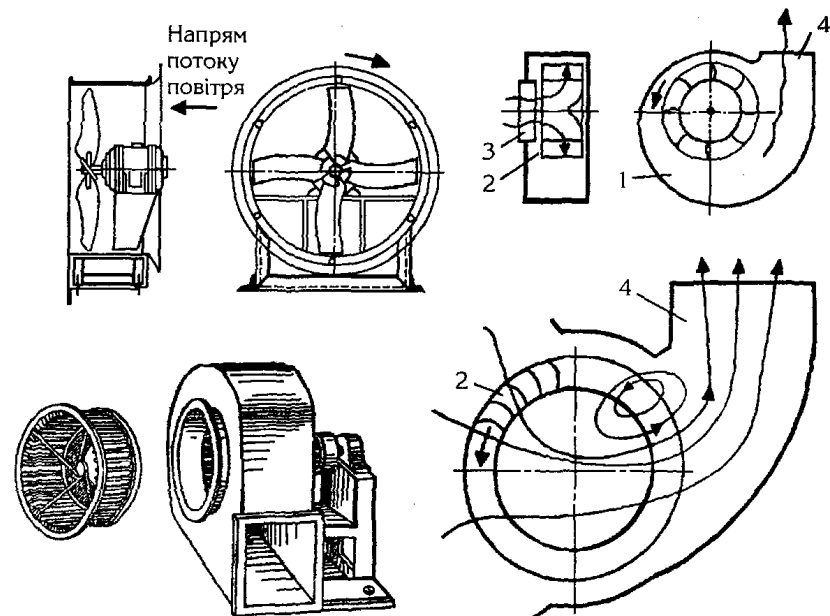


Рис. 2.2

Вентилятори: а — осьовий; б — відцентровий; в — відцентровий низького тиску; г — діаметральний

1 — спіральний корпус, 2 — лопаткове колесо, 3 — вхідний отвір, 4 — випускний отвір

За типом приводу вентилятори бувають різні: з безпосереднім з'єднанням з електродвигуном і з клинопасовою передачею.

Вентилятори виготовляються різних розмірів, і кожному з них відповідає номер, який показує величину діаметра робочого колеса в дециметрах. Наприклад, вентилятор ЦЧ-70 № 6 має діаметр колеса 6 дм, або 600 мм.

Розрахувавши показники повітрообміну, знаючи, яку продуктивність і повний тиск має розвивати вентилятор, роблять вибір вентилятора за його аеродинамічними характеристиками.

#### 2.4.4. Загальнообмінна механічна вентиляція

Загальнообмінна вентиляція забезпечує створення відповідного мікроклімату у всьому об'ємі приміщення із значним надходженням шкідливої пари, вологи, газу та пилу.

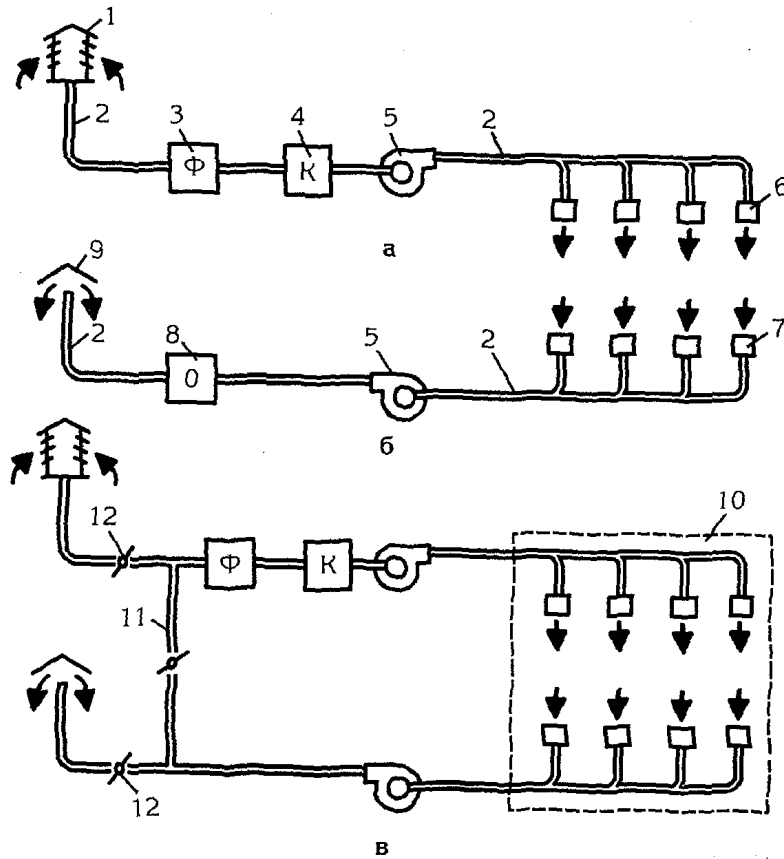
Загальнообмінна вентиляція має дві системи — припливну й витяжну, які одночасно подають у приміщення чисте повітря в нижній частині, а з верхньої частини видаляють забруднене.

Якщо питома маса шкідливих речовин більша за питому масу повітря і вони накопичуються знизу, тоді і витяжні пристрої розміщують у нижній частині приміщення.

При загальнообмінній вентиляції може бути чотири основні схеми організації повітрообміну: зверху вниз, зверху вгору, знизу вгору, знизу вниз (рис. 2.3).

Схеми зверху вниз (рис. 2.3, а) та знизу вгору (рис. 2.3, б) застосовують у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру, нижчу за температуру в приміщенні. Припливне повітря, перш ніж досягти робочої зони, нагрівається за рахунок повітря приміщення.

Інші дві схеми використовують тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища за температуру внутрішнього повітря.



**Рис. 2.3**  
Схема повітрообміну при загальнообмінній штучній вентиляції: а — приточній; б — витяжній; в — приточно-витяжній з рециркуляцією  
1 — повітрязабірний пристрій, 2, 11 — повітропровід, 3 — фільтр, 4 — калорифер, 5 — вентилятор, 6 — припливні отвори, 7 — витяжні отвори (насадки), 8 — пристрій для очищення повітря, 9 — пристрій для викиду повітря, 10 — витяжна система, 12 — клапани

Приймальні пристрої для забору зовнішнього повітря розміщують над покрівлею будівель, якщо відсутні викиди повітря, забрудненого шкідливими речовинами з місцевих відсмоктувальних систем, або якщо ці викиди відведені за межі аеродинамічної тіні, яку створює вітер, що набігає на будівлю, або якщо повітря, відсмоктане із заплених приміщень, очищене від пилу до допустимих концентрацій. Крім того, приймальні пристрої дозволяється розміщувати на одному рівні з отворами для видалення повітря, якщо відстань між ними не менше ніж 20 м.

Якщо у виробничих приміщеннях виділяються гази та пари із щільністю, що перевищує щільність повітря (пари кислот, бензину, гасу та ін.), то загальнообмінна вентиляція повинна забезпечувати видалення 60 % повітря з нижньої зони приміщення та 40 % — з верхньої. Якщо щільність менша за щільність повітря, то видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні.

#### 2.4.5. Припливно-витяжна загальнообмінна вентиляція

Даний вид вентиляції застосовується в приміщеннях, у яких необхідно забезпечити підвищений та надійний повітрообмін. Цей вид вентиляції облаштовується в приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих речовин і де витяжка повинна бути на 10 % більшою, ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялися в суміжні приміщення.

У системі припливно-витяжної вентиляції використовують не лише зовнішнє повітря, а й повітря приміщень після його очищення. Повторне використання повітря приміщень називається рециркуляцією і здійснюється в холодний період року для економії тепла, що витрачається на підігрівання припливного повітря. Для рециркуляції використовують лише повітря тих приміщень, де відсутні виділення шкідливих речовин.

Припливна механічна вентиляція проектується в приміщеннях зі значним тепловиділенням і низькою концентрацією шкідливих



речовин. Припливна вентиляція забезпечує подачу чистого зовнішнього повітря в приміщення, а видалення забрудненого повітря здійснюється через вентиляційні отвори, фрамуги, дефлектори. Повітрозабірні пристрої розташовують у місцях, де повітря не забруднене. Вони повинні знаходитися не нижче 2 м від рівня землі, викидних каналів витяжної вентиляції по вертикалі — нижче 6 м і по горизонталі — не ближче 25 м.

Витяжна загальнообмінна вентиляція застосовується там, де відсутні шкідливі речовини, кратність повітрообміну є невеликою, а також у допоміжних, побутових та складських приміщеннях.

Повітря, до складу якого входять вибухонебезпечні речовини або речовини, що неприємно пахнуть, видаляють в атмосферу вище рівня аеродинамічної тіні, яку створює будівля. Цього досягають за допомогою високих труб («факельні» викиди).

Повітря, що видаляється з приміщень витяжною загальнообмінною системою вентиляції, повинно викидатися в атмосферу на висоті, що перевищує найвищу точку покрівлі будови не менш як на 1 м.

#### 2.4.6. Методи розрахунку систем механічної вентиляції

Вентиляцію виробничих приміщень проектують, виходячи з умов забезпечення в робочій зоні метеорологічних умов, а також із вмісту шкідливих речовин у повітрі відповідно до вимог СН 245-71.

Проектування будівель без природної вентиляції з подачею в них повітря тільки засобами механічної вентиляції передбачає, що об'єм зовнішнього повітря має становити не менш як 60 м<sup>3</sup>/год на одного працюючого, але не менше однократного повітрообміну за годину.

Загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію приміщень без природного провітрювання слід проектувати так, щоб забезпечити не менше двох припливних і двох витяжних вентиляційних установок, із продуктивністю кожної не менше 50 % потрібного повітрообміну. Дозволяється проектувати по одній припливній і одній ви-



тяжній установці тільки тоді, коли вони забезпеченні резервним вентилятором, який автоматично включається при зупинці робочого.

Порядок розрахунку вентиляційної мережі такий:

1. Вибирають конфігурацію мережі залежно від розміщення обладнання, яке обслуговує вентиляційну систему.
2. Знаючи необхідну витрату повітря на окремих ділянках, визначають поперечні розміри повітроводів виходячи з допустимих швидкостей повітря (6–10 м/с).
3. Розраховують опір мережі, приймаючи за розрахункову найбільш протяжну магістраль.
4. За каталогами підбирають вентилятор та електродвигун.

Основним завданням розрахунку загальнообмінних систем вентиляції є визначення кількості повітря  $L$  (м<sup>3</sup>/год), що необхідно подати або вилучити з приміщення.

Повітрообмін, як правило, визначають розрахунковим шляхом за конкретними даними про кількість виділень теплоти, вологи, парів, газів, пилу.

Для приміщень з нормальним мікрокліматом без виділення шкідливих речовин повітрообмін  $L$  (м<sup>3</sup>/год) визначають так:

$$L_n = n \cdot q, \quad (2.8)$$

де  $n$  — кількість працівників;

$q$  — витрата повітря на одного працюючого, (м<sup>3</sup>/год).

Якщо на одного працюючого в приміщенні припадає менш як 20 м<sup>3</sup> об'єму приміщення, то  $q = 30$  м<sup>3</sup>/год; якщо понад 20 м<sup>3</sup>, то  $q = 20$  м<sup>3</sup>/год.

Для підрахунку тепловиділень необхідно виходити з таких міркувань:

1. Кількість тепла, що виділяється людьми —  $W_1$ , залежить від інтенсивності праці. При легкій праці — менше 150 ккал/год, при роботі середньої важкості — від 150 до 250 ккал/год, при важкій — понад 250 ккал/год.



Звідси:

$$W_1 = 150 (250) \text{ ккал} \times \text{число працюючих.} \quad (2.9)$$

2. При повному переході механічної енергії в теплову виділяється:

- 632 ккал (630), якщо величина виконаної роботи 1 к. с.;
- 864 ккал (860), якщо величина виконаної роботи 1 кВт.

Фактично механізми виділяють у вигляді тепла лише частину енергії — близько 70 %. Тому величину тепловиділення механізмів можна підрахувати за формулою:

$$W_2 = 0,8 \cdot N \cdot 860, \text{ або } W_2 = 0,8 \cdot N \cdot 630, \quad (2.10)$$

де  $N$  — сумарна потужність механізмів, що працюють одночасно.

3. Тепловиділення з поверхні нагрітих агрегатів обладнання відбувається за рахунок таких процесів:

- а) конвекції, що залежить від величини поверхні і її положення (вертикальні поверхні віддають тепла шляхом конвекції менше, ніж горизонтальні);
- б) радіації — величина її залежить від температури нагрітої поверхні і її площі.

Сумарна величина тепловиділення з нагрітих виробничих поверхонь розраховуються за формулою:

$$W_3 = a \cdot \Delta t \cdot \sqrt[4]{\Delta t} + c \left( \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right) \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{год}, \quad (2.11)$$

де  $a$  — коефіцієнт конвекції, для вертикальних поверхонь  $a = 2,2$ , для горизонтальних —  $2,8$ ;

$\Delta t$  — різниця температур нагрітої поверхні і температури повітря;

$c$  — коефіцієнт радіації, для будівельних матеріалів  $c = 3,4$ ;



$T_1$  — абсолютна температура нагрітої поверхні;

$T_2$  — абсолютна температура поверхні стін (як правило, на 3–5 °С нижча від бажаної температури повітря).

При невисоких температурах випромінювання обладнання незначне й тому розрахунок можна проводити за першою (лівою) половиною формули, що враховує тільки конвекційне тепловиділення:

$$W = a \cdot \Delta t \cdot \sqrt{\Delta t}. \quad (2.12)$$

4. Тепловиділення від нагрітого в приміщенні матеріалу, гарячої рідини та ін. розраховується за формулою:

$$W_4 = P \cdot C(t_{\text{поч}} - t_{\text{кін}}), \quad (2.13)$$

де  $W_4$  — тепловиділення, ккал/год;

$P$  — вага матеріалу, кг;

$C$  — теплоємність матеріалу (кількість калорій тепла, необхідна для нагріву 1 кг матеріалу на 1 °С);

$t_{\text{поч}}$  — температура нагрітого матеріалу при надходженні в приміщення;

$t_{\text{кін}}$  — температура нагрітого матеріалу при винесенні його з приміщення.

5. Тепло, яке надходить у приміщення за рахунок сонячної радіації, враховується тільки в теплий період року. Кількість його приблизно така ж, яку втрачає приміщення через зовнішні огороження конструкції внаслідок різниці температур ззовні і всередині. Тому при приблизних розрахунках його можна не враховувати, якщо не враховуються тепловитрати.

Загальна кількість тепловиділень ( $W$ ) підраховується за формулою:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + \dots + W_n. \quad (2.14)$$



Для цехів з виділенням надлишкового тепла кількість припливного повітря визначається з умови асиміляції цього тепла:

$$L = \frac{Q_{над}}{C \cdot \gamma (t_e - t_n)}, \quad (2.15)$$

- де  $Q_{над}$  — надлишкове тепло в цеху, кДж/год;  
 $C$  — питома теплоємність повітря при постійному тиску, що дорівнює 1 кДж/(кг · °С);  
 $\gamma$  — щільність припливного повітря, кг/м<sup>3</sup>;  
 $t_e$  — температура повітря, що виходить з цеху, °С;  
 $t_n$  — температура припливного повітря, °С.

Завдання вентиляції як способу боротьби з надмірним вологовиділенням — підтримування відносної вологи повітря приміщень на рівні, що буде забезпечувати нормальний тепловий баланс в організмі людини й попереджувати утворення конденсату водяної пари.

Вологовиділення з відкритих поверхонь визначається за формулою:

$$G = \frac{45,6 \cdot C \cdot S (P_n - P_e)}{B}, \quad (2.16)$$

- де  $G$  — кількість рідини, що випаровується, кг/год;  
 $S$  — площа поверхонь, що виділяють вологу, м<sup>2</sup>;  
 $P_n$  — пружність водяних парів, що випаровуються, мм рт. ст.;  
 $P_e$  — пружність водяних парів у повітрі приміщення, мм рт. ст.;  
 $C$  — коефіцієнт руху повітря (за відсутності руху  $C = 0,56$ , при невеликих швидкостях  $C = 0,7$ , при виробничих джерелах руху  $C = 0,84$ );  
45,6 — постійна величина;  
 $B$  — нормальний барометричний тиск, 760 мм рт. ст.



Розрахунок можна виконати за формулою:

$$P_e = \frac{M \cdot \varphi}{100}, \quad (2.17)$$

- де  $P_e$  — пружність водяної пари в повітрі при температурі й відносній вологості, що відповідають законодавству;  
 $M$  — максимальна пружність водяної пари при цій температурі;  
 $\varphi$  — відносна вологість, %.

Для цехів, де виділяються шкідливі речовини, повітрообмін визначають за кількістю шкідливих газів, парів, пилу, що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх припливним повітрям до гранично допустимих концентрацій.

Необхідний повітрообмін за кількістю шкідливих речовин, що надходять у приміщення, розраховують за формулою:

$$L = L_{0,3} + \frac{Z - L_{0,3} (Z_{0,3} - Z_n)}{Z_e - Z_n}, \quad (2.18)$$

- де  $L_{0,3}$  — кількість повітря, що видаляється з робочої зони за допомогою загальнообмінної вентиляції, м<sup>3</sup>/год;  
 $Z$  — кількість шкідливих речовин, що надходять у приміщення, мг/год;  
 $Z_{0,3}$  — концентрація шкідливих речовин у повітрі, що видаляється, мг/м<sup>3</sup>;  
 $Z_e$  — концентрація шкідливих речовин у повітрі, що видаляється з приміщення за межами робочої зони, мг/м<sup>3</sup>;  
 $Z_n$  — концентрація шкідливих речовин у повітрі, що подається в приміщення ( $Z_n \leq 0,3$  ГДК).



Або за формулою:

$$L = \frac{U}{K_1 - K_2}, \quad (2.19)$$

де  $U$  — кількість шкідливих речовин, що надходять у повітря цеху, мг/год;

$K_1$  — гранично допустима концентрація шкідливих речовин, що надходять у повітря цеху, мг/м<sup>3</sup>;

$K_2$  — концентрація тих самих шкідливих речовин у припливному повітрі, мг/м<sup>3</sup>.

Для приміщень, де немає шкідливих виділень (або кількість їх незначна), приплив (витяжку) повітря можна визначити за кратністю повітрообміну  $K$  — відношенням об'єму повітря, що подається (вилучається) за одиницю часу  $L$  (м<sup>3</sup>/год), до об'єму приміщення  $V_n$  (м<sup>3</sup>):

$$K = \frac{L}{V_n}. \quad (2.20)$$

Кратність повітрообміну ( $K = 1, 2, 3, \dots, n$ ) показує, скільки разів протягом години необхідно замінити весь об'єм повітря в даному приміщенні для створення нормальних умов повітряного середовища. Визначивши за довідковими даними кратність повітрообміну і знаючи об'єм приміщення, можна підрахувати кількість припливного чи вилученого повітря.

Розрахунок повітрообміну за наведеною формулою можна виконати лише при визначенні фактичних значень кратності обміну з відношення:

$$K = \frac{q_\phi}{q_1}, \quad (2.21)$$

де  $q_\phi$  — фактична концентрація шкідливих речовин, що досягла цього значення протягом однієї години, мг/м<sup>3</sup>;

$q_1$  — гранично допустима концентрація шкідливої речовини, мг/м<sup>3</sup>.

Розраховуючи місцеву витяжну вентиляцію, кількість повітря, що вилучається місцевою витяжкою (зонд, панель, шафа), можна підрахувати за формулою:

$$L = F \cdot V \cdot 3600 \text{ (м}^3\text{/год)}, \quad (2.22)$$

де  $F$  — площа поперечного перерізу отвору місцевої вентиляції, м<sup>2</sup>;  
 $V$  — швидкість руху вилученого повітря в цьому отворі (приймається від 0,5 до 1,7 м/с залежно від токсичності та летючості газів та парів).

Розрахунки повітрообміну для проектування вентиляції ставлять собі за мету забезпечення належного санітарного стану у виробничих приміщеннях під час даного робочого процесу.



## 2.5. Освітлення виробничих приміщень

### 2.5.1. Вплив умов освітлення на зорову функцію

Основним елементом життєвого середовища є світло. Створення задовільних умов бачення сприяє не тільки підвищенню продуктивності праці, а й запобігає виникненню виробничого травматизму.

Практичне значення освітлення полягає в тому, що воно дозволяє людині виконувати зорову роботу, бачити предмети, встановлювати їх розміри, форму, колір та ін. Сітківка ока, за влучним висловом, є «винесеною назовні частиною мозку». Тому зір і мислення пов'язані воедино і біологічна дія світла на людину супроводжується психофізіологічним та естетичним впливом.

Око людини надзвичайно чутливе до умов освітлення й має здатність пристосовуватися до різноманітних умов яскравості. Межа яскравості, за якої око може функціонувати, характеризується відношенням одиниці до 10 більйонів.

Здатність ока реагувати як на дуже слабку, так і на дуже інтенсивну яскравість пояснюється властивостями сітківки, яка сприймає світлові подразники. Око може сприймати як мале, так і дуже інтенсивне світло, але перехід з одного режиму бачення в інший відбувається поступово.

Здатність ока пристосовуватися до зміни яскравості навколишнього фону називається адаптацією. Адаптація буває темнова — при переході від більшої яскравості до меншої, і світлова — при зворотному переході.

Дані про темнову і світлову адаптацію свідчать про необхідність уникати під час технологічних процесів різких переходів від однієї яскравості до іншої.

Регулятором кількості світла, що надходить в око, є зіниця. Вона відіграє таку саму роль, як і діафрагма у фотоапараті, від розкриття якої залежить яскравість відображення на плівці. Коли інтенсивність світла висока, зіниця рефлекторно звужується, якщо низька — розширюється; при цьому діаметр її може змінюватися приблизно від 2 до 8 мм.



Порушення зорової функції організму пов'язані із цілим рядом професій і є наслідком особливостей трудової діяльності або нераціонального освітлення робочих місць. Нераціональне освітлення є причиною функціональних зрушень з боку зорового аналізатора, що призводить до погіршення таких функцій зору:

- а) гостроти зору, тобто здатності розпізнавати дрібні предмети;
- б) контрастної чутливості, тобто здатності розпізнавати яскравість;
- в) швидкості зорового сприйняття, тобто мінімального проміжку часу, необхідного для розпізнавання об'єкта;
- г) стійкості ясного бачення, тобто здатності тривалий час розпізнавати контури дрібних предметів;
- д) видимості об'єкта, тобто здатності ока чітко розпізнавати предмети, що розглядаються;
- е) пропускна здатність зорового аналізатора.

Фізіологічний рівень вказаних вище функцій у різних людей суто індивідуальний, але він завжди знижується після напруженої зорової роботи, за умов недостатнього або нераціонально влаштованого освітлення, а також у разі загальної втоми.

Світло впливає не лише на зорову функцію людини. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека нещасних випадків. За статистичними даними, до 20 % нещасних випадків здійснюється внаслідок недостатнього й нераціонального освітлення.

Нераціональне освітлення приміщень призводить до зорового дискомфорту, посилює зорову втому, знижує розумову й фізичну працездатність, сприяє розвитку ряду захворювань.

При належному освітленні не буває захворювань на професійну хворобу — ністагм, ознаками якого є судорожний рух яблука ока, трясіння головою, послаблення зору й різке зниження видимості при заході сонця. Хворому на ністагм світло нерухомої лампи вважається стрибачим. Вважається, що причиною ністагму є часта зміна світла і тіней при слабкому штучному освітленні.





При зниженні зорової функції виникають такі захворювання, як близорукість, катаракта та ін. Однак не тільки недостатнє освітлення, а й надмірно яскраве освітлення погано позначається на зоровій функції організму. При надмірній яскравості джерел світла може відбутися засліплення працівника. Надмірна освітленість та неоднорівномірна яскравість навколишніх предметів призводить до частоті переадаптації очей під час виконання роботи і, як наслідок цього, до швидкого втомлювання органів зору.

### 2.5.2. Основні світлотехнічні терміни

У світлотехніці прийнято систему величин, в основі якої лежить світлове відчуття. Світлове відчуття оцінюється оком людини залежно від потужності світлового потоку.

Одиницею світлового потоку є люмен (лм).

Люмен — це світловий потік від еталонного точкового джерела в одну канделу (кд — міжнародна свічка), що його випромінює абсолютно чорне тіло за температури 2042 К площею  $5305 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$ . Про величину люмена можна судити з таких даних: влітку при суцільній хмарності на  $1 \text{ см}^2$  поверхні землі падає світловий потік, що дорівнює 1 лм, а при сонячному освітленні — 10 лм.

Щоб оцінити якість освітлення, використовують показники, які є похідними від основної величини світлового потоку.

Сила світла  $I$  — це величина, що визначається відношенням світлового потоку  $\Phi$  до тілесного кута  $\omega$ , у якому цей потік рівномірно розповсюджується:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}. \quad (2.23)$$

За одиницю сили світла прийнята кандела (кд) — сила світла точкового джерела, що випромінює світловий потік усередині тілесного кута величиною в 1 стерadian.



Поверхнева щільність світлового потоку, що падає на одиницю площі, називається освітленістю. Одиниця освітленості  $E$  — люкс (лк).

Освітленість  $E$  — це відношення світлового потоку  $\Phi$  величиною 1 лм, що падає на поверхню площею  $1 \text{ м}^2$  і рівномірно на ній розподіляється.

$$E = \frac{\Phi}{S}. \quad (2.24)$$

Око людини здатне бачити об'єкти при їх освітленості 0,1 лк. Щоб уявити величину освітленості, можна навести такий приклад: при повному місяці освітленість становить 0,2 лк, а в білі ночі — 2–3 лк.

Величина, яку безпосередньо фіксує око людини, називається яскравістю. Вона характеризує відношення сили світла, що випромінюється від тіла в певному напрямку, до площі, що світиться. Одиниця яскравості — нт (нт).

Уявлення про величину яскравості можна отримати з таких даних: яскравість неба при середній хмарності 1600 нт; хмар, освітлених сонцем, — 3200 нт; снігової вершини — 27 000 нт.

Видимість будь-якого предмета залежить від якісних і кількісних характеристик освітлення.

Видимість характеризує здатність ока сприймати й розпізнавати об'єкт. Видимість залежить від освітленості, розмірів об'єкта розпізнавання, його яскравості, контрасту між об'єктом і фоном, тривалості експозиції.

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

Контраст між об'єктом і фоном — це співвідношення яскравостей об'єкта розпізнавання та фону (крапка, лінія).



Контраст об'єкта вважається малим, якщо яскравість об'єкта відносно до фону відрізняється незначною мірою, середнім — коли вони помітно відрізняються, великим — коли вони різко відрізняються.

Для вимірювання світлотехнічних величин застосовують люксметри, фотометри та ін.

### 2.5.3. Вимоги до виробничого освітлення

Необхідно створювати такі умови для зорової роботи, щоб не стомлювалися очі, не виникали професійні захворювання, не траплялися нещасні випадки, а освітленість щоб сприяла підвищенню продуктивності праці. Для цього необхідно, щоб освітлення відповідало таким вимогам:

- створювало на робочій поверхні рівень освітленості, що відповідає встановленим нормам і характеру даної роботи;
- забезпечувало достатню рівномірність та постійність освітленості, що зменшило б необхідність переадаптації органів зору;
- не створювало сліпучої дії як від джерел світла, так і від предметів, що знаходяться в полі зору;
- не створювало на робочих поверхнях різких та глибоких тіней;
- було достатнім для розрізнення деталей, що освітлюються;
- було надійним та простим в експлуатації, економічним та естетичним.

### 2.5.4. Види й системи освітлення

Залежно від джерела світла освітлення виробничих приміщень може бути природним, штучними та інтегральним, коли недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на одно- або двостороннє бічне, що здійснюється через вікна в зовнішніх стінах, верхнє (через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях) та комбіноване, тобто при поєднанні верхнього та бічного освітлення.

Штучне освітлення буває загальним, місцевим і комбінованим. Загальне штучне освітлення проектується так, щоб світло розподілялося по всьому освітлюваному просторі. Його проектують на всю площу приміщення для виконання робіт невисокої точності. Місцеве освітлення проектується для створення відповідного освітлення тільки в зоні виконання робіт. Використання лише місцевого освітлення не допускається, оскільки може призвести до контрасту між яскраво освітленою поверхнею та недостатньо освітленими предметами, що шкідливо позначається на зоровій функції людини й може бути причиною нещасного випадку. Тому використовують поєднання загального й місцевого освітлення. Таке комбіноване освітлення створюється там, де проводяться роботи високої точності, де потрібно спрямовувати світловий потік на робочу поверхню, коли характер робіт вимагає напруження органу зору.

Розміщення світильників загального освітлення повинно бути рівномірним і симетричним. Висота підвісу світильників залежить від їх конструкції і потужності ламп (2–4 м).

За функціональним призначенням штучне освітлення буває робочим, аварійним, евакуаційним та охоронним.

Робоче освітлення служить для забезпечення нормальної світлової обстановки на робочих місцях.

Аварійне освітлення проектується на випадок виходу з ладу робочого освітлення. Розрізняють два різновиди аварійного освітлення: аварійне освітлення для продовження роботи та аварійне освітлення для безпечної евакуації людей.

Аварійне освітлення для продовження роботи передбачається в тому випадку, коли вихід з ладу робочого може спричинити вибух, пожежу, отруєння людей або призведе до порушення технологічного процесу, нормальної роботи життєво важливих об'єктів — електростанцій, диспетчерських пунктів, вузлів зв'язку, насосних установок та ін.

На згаданих та аналогічних за характером об'єктах одночасно з робочим проектують аварійне освітлення, яке має незалежне джере-



ло струму, що гарантує не менше 10 % робочого освітлення, але не менш як 2 лк всередині приміщення і не нижче за 1 лк на виробничих площах.

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення. Світильники евакуаційного освітлення необхідно влаштовувати в місцях, безпечних для проходження людей, у допоміжних приміщеннях, де можуть одночасно знаходитися понад 100 осіб, у виробничих приміщеннях, де працює понад 50 робітників. Ці світильники за типом, розміром і кольором повинні відрізнятися від світильників робочого освітлення. Мінімальна освітленість при евакуаційному освітленні повинна бути не менше 0,5 лк, а на відкритих майданчиках — не менше 0,2 лк.

Охоронне освітлення облаштовується по периметру території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом. Найменша освітленість на рівні землі має бути не нижчою за 0,5 лк.

Чергове освітлення передбачається в неробочий час. Для цього виду освітлення використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

### 2.5.5. Природне освітлення

Упродовж еволюції намагання вижити було домінуючим мотивом існування всіх живих організмів. Життя обривалося тоді, коли жертва не могла вчасно помітити небезпеку. Органи зору мали діяти в сутінках і навіть при світлі зірок, коли енергія світла надходила лише порціями. Щоб вижити, щоб краще побачити небезпеку, яка насувалася, необхідно було зібрати й використати кожен фотон світла.

Природне, або денне, світло — це поєднання сонячного світла й дифузного світла небосхилу. Сонце посилає у світовий простір велику кількість променевої енергії, з якої на поверхню Землі потрапляє лише  $10^{-9}$  її частина.



Сонячне світло має величезне біологічне й гігієнічне значення, бактерицидні та оздоровчі властивості.

Природне світло дає змогу мати в приміщенні зоровий контакт з навколишнім світом, а його зміна залежно від часу, хмарності усуває монотонність у роботі. Людина без природного світла почуває себе ізольованою від зовнішнього світу, втрачає почуття часу, болісно сприймає одноманітність і статистичність світлового середовища.

Для зорової роботи при штучному освітленні можна створити умови праці навіть кращі, ніж при природному, але світловий режим за своїми світлотехнічними, біологічними й психологічними показниками не буде еквівалентним природному світлу.

Проектування природного освітлення зводиться до того, щоб раціонально використати природний ресурс світлової енергії в даній місцевості. Створення оптимального світлового режиму, світлового комфорту пов'язане не тільки з організацією нормальних умов праці, але і з психофізичним значенням його для органів зору й сприятливою дією на самопочуття людини.

Було б несправедливо вважати, що природне світло не потребує значних витрат при будівництві та експлуатації будівель. Витрати, пов'язані з експлуатацією світлоотворів досить великі й залежать від їх конструкції, а також від кліматичних особливостей місцевості та призначення будівлі.

Великі віконні отвори мають значно більшу тепловіддачу, ніж стіни. Улітку в таких будівлях погіршується стан повітряного середовища внаслідок їх перегрівання сонячним світлом, а в зимовий час виникає холодова радіація.

Паралельно з вищевикладеним при проектуванні природного освітлення будівель потрібно враховувати світлокліматичні особливості району будівництва, призначення приміщень, вимоги залежно від характеру зорової роботи. Проектування природного освітлення ведеться на підставі обчислень, які мають на меті обґрунтувати тип, форму й розміри світлоотворів і відповідність їх нормативним вимогам.

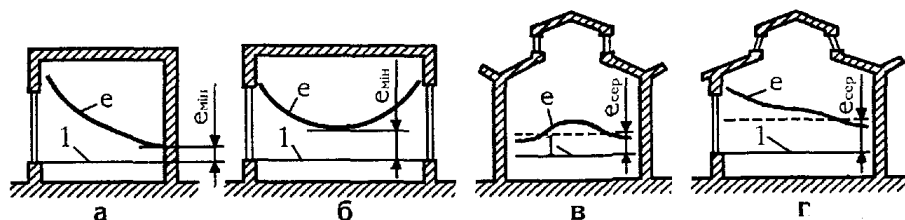


Рис. 2.4

Схема природного розподілу освітлення: а — одностороннє бічне; б — двостороннє бічне; в — верхнє; г — комбіноване  
1 — рівень робочого майданчика, е — освітлення

Світлові отвори є основним елементом, від розмірів і форми яких залежить оптимальний природний світловий режим у будівлях. У промислових приміщеннях їх поділяють на вікна й ліхтарі (рис. 2.4).

Природному освітленню властиві такі недоліки: воно не постійне в часі, динамічно змінюється протягом року, дня, досягаючи максимуму в липні і в полудень і мінімуму в кінці дня і в грудні. Яскравість точок небосхилу змінюється в значних межах залежно від положення Сонця на небосхилі, ступеня й характеру хмарності, прозорості атмосфери та інших причин.

Визначити значення природного освітлення в приміщенні в абсолютних величинах неможливо, тому виникла необхідність ввести поняття коефіцієнта природного освітлення (КПО). Це відношення освітлення в даній точці приміщення  $E_e$  до одночасного зовнішнього освітлення горизонтальної площини, що знаходиться на відкритому місці  $E_3$  й освітлюється всім небосхилом при дифузному світлі небосхилу, %:

$$КПО = \frac{E_e}{E_3} \cdot 100\% \quad (2.25)$$

В основі визначення КПО — розмір об'єкта, що розпізнається в даний момент. Істотне значення має те, у якому поясі світлового клімату знаходиться підприємство, оскільки природне освітлення залежить від кількості сонячних днів протягом року, а також від стійкості снігового покриву. Нормування природного освітлення здійснюється через КПО залежно від світлового поясу й призначення приміщення відповідно до СНіП II-4-79 «Природне і штучне освітлення».

Природна освітленість у приміщенні залежить від надходження прямих сонячних променів, кількості, величини й конструкції вікон, орієнтації їх за сторонами горизонту, а також від світла, що відбивається від земної поверхні, суміжних будівель та огорожуючих поверхонь будівлі. Розрахунок КПО в будь-якій точці приміщення здійснюється за формулою:

$$E = E_n + E_e + E_b + E_s, \quad (2.26)$$

де  $E_n$  — КПО за таблицями з урахуванням коефіцієнта світлопропускання  $\tau$ ;

$E_e$  — КПО, що створюється світлом, відбитим від стелі, стін і підлоги;

$E_b$  — КПО, що створюється світлом, відбитим від протилежних і суміжних будівель;

$E_s$  — КПО, що створюється світлом, відбитим від земної поверхні, якщо поряд немає будівель.

Середній коефіцієнт відбиття внутрішніх поверхонь визначається за формулою:

$$P_{сер} = \frac{\rho_1 \cdot S_1 + \rho_2 \cdot S_2 + \rho_3 \cdot S_3}{S_1 + S_2 + S_3}, \quad (2.27)$$

де  $\rho_1, \rho_2$  і  $\rho_3$  — коефіцієнти відбиття світла від стін, стелі і підлоги;  
 $S_1, S_2$  і  $S_3$  — відповідні площі стін і підлоги.



Есометричні розміри вікон визначають за формулою:

$$S_{\sigma} = \frac{e_{\text{ср}} \cdot \eta_{\text{л}} \cdot S_{\text{п}}}{100 \cdot r_{\text{сб}} \cdot r_2}, \quad (2.28)$$

де  $S_{\sigma}$  — площа вікон, м<sup>2</sup>;  
 $S_{\text{п}}$  — площа підлоги, м<sup>2</sup>;  
 $e_{\text{ср}}$  — нормативне значення КПО для даного приміщення;  
 $r_{\text{сб}}$  — загальний коефіцієнт світлопропускання;  
 $r_2$  — коефіцієнт, що враховує вплив відбитого світла;  
 $\eta_{\text{л}}$  — світлова характеристика ліхтарів.  
Щоб визначити розміри вікон при бічному розміщенні  $S_{\text{бс}}$ , використовують формулу:

$$S_{\text{бс}} = \frac{e_{\text{мін}} \cdot \eta_{\text{в}} \cdot S_{\text{п}} \cdot K}{r_3 \cdot r_1}, \quad (2.29)$$

де  $e_{\text{мін}}$  — нормативне мінімальне значення КПО;  
 $\eta_{\text{в}}$  — світлова характеристика вікна;  
 $S_{\text{п}}$  — площа підлоги, м<sup>2</sup>;  
 $r_3$  — загальний коефіцієнт світлопропускання;  
 $r_1$  — коефіцієнт впливу відбитого світла;  
 $K$  — коефіцієнт затінення від протилежних будівель.  
При визначенні розмірів світлових отворів допускається відхилення розрахункової величини на  $\pm 10\%$ .

Якщо в розрахунках дійсна величина КПО вища за нормативне значення, вікна запроектовано правильно. Якщо ж дійсна величина КПО в розрахунках дещо нижча або дорівнює нормативному значенню, то слід змінити їх розміри.

Порівняння нормативного значення КПО проводять за кривою освітленості, яку будують на робочій площині характерного розрізу будівлі за графіками Данилюка.

### 2.5.6. Штучне освітлення

При штучному освітленні можна створити умови зорової праці навіть кращі, ніж при природному, але світловий режим за своїми світлотехнічними, біологічними та психологічними показниками не буде еквівалентним природному світлу.

У більшості працівників, що працюють у приміщеннях з винятково штучним освітленням, спостерігаються неприємні відчуття при виході з приміщення й особливо при вході в нього. Неприємні відчуття пояснюються великою різницею в рівнях яскравості всередині й ззовні приміщення, а також унаслідок одноманітності й статичності світлової обстановки.

Щоб усунути негативний вплив, гігієністи рекомендують таке:

- змінювати рівень штучного освітлення в часі аналогічно природному освітленню (вищі рівні в денні часи);
- змінювати спектральний склад протягом доби (удень використовувати холодні люмінесцентні лампи, увечері — теплі, що будуть імітувати природний світловий режим);
- обмірковувати кольорове оформлення виробничих приміщень (відчуття світлового комфорту створюється тоді, коли у виробничих приміщеннях переважають теплі тони).

У житті сучасної людини штучне освітлення відіграє колосальну роль. Воно дозволяє використовувати нічні години для продовження праці. Тому протягом усієї історії людства відбувався й відбувається безперервний прогрес в галузі вдосконалення штучних джерел світла. Джерела світла вдосконалювалися дуже повільно. Ще всередині позаминулого століття джерелом світла були лише свічки, масляні лампи, у деяких випадках газові ліхтарі, а в селах — лучина.

Револьюційний стрибок у техніці штучного освітлення був здійснений у кінці XIX ст., коли на площах Мадрида, Парижа, а пізніше й Петербурга з'явилися електричні лампи. Спочатку це були дугові лампи «свічка Яблочкова». Подальший розвиток техніки освітлення пішов по шляху застосування більш зручних в експлуатації ламп розжарювання О. М. Лодигіна (1873 р.).



Однак невисока світлова віддача цих ламп змусила вдатися до послуг нових, більш досконалих, економічних, потужних та з більшим терміном служби ламп, унаслідок чого з'явилися нові джерела світла.

### 2.5.7. Характеристика джерел штучного освітлення

До найбільш розповсюджених джерел світла належать лампи розжарювання — нормальні, дзеркальні та прожекторні.

Джерелом світла в них є спіральна вольфрамова нитка, а основним параметром — температура її розжарювання. Найважливішою характеристикою лампи є світлова віддача — відношення світлового потоку лампи до потужності, яку вона споживає. З метою підвищення світлової віддачі лампи випускають з подвійною спіраллю вольфрамової нитки (біспіральні).

Недоліками ламп розжарювання є велика яскравість і блиск, які спричинюють сліпучу дію на очі, що може призвести до травм та аварій.

У спектрі випромінювання ламп розжарювання домінують жовто-червоні промені з недостатньою кількістю синіх та фіолетових порівняно з природним світлом. Тому склад випромінювання цих ламп змінює кольорову передачу, яка не дозволяє ефективно використовувати їх для освітлення при роботах, пов'язаних з необхідністю точного розпізнавання кольорів. Суттєвим недоліком цих ламп є висока температура нагрівання (140 °С), що робить їх пожежонебезпечними.

Недоліки ламп розжарювання зумовили пошук нових джерел світла. Цю проблему вдалося вирішити завдяки використанню явища люмінесценції. Відкриття й використання люмінісцентних ламп розширило можливості використання світла в житті людини.

Конструктивно люмінісцентна лампа являє собою циліндричну скляну трубку, внутрішня поверхня якої вкрита тонким шаром люмінофорів. Залежно від люмінофору, що впливає на колір випромінювання, лампи мають різний спектральний склад і служать джерелом денного, білого, м'якого й кольорового освітлення.



Перевагою цих ламп є те, що поверхня трубки нагрівається лише до 40–50 °С, що має неабияке значення, особливо за умов жаркого мікроклімату.

Люмінісцентні лампи мають незначний ступінь яскравості, не чинять сліпучої дії, дають м'яке розсіяне світло з майже повною відсутністю тіней і блисків. Термін експлуатації лампи становить до 10 тис. годин, а світлова віддача в 3–5 разів перевищує світлову віддачу ламп розжарювання.

Основним недоліком люмінісцентних ламп є пульсація світлового потоку, що може зумовити виникнення стробоскопічного ефекту.

Стробоскопічний ефект — це явище спотворення зорового сприйняття об'єктів, що рухаються чи обертаються. Воно виникає тоді, коли збігається кратність змін частотних характеристик об'єктів і світлового потоку. Це може стати причиною аварій і травм, оскільки об'єкт, що рухається чи обертається, може здатися нерухомим. Тому ці лампи не використовуються для місцевого освітлення.

Недоліком цих ламп є й те, що вони потребують додаткових пристроїв для вмикання їх у мережу (дроселі й конденсатори). Це ускладнює конструкцію, спричинює шум (дроселів) і збільшує час між вмиканням і запалюванням ламп.

На термін служби цих ламп помітно впливає напруга в мережі. Підвищення напруги призводить до руйнування ламп, а зниження — до того, що вони взагалі не вмикаються.

Серед інших джерел освітлення велика роль належить дуговим ртутно-люмінісцентним лампам високого тиску (ДРЛ), які використовуються для освітлення вулиць, площ, архітектурних і промислових комплексів. Лампи дають біле світло, яке забезпечує точне відтворення природних кольорів.

### 2.5.8. Освітлювальні установки

Освітлювальною установкою називається сукупність освітлювальної арматури з лампою. Їх поділяють на дві групи: установки



для освітлення близько розміщених предметів називають світильниками, а для освітлення віддалених предметів — прожекторами.

Основне призначення світильників зводиться до того, щоб:

- створити з найменшими витратами відповідний рівень освітленості;
- захистити очі людини від сліпучої яскравої дії джерела світла й створити сприятливі умови для здорової праці;
- перерозподілити світловий потік у потрібному напрямку;
- захистити джерело світла від механічних пошкоджень.

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

Джерело світла саме по собі випромінює світловий потік у всіх напрямках, завдання ж полягає в тому, щоб забезпечити необхідну освітленість робочих поверхонь. Перерозподіл світлового потоку досягається тим, що використовуються різні розсіювачі й відбивачі.

За характером розподілу світлового потоку світильники поділяють на п'ять груп: прямого, переважно прямого, розсіяного, переважно відбитого та відбитого світла. Найпоширенішими є світильники прямого світла, у них не менше 90 % світлового потоку випромінюється в нижню півсферу.

Другою функцією арматури є захист очей від надмірної яскравості джерела світла. Захист очей від сліпучої дії лампи здійснюється так званим захисним кутом світильника.

Захисний кут світильника — це кут між горизонтальною лінією, яка проходить через нитку розжарювання лампи та лінією, що з'єднує нитку розжарювання з протилежним краєм освітлювальної арматури.

Світильники, що мають захисний кут менше 30 °С, не забезпечують повного захисту очей.

Освітлювальна арматура захищає джерело світла від механічних пошкоджень, а також від пилу, який, осідаючи на колбу, поглинає значну частину світлового потоку.

Залежно від конструктивного виконання, що визначає ступінь захисту джерела світла від механічних пошкоджень та впливів зовнішнього середовища, освітлювальні установки поділяють на шість груп: відкриті (захист відсутній), захищені, пилозахищені, вологозахищені (захищені від потрапляння води, пилу), вибухозахищені (підвищеної надійності проти вибуху) і спеціального призначення.

У світильників, які призначені для освітлення пожежонебезпечних приміщень, конструкція освітлювальної арматури повинна бути такою, щоб повністю виключити потрапляння легкозаймистого пилу всередину світильника.

Висота розміщення світильника залежить від його конструкції та потужності ламп. Найвигідніша висота підвісу світильників становить 2–4 м.

Невідповідність світлотехнічних характеристик світильника розмірам та призначенню приміщення знижує якість та безпечність освітлювальної установки, а в окремих випадках спричинює пожежу чи вибух. Тому обраний тип світильника повинен мати необхідний ступінь захисту від умов середовища, де він встановлюється. Особливо жорсткі вимоги до світильників у вибухо- та пожежонебезпечних приміщеннях.

### 2.5.9. Методи розрахунку штучного освітлення

Для світлотехнічних розрахунків необхідно визначити такі параметри: норму освітленості, вид та систему освітлення, джерело світла, тип світильників, їх кількість та розміщення. Вибір норми освітлення залежить від розміру об'єкта розпізнавання, розряду зорової роботи, контрасту та виду світильника.

Вказані питання вирішуються на основі ознайомлення з характером зорової роботи й технологією виробництва.

У процесі експлуатації рівень освітленості знижується внаслідок зменшення світлового потоку та забруднення арматури й приміщення. Щоб запобігти цьому, при розрахунках вводять коефіцієнт,



що підвищує значення освітлення порівняно з нормативним. Він називається коефіцієнтом запасу й добирається залежно від виділення пилу, диму чи кіптяви в приміщеннях.

Добір певної системи освітлення та тип світильників визначається характером та умовами виробничого середовища.

Для розрахунку штучного освітлення використовують три методи:

- метод коефіцієнта використання світлового потоку;
- метод питомої потужності;
- точковий метод.

1. Метод коефіцієнта використання світлового потоку застосовується для розрахунків загального рівномірного освітлення чистих приміщень. Цей метод дозволяє враховувати як прямий світловий потік, так і відбитий від стелі та стін.

Світловий потік однієї лампи  $\Phi$  визначається за формулою:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot K_z \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (2.30)$$

- де  $E_n$  — нормативне значення освітленості, лк;  
 $K_z$  — коефіцієнт запасу ( $K_z = 1,3 - 1,8$ );  
 $S$  — площа приміщення,  $m^2$ ;  
 $Z$  — коефіцієнт нерівномірності освітлення ( $Z = 1,1 - 1,15$ );  
 $N$  — кількість світильників;  
 $\eta$  — коефіцієнт використання світлового потоку.

За розрахунковими значеннями світлового потоку добирають найближчу стандартну лампу, потік якої може відрізнятись від розрахункового не більш як на 10–20 %.

Коефіцієнт  $Z$  залежить від багатьох чинників, з яких основне значення має відношення відстані між світильниками  $L$  до висоти підвісу світильників над робочою поверхнею  $H_p$ . Найчастіше світильники розміщують по кутах квадратних чи прямокутних полів (у цьому випадку  $Z$  беруть рівним 1,15).



Кількість світильників залежить від параметрів приміщення:

$$N = N_d \cdot N_u, \quad (2.31)$$

де  $N_d = a/L$  — кількість світильників за довжиною приміщення;  
 $N_u = b/L$  — кількість світильників за шириною приміщення;  
 $a$  і  $b$  — відповідно довжина й ширина приміщення, м;  
 $L$  — відстань між світильниками, м.

Коефіцієнт  $\eta$  визначається за таблицями залежно від типу світильника, коефіцієнтів відбиття  $\rho_{ст.}$  (стіни)  $\rho_{с.}$  (стелі),  $\rho_n$  (підлоги) та індексу приміщення  $i$ .

Індекс приміщення визначають за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{H_p (a + b)}, \quad (2.32)$$

де  $a$  і  $b$  — довжина й ширина приміщення, м;  
 $H_p$  — висота світильника над робочою поверхнею, м.

Підраховавши світловий потік лампи, визначають електричну потужність освітлювальної установки.

2. Метод питомої потужності є найпростішим способом світлотехнічного розрахунку, однак і найменш точним, тому його застосовують при наближених розрахунках. Цей метод дозволяє визначити потужність кожної лампи  $P_n$ ,  $B_T$  для створення в приміщенні нормованої освітленості:

$$P_n = \frac{\rho \cdot S}{N}, \quad (2.33)$$

де  $\rho$  — питома потужність,  $Вт/м^2$ ;  
 $S$  — площа приміщення,  $м^2$ ;  
 $N$  — кількість світильників у приміщенні.





Г. М. Кноррінг на підставі диференційного обліку цілого ряду чинників склав таблиці для визначення питомої потужності  $\rho$  залежно від рівня освітлення приміщення й висоти підвісу світильників. За відсутності вказаних таблиць питому потужність  $\rho$ , Вт/м<sup>2</sup> можна визначити за формулою:

$$P = (0,15 \dots 0,25) E_n K_z, \quad (2.34)$$

де 0,15...0,25 — коефіцієнти, з яких перший відповідає приміщенням з низьким рівнем освітлення < 100 лк, другий — з високим (понад 100 лк).

3. Розрахунок освітлення за допомогою точкового методу використовується в разі застосування загального місцевого освітлення відкритих просторів і тих приміщень, де стіни й стеля мають низький коефіцієнт відбиття, тому в розрахунках не враховується коефіцієнт відбиття світлового потоку.

На плані приміщення вибирають контрольну точку з найменшою умовною освітленістю.

Освітленість  $E$  в цій точці визначають за формулою:

$$E = \frac{I_a \cdot \cos^3 \alpha}{K \cdot H_p^2}, \quad (2.35)$$

де  $I_a$  — сила світла в напрямку від джерела на задану точку, кд;

$\alpha$  — кут падіння світла в задану точку, перпендикулярно до осі симетрії світильника;

$H_p$  — висота підвісу світильника над розрахунковою точкою, м;

$K$  — коефіцієнт запасу.

Розрахунок точковим методом використовують для визначення рівня освітлення похилих площин.

## 2.5.10. Прожекторне освітлення

Світильники, як правило, використовують для освітлення невеликих за площею територій, а на великих територіях проектується прожекторне освітлення. Це один із способів освітлення таких об'єктів, як фасади будівель, відкриті кар'єри й т. ін.

Порівняно із світильниками прожекторні установки економніші, мають більш сприятливе співвідношення вертикального та горизонтального освітлення.

Разом з тим прожекторне освітлення, крім переваг, має і деякі недоліки. Основний з них — це підвищена сліпуча дія і труднощі боротьби з тінями. Якщо на шляху прожекторного променя зустрічається перепона, виникають різкі тіні, які не завжди можна усунути. Тіні бувають глибокими в тих випадках, коли прожектори розміщують групами, що складаються з 10–15 або більше прожекторів.

Групове розміщення прожекторів застосовують для освітлення великих територій, площа яких перевищує 5000 м<sup>2</sup>, а також тоді, коли кількість опор слід звести до мінімуму.

При освітленні невеликих за площею територій, як правило, використовують індивідуальне розміщення прожекторів на дерев'яних щоглах.

Проектуючи прожекторне освітлення, треба зважити на норму освітлення, коефіцієнт запасу, висоту прожекторної щогли; визначити оптимальний кут нахилу оптичної осі прожектора та розміщення прожекторних опор на території, що освітлюється. Коефіцієнт запасу становить від 1,3 до 1,7.

Вибір типу й розміщення прожекторів залежить від характеристики об'єкта освітлювання. Основними типами прожекторів, які використовують для освітлення відкритих площ, є прожектори заливаючого типу ПЗС-45, ПЗС-35, ПЗС-25 з лампами розжарювання відповідно 1000, 500, 350, 150 Вт.

При освітленні невеликих за площею територій (до 5000 м<sup>2</sup>) використовують прожектори ПЗС-35 з лампами потужністю 350 Вт, великих територій (понад 5000 м<sup>2</sup>) — прожектори ПЗС-45 з лампами потужністю 1000 Вт.

Унаслідок того, що прожектори створюють велику яскравість світла, при розрахунках необхідно визначити висоту їх установки. Мінімальну допустиму висоту установки прожектора над лінією зору можна визначити за формулою:

$$H = \sqrt{\frac{I_0}{300}}, \quad (2.36)$$

де  $I_0$  — осьова сила світла, кд.

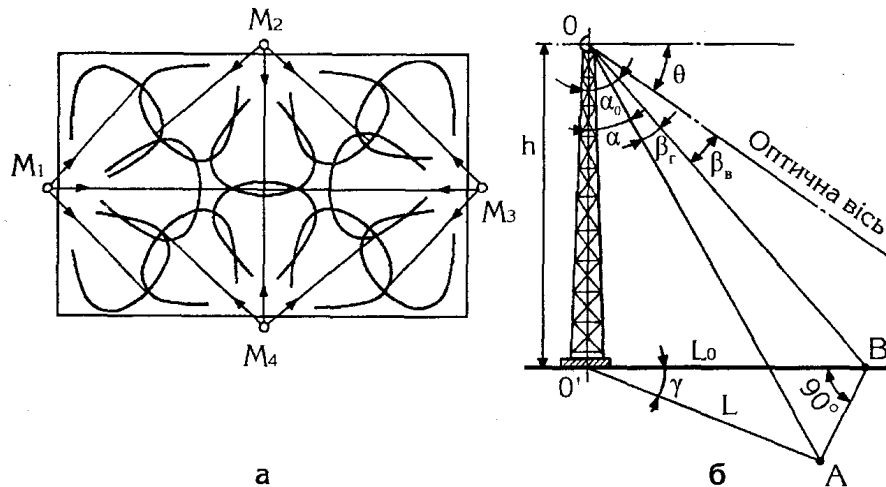


Рис. 2.5

Компоновка ізолюкс (а) та напрямок оптичної осі прожектора для розрахунку освітлення в т. А (б)

$M_1, M_2, M_3, M_4$  — шогли прожектора,  $L_0$  — відстань від основи прожектора до зони, що освітлюється,  $L$  — відстань неосвітленої зони у підніжжі прожектора,  $\alpha_0, \alpha$  — кут нахилу відповідно у вертикальній та горизонтальній площині,  $\beta_r, \beta_v$  — кути розсіювання прожектора відповідно у горизонтальній та вертикальній площині,  $\gamma$  — кут між основою прожектора та неосвітленою зоною,  $\theta$  — оптимальний кут нахилу прожектора,  $h$  — висота прожектора, т. А — неосвітлена зона, т. В — освітлена зона

При розміщенні прожекторів відстань між ними повинна дорівнювати 6–8-кратній висоті щогли, але не перевищувати її 15-кратної висоти.

У прожекторних установках оптична вісь прожекторів встановлюється під деяким кутом до лінії горизонту. Напрямок оптичної осі добирається з такого розрахунку, щоб на поверхню, яка освітлюється, не падали тіні від конструкцій будівлі, що зводиться, а також щоб було сприятливим співвідношення освітлення вертикальної і горизонтальної площини.

Для всіх видів прожекторів випускають альбом ізолюкс. Щоб спростити розрахунок, оптичну вісь прожекторів визначають шляхом компоновки ізолюкс (рис. 2.5).

#### Компоновка ізолюкс

З альбомів вирізають «шаблони», які накладають на план території, що підлягає освітленню. «Шаблони» накладаються на план так, щоб перекрити всю територію.

Компоновку ізолюкс здійснюють у тому ж масштабі, що і план території без пропусків і надлишкового перекриття. Для невеликих площ питання вирішується вибором такого положення щогли й кута нахилу прожектора, щоб вся територія, що підлягає освітленню, була всередині ізолюкси.

Оптимальний кут нахилу прожектора розраховують за формулою:

$$\theta_{opt} = \arcsin \sqrt{m + n \cdot E_0^{\frac{2}{3}}}, \quad (2.37)$$

де  $E_0$  — погранична освітленість.

У випадку, коли площа, яка освітлюється, перекривається одним прожектором,  $E_0$  визначається за формулою:

$$E_0 = K \cdot E_n \cdot H_p^2. \quad (2.38)$$



Якщо світлові плями прожекторів перекриваються іншими:

$$E_0 = \frac{K \cdot E_n \cdot H_p^2}{2}, \quad (2.39)$$

де  $m$  і  $n$  — коефіцієнти, які залежать від кутів розсіювання світла прожекторів у горизонтальній та вертикальній площинах; значення цих коефіцієнтів наведено в таблицях.

Необхідна кількість прожекторів визначається за формулою:

$$n = \frac{K \cdot E_n \cdot S \cdot m}{P_l}, \quad (2.40)$$

де  $m$  — коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерела світла, ККД і коефіцієнт використання світлового потоку (за табл. ГОСТ 12.1.046–85);

$E_n$  — нормативне значення, лк;

$K$  — коефіцієнт запасу;

$S$  — площа освітлення, м<sup>2</sup>;

$P_l$  — потужність лампи прожектора, Вт.

## 2.6. Вібрація

### 2.6.1. Причини виробничої вібрації

Вібрація як чинник виробничого середовища зустрічається в багатьох технологічних процесах — при віброущільненні, механічній обробці металів, вібраційному бурінні, рихленні, вібротранспортуванні й т. н. Вібрація супроводжує роботу самохідних і стаціонарних механізмів та агрегатів, в основі роботи яких — поворотно-поступальна дія.

Джерелами вібрації, що діють на водіїв транспортних машин, є ходова частина, привід і двигун. Ходова частина створює на робочому місці водія вібрацію, що виникає внаслідок взаємодії коліс та гусениць з нерівним рельєфом шляхів та полів і передається через раму на кабінку або робочий майданчик.

Вібрація зростає з підвищенням швидкості руху. На транспортних роботах найбільша вібрація відчувається під час руху по полю із швидкістю 18–25 км/год. Рівень вібрації при цьому значною мірою визначає конструкція сидіння, його розміщення, підресорювання осей та тиск повітря в балонах коліс.

Вібрація на сидінні збільшується в міру віддалення його від центра ваги машини й наближення до задньої осі, а також із підвищенням тиску повітря в балонах коліс. Робочі органи екскаваторів також є істотним джерелом вібрації: при вмиканні всіх робочих частин рівень вібрації збільшується на 3–7 дБ.

Причиною виникнення вібрації при роботі машин та механізмів може бути незрівноваженість і незбалансованість частин, що обертаються чи здійснюють зворотно-поступальний рух. Негативна дія вібрації відчувається, коли не збігається центр ваги тіла та осі обертання, коли деформуються деталі внаслідок нерівномірного нагріву, зносу або незадовільного технічного догляду за сполучними муфтами, підшипниками, обоймами й т. ін.



### 2.6.2. Характеристика основних параметрів вібрації

Вібрація — це коливальні процеси, що відбуваються в механічних системах. Найпростішою формою вібрації є гармонійні синусоїдні коливальні рухи.

Основні параметри синусоїдного коливання: частота в герцах (1 кол./с); амплітуда зміщення —  $A$  (м або см); коливальна швидкість —  $V$  (м/с); прискорення —  $\omega$  (м/с<sup>2</sup>). Час, протягом якого здійснюється одне повне коливання, називається періодом коливання  $T$  (с).

Для синусоїдних коливань швидкість і прискорення визначаються за формулами:

$$V = 2\pi \cdot f \cdot A; \omega = (2\pi \cdot f)^2 \cdot A, \quad (2.41)$$

де  $f$  — частота, Гц;  
 $A$  — амплітуда, м.

За нульовий рівень коливальної швидкості взято величину  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с, яка відповідає середньоквадратичній швидкості при стандартному порозі звукового тиску, що дорівнює  $2 \cdot 10^{-5}$  Н/м<sup>2</sup>. За нульовий рівень коливального прискорення взято величину  $3 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>.

Враховуючи, що абсолютні значення параметрів, які характеризують вібрацію, змінюються в дуже широких межах, у практиці віброакустичних вимірювань використовують відносні параметри — рівні віброшвидкості і віброприскорення, які визначаються відносно опорного (порогового) значення й вимірюються в децибелах (дБ).

Відносні рівні віброшвидкості й віброприскорення визначаються за формулами:

$$L_v = 20 \lg \left( \frac{V}{5} \cdot 10^{-8} \right); L_w = 20 \lg \left( \frac{W}{3} \cdot 10^{-4} \right), \quad (2.42)$$

де  $V, W$  — коливальна швидкість і прискорення в точці вимірювання, м/с і м/с<sup>2</sup>;  
 $5 \cdot 10^{-8}, 3 \cdot 10^{-4}$  — опорні значення м/с і м/с<sup>2</sup>.



Порогове відчуття вібрації виникає тоді, коли прискорення її дорівнює 1 % від нормального прискорення сил земного тяжіння. Хворобливе відчуття виникає, коли прискорення становить 5 % від прискорення вільного падіння, тобто при  $0,5$  м/с<sup>2</sup>.

Коливальну швидкість  $10^{-4}$  м/с людина сприймає як порогову, а при швидкості 1 м/с виникають хворобливі відчуття.

Величина коливальної енергії, поглинутої тілом людини ( $Q$ , кгм), прямо пропорційна площі контакту, часу дії та інтенсивності подразника:

$$Q = I \cdot S \cdot T, \quad (2.43)$$

де  $S$  — площа контакту, м<sup>2</sup>;  
 $T$  — тривалість дії, с;  
 $I$  — інтенсивність вібрації, кгм/м<sup>2</sup>/с.

Інтенсивність вібрації, а отже, коливальна енергія прямо пропорційна квадрату коливальної швидкості:

$$I = V^2 \left( \frac{Z}{S} \right), \quad (2.44)$$

$V$  — середньоквадратичне значення коливальної швидкості, м/с;  
 $\frac{Z}{S}$  — модуль вхідного питомого механічного імпеданса в зоні контакту, кг/с.

Механічний імпеданс визначається як відношення коливальної сили до результуючої коливальної швидкості в точці прикладання цієї сили.

У виробничих умовах майже не зустрічається вібрація у вигляді простих гармонійних коливань. Коливання, що виникають при роботі машин і механізмів, є аперіодичними, квазіперіодичними, часто вони мають імпульсивний або поштовхоподібний характер.

Залежно від характеру контакту з тілом працюючого вібрацію умовно поділяють на місцеву (локальну) й загальну.



Вібрація, що передається через руки людини, визначається як місцева.

Місцеву вібрацію створюють ручні машини ударної, ударно-обертової і обертової дії. До вібронебезпечного обладнання належать відбійні молотки, шліфувальні машини, дрелі, вібратори, бетоноломи, гайковерти й т. ін. У цих випадках ідеться про прикладання вібрації до обмеженої ділянки тіла людини.

Вібрація, що передається на тіло людини, яка стоїть чи сидить, через опорні поверхні, визначається як загальна. У цьому випадку спостерігається переміщення тіла в просторі (горизонтальне або вертикальне). У реальних виробничих умовах часто поєднується місцева й загальна вібрація.

Змішаний вплив виникає під час роботи деяких ручних машин, коли коливання по тілу передаються не тільки через верхні, а й через нижні кінцівки, груди, спину та інші частини тіла залежно від робочої пози й конструкції інструментів. В інших випадках переважає загальна вібрація, яка виникає на таких видах робіт, як формування залізобетонних виробів на віброплатформах і т. ін.

Загальна вібрація залежно від джерела її виникнення може бути різною: транспортна вібрація, що впливає на водіїв, машиністів, операторів пересувних машин і транспортних засобів під час їх руху; транспортно-технологічна, що впливає на операторів машин з обмеженим пересуванням на спеціально підготовлених поверхнях виробничих приміщень; технологічна вібрація, що впливає на операторів стаціонарних машин чи передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації (верстати, вентилятори, насоси й т. ін.). Загальної вібрації малих частот і великої амплітуди зазнають водії різних видів транспорту, бульдозеристи, екскаваторники.

За спектральним складом умовно виділяють низько- й високочастотну вібрацію. Вібрація з частотою 16–32 Гц є низькочастотною, а з більшими частотами — високочастотною.

За особливостями спектра розрізняють широкопasmову й синусоїдну вібрації.

За часовими характеристиками вібрація поділяється на постійну, рівень якої змінюється не більш як на 6 дБ за 1 хв., і непостійну, що за той же час змінюється більш як на 6 дБ.

### 2.6.3. Дія вібрації на організм

Сила впливу вібрації, ступінь і характер її дії на організм людини залежать від кількості поглинутої енергії, найбільш адекватним виразом якої є віброшвидкість. Кількість поглинутої енергії залежить від площини контакту, часу дії та інтенсивності вібрації, а також частотного спектра.

Відчуття вібрації виникає тоді, коли людина дотикається до предметів, що коливаються під дією відповідної сили. При вібрації виникають хвильові рухи з попереминим стискуванням або розтягуванням тканин людини чи частин її тіла. Людина краще переносить горизонтальні коливання, ніж вертикальні, що спрямовані вздовж осі тіла.

Дія вібрації на організм людини аналогічна багатократному струсу мозку. Вібрація викликає в організмі людини реакцію, яка є причиною функціонального розладу різних систем та органів. Тіло людини можна розглядати як сполучення мас з пружними елементами. В одному випадку це весь тулуб з нижньою частиною хребта й тазом (людина в положенні стоячи). В іншому — верхня частина тулуба в поєднанні з верхньою частиною хребта, що нахиляється вперед (людина в положенні сидячи). Однією з найбільш важливих коливальних систем є сукупність грудної клітки й черевної порожнини. Коливання в цій системі виникають в положенні стоячи.

Під впливом коливань деяких частот на організм людини може виникати таке явище, як резонанс внутрішніх органів. Серце, печінка та інші життєво важливі органи починають поводитися, як звичайні маятники. Різні внутрішні органи та окремі частини тіла (наприклад, голову чи серце) можна розглядати як коливальні системи. Для більшості внутрішніх органів власні частоти лежать в діапазоні 6–9 Гц, а в межах частот 25–30 Гц — резонанс голови відносно плечей.



Руку людини можна уявити як систему, що складається із зосереджених мас пружностей та опорів. Коефіцієнти, що характеризують пружність маси й коливальні рухи руки, залежать головним чином від ступеня напруженості м'язів руки й пози працюючого. Частотна залежність імпеданса (відношення сили до зумовленої нею коливальної швидкості руху) на рукоятці ручної машини в умовах роботи з нею має один максимум в діапазоні нижче 5 Гц і другий інтенсивний максимум — у діапазоні частот 30–40 Гц, що створює резонансну систему «ефективна маса руки» (приблизно 1 кг) і пружності м'яких тканин внутрішньої сторони руки (кісті). Механічна система прямої руки людини має резонанс у діапазоні частот 30–60 Гц. Зі збільшенням сили натиску руки відбувається зростання провідності вібрації у плечовій зоні.

Отже, при збільшенні сили натиску на коливальний механізм людина не тільки отримує більшу кількість коливальної енергії внаслідок збільшення вхідного механічного імпедансу, але дія вібрації розповсюдиться на велику рецепторну зону.

Загальні вібрації з частотою менш як 0,7 Гц хоча й неприємні (погойдування), але вони не призводять до вібраційної хвороби. У цих умовах тіло людини і її внутрішні органи рухаються, як єдине ціле, і не відбувається їх взаємних переміщень. Результатом такої вібрації є морська хвороба.

За певних умов вібрація може сприятливо впливати на організм людини. Ці властивості вібрації використовують у медицині для покращення функціонального стану нервової системи, кровообігу, прискорення загоєння ран, лікування радикулітів і т. ін. Але у виробничих умовах систематична й тривала дія вібрації в резонансній чи близькій до неї зоні призводить до різноманітних порушень здоров'я і може бути причиною вібраційної хвороби.

Особливості дії вібрації визначаються частотними спектрами й максимальними рівнями енергії коливання.

Місцева вібрація малої інтенсивності може чинити сприятливу дію на організм людини, відновлювати трофічні зміни, покращувати



стан центральної нервової системи. При збільшенні інтенсивності коливань і тривалості їх дії виникають зміни, які в деяких випадках призводять до розвитку професійної патології — вібраційної хвороби. Найбільшу питому вагу серед професійних вібраційних хвороб має місцева вібрація.

Ручні машини, вібрація яких має максимальні рівні енергії в діапазоні низьких частот (до 35 Гц) викликають вібраційну патологію з переважним ураженням нервово-м'язового, опорно-рухового апарату. При роботі з ручними механізмами локальна вібрація широкого спектра (35–125 Гц) викликає судинні, нервово-м'язові, кістково-суглобові та інші порушення різного ступеня. Погіршується постачання кінцівок кров'ю, порушується чутливість шкіри, відбувається закріплення сухожилків, м'язів, виникає сильний біль, відкладаються солі в суглобах рук і пальців, що призводить до деформації і зменшення їх рухливості.

При дії вібрації низької частоти захворювання виникають через 8–10 років, при дії високочастотної вібрації — через 5 і менше років. Термін розвитку патології при дії середньо-високочастотної вібрації — від 3 до 8 років. Процес прискорюється в холодний та уповільнюється в теплий період року.

Під дією загальної вібрації різних параметрів виникають виражені зміни в центральній і вегетативній нервовій системах, серцево-судинній системі, обмінних процесах, вестибулярному апараті, виникають спазми церебральних і периферійних судин. Унаслідок дії загальної вібрації на центральну нервову систему може розвиватися церебральна форма вібраційної хвороби. Особливістю цієї вібраційної хвороби є раннє її виникнення (іноді при стажі роботи бетоновальником менше трьох років). Ця хвороба порушує фізіологічні функції організму й проявляється у вигляді головного болю, запаморочення, нудоти, що настають без видимих причин. У людини погіршується сон, знижується працездатність.

Окрім зазначеного, загальні вібрації негативно впливають на статеву сферу. У чоловіків часто спостерігається імпотенція, а у жі-



нок — порушення менструальної функції і запальні захворювання жіночої статеві сфери.

Виникнення й розвиток вібраційної хвороби обумовлює зміни в діяльності різних відділів нервової системи. Важливу роль у розвитку захворювання відіграють супутні чинники: мікротравматизація, охолодження, великі статичні м'язові навантаження та ін.

Ефективне лікування вібраційної хвороби можливе лише на ранніх стадіях, відновлення порушених функцій відбувається дуже повільно, а в особливо тяжких випадках в організмі настають незворотні зміни, що призводить до інвалідності та часткової чи повної втрати працездатності.

#### 2.6.4. Гігієнічне нормування

Основними нормативними документами в галузі вібрації є ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вібраційна хвороба. Загальні вимоги» і ДСН 3.3.6-039-99 та ін.

Розрізняють гігієнічне та технічне нормування вібрації. Гігієнічне нормування регламентує санітарні умови щодо захисту людини від шкідливої дії вібрації. Технічне нормування переслідує дві мети: знизити рівень шкідливої дії вібраційного механізму на організм людини та захистити механізми, машини, обладнання від дії вібрації, яка може призвести до їх пошкодження.

Санітарними нормами та правилами встановлюється гранично допустима величина вібрації, гранично допустима вага механізмів, гранично допустима сила ручного натиску, а також умови вимірювання нормативних величин.

Вага віброуючого обладнання або його частин, що утримуються руками, не повинна перевищувати 10 кг, а зусилля натиску — 20 кг.

Допустимі рівні вібрації робочих місць наведено в СН 245-71.

Нормованими параметрами вібрації є середньоквадратичні величини коливальної швидкості чи амплітуди зміщення горизонтальної і вертикальної вібрації в октавних смугах частот від 2 до 63 Гц, що збуджуються роботою обладнання й передаються на робочі місця.

У СН 245-71 передбачено залежність нормованих величин від тривалості впливу вібрації протягом робочої зміни.

Якщо тривалість впливу вібрації протягом робочого дня менше 4 год., допустимі величини й рівні слід збільшувати в 1,4 рази (на 3 дБ), при впливі менше 2 год. — у 2 рази (на 6 дБ), менше 1 год. — у 3 рази (на 9 дБ).

Вимірювання вібрацій і співставлення їх з допустимими величинами діючих нормативних документів проводяться під час державних і заводських випробувань, а також під час контрольних випробувань після капітального ремонту. Після випробувань відповідні дані заносяться в паспорт машин.

Якщо дія вібрації непостійна (крім імпульсної), параметром, що нормується, є вібраційне навантаження (доза вібрації, еквівалентний коректований рівень), отримане працівником протягом зміни, що фіксується приладом або обчислюється за формулами, наведеними в ДСН 3.3.6.039-99.

Параметри вібрації вимірюють у напрямку, у якому коливальна швидкість найбільша. Засоби вимірювання мають забезпечувати вимірювання діючих значень коливальної швидкості (в м/с) або її рівнів (в дБ) в октавних смугах частот на поверхнях ручних машин і механізмів, що мають контакт з рукою працівника, або на поверхні робочого місця.

Як первинні вимірювальні засоби використовуються ємнісні, індукційні, п'єзоелектричні перетворювачі вібропереміщення, віброшвидкості, віброприскорення. Для вимірювання параметрів вібрації застосовуються віброметри ВМ-1, ВІП-2, контрольно-сигнальний вібровимірювач типу ВВК-003, ВВК-005 та ін.

#### 2.6.5. Заходи та засоби захисту від вібрації

Методи віброзахисту за організаційними ознаками поділяються на колективні та індивідуальні. Колективні методи віброзахисту передбачають такі заходи:



- послаблення вібрації в джерелі її виникнення;
- зменшення параметрів вібрації на шляхах її розповсюдження від джерела збудження;
- організаційно-технічні;
- гігієнічні й лікувально-профілактичні.

До організаційно-технічних заходів належать заміна операцій, що вимагають використання ручних машин, дистанційним управлінням або автоматичним управлінням замість ручного; планово-переджувальний ремонт і контроль за вібраційними параметрами. Ручні машини, що експлуатуються не рідше ніж 1 раз на 6 місяців, повинні перевірятися щодо їх відповідності вібраційним параметрам, зазначеним у паспортних даних. Усі результати контрольних вимірів вібрації вносяться в спеціальний журнал та індивідуальний паспорт машини.

Серед технічних заходів — створення нових конструкцій інструментів і машин, вібрація яких не може виходити за безпечні для людини межі, а зусилля не повинні перевищувати 15–20 кг. Усі деталі машин та агрегатів, що рухаються, повинні ретельно врівноважуватися, а для зменшення динамічних сил, які спричиняють вібрації, слід застосовувати змащування та ін.

Якщо вказаними методами неможливо зняти шкідливу дію вібрації, тоді потрібно зменшити параметри вібрації на шляху її поширення від джерела коливальної сили. Цього можна досягти шляхом зменшення динамічних процесів, що спричиняються ударними або різкими прискореннями. Усунення дисбалансу мас, що обертаються, досягається збалансуванням. Крім цього, застосовується вібропоглинання, вібродемпфування, віброізоляція, віброгасіння. Необхідно знати, що вібронебезпечними вважаються такі машини, які хоча б в одному з режимів експлуатації генерують вібрації, що вимагають забезпечення вібробезпечних умов праці, вживання додаткових заходів і засобів для захисту пацівників.

Вібропоглинання та вібродемпфування віброуючих конструкцій здійснюється за рахунок збільшення втрат енергії в коливальних системах, що досягається перетворенням механічної коливальної енергії на інші види — енергію електромагнітного поля, енергію струмів Фуко або теплову енергію.

На практиці для цього найчастіше використовують вібродемпфування з конструктивних матеріалів, які мають велике внутрішнє тертя (пластмаси, магнієві сплави й т. ін.). На конструкції і деталі, що віброують, наносять шар пружнов'язких матеріалів, які збільшують у коливальній системі внутрішнє тертя. До таких матеріалів належать спеціальні мастики, пластик, пінопласти, пластикати, гума та ін.

Зниження рівня вібрації шляхом застосування вібропоглинаючого покриття на низьких частотах становить 8 дБ, а на високих частотах досягає 12 дБ. Товщина покриття мастиками повинна перевищувати товщину віброуючих тонкостінних деталей у 2–3 рази.

Віброізоляція — це єдиний засіб зменшення вібрації, що передається на руки від ручного механізованого інструмента. Для цього в коливальну систему вводиться пружний елемент, коефіцієнт жорсткості якого зменшується, коли збільшується сила натиску. Пружні елементи, що вводяться в систему (віброізолятори, амортизатори), можуть бути пружинними, гумово-металевими, гумовими прокладками з ребристої та дірчастої гуми та ін. Їх товщину й площину визначають розрахунками. На практиці найбільше розповсюджені пружинні й пластинчасті амортизатори.

Для пружинного амортизатора найчастіше добирають сталеві пружини з прутка круглого перерізу. Пружинні ізолятори кращі за гумові. Їх проектують для ізоляції як низьких, так і високих частот. Вони довше зберігають пружні властивості, добре протистоять дії мастил і високих температур. Пружинні амортизатори використовують для віброізоляції насосів, електродвигунів і двигунів внутрішнього згорання (рис. 2.6.).



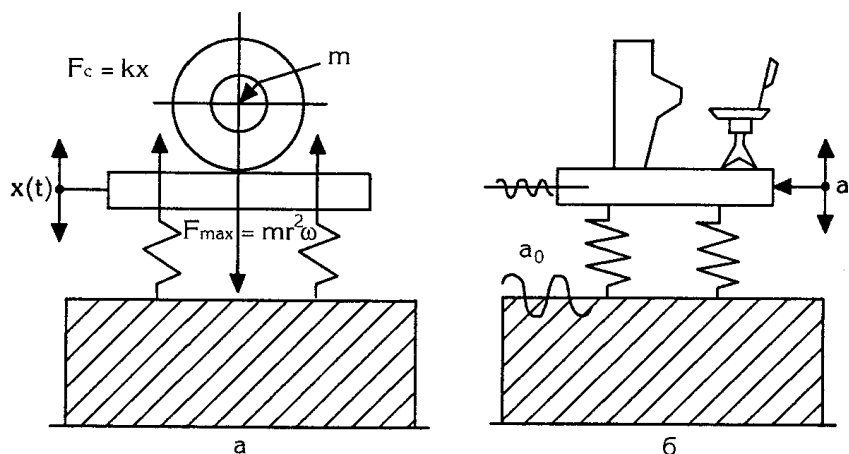


Рис. 2.6  
Пасивна віброізоляція: а — динамічно незрівноваженої машини; б — робочого місця

Показником ефективності пасивної віброізоляції є коефіцієнт передачі  $\mu$ , який показує, яка частка динамічної сили, збудженої машиною, передається через амортизатори на основу:

$$\mu = \frac{F_0}{f} = \frac{K \cdot X}{F} \quad (2.45)$$

де  $F_0$  — динамічна сила, що передається;  
 $F$  — збуджуюча сила;  
 $K$  — жорсткість віброізолятора;  
 $X$  — амплітуда вібропереміщення.

Для пасивної віброізоляції (рис. 2.6) коефіцієнт передачі визначається як відношення значень переміщення (швидкості  $V$ , прискорення  $a$ ) об'єкта, що захищається,  $X_0$  і джерела збудження  $X$ :

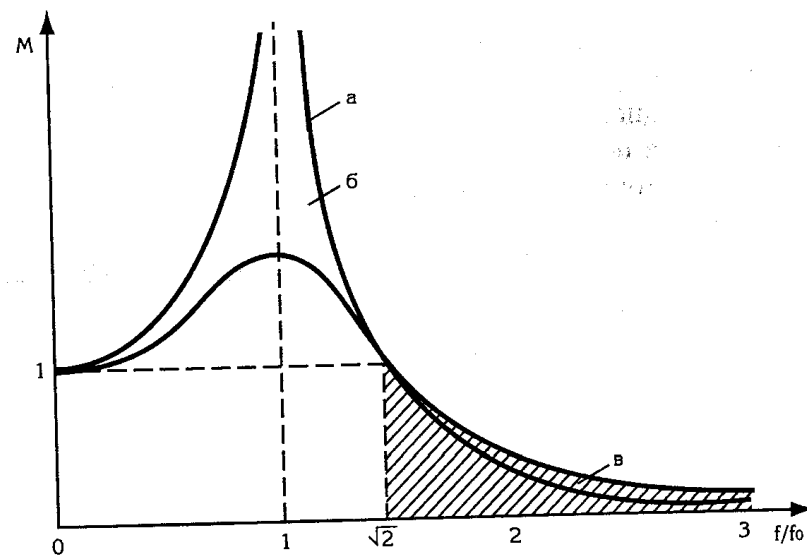


Рис. 2.7  
Залежність коефіцієнта передачі  $\mu$  від  $f/f_0$  для оцінки ефективності віброізоляції: а — при використанні сталевих пружинних віброізоляторів; б — при використанні гумових віброізоляторів; в — заштрихована зона віброізоляції

$$\mu = \frac{X_0}{X} = \frac{V_0}{V} = \frac{a_0}{a} \quad (2.46)$$

Якщо знехтувати затуханням у віброізоляторах, то коефіцієнт передачі можна розрахувати за формулою:

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1} \quad (2.47)$$



де  $f$  — частота примусових коливань, Гц;

$f_0$  — частота власних коливань, Гц.

Залежність коефіцієнта передачі  $\mu$  від  $f/f_0$  наведено на рис. 2.7.

З рис. 2.7. видно, як віброізолятори зменшують динамічну силу, що передається на основу при відношенні  $f/f_0 > \sqrt{2}$ . Ефективною робота віброізоляторів при  $f/f_0$  становитиме 2–4. Частоту власних коливань віброізоляційної системи визначають за формулами:

$$f_0 = \frac{1}{2} \pi \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad (2.48)$$

$$f_0 = \frac{5}{\sqrt{\lambda_{cm}}}, \quad (2.49)$$

де  $K$  — жорсткість віброізолятора, Н/см;

$m$  — маса коливальної системи, кг;

$\lambda_{cm}$  — статичне просідання віброізолятора, см.

Власна частота коливань механічної системи визначається тільки величиною статичного прогинання віброізолятора під дією ваги машини. Чим більше  $\lambda_{cm}$ , тим нижча власна частота коливальної системи й кращі властивості віброізоляторів.

Нижче наведено залежності для розрахунку  $f_0$  і  $K$ :

$$f_0 = \frac{f}{\sqrt{1/\mu}} + 1; \quad K_{cm} = \frac{P \cdot f_0^2}{25}, \quad (2.50)$$

де  $P$  — вага плити й встановленого на ній обладнання, Н.

Вимушену частоту власних коливань системи легко розрахувати, якщо є тільки одне джерело збудження динамічних сил. Наприклад, частота вимушених коливань, створених електродвигуном, дорівнює  $f = n / 60$ , де  $n$  — число обертів електродвигуна за хвилину.



Статичне просідання пружини  $\lambda_{cm}$  визначають за формулою:

$$\lambda_{cm} = \frac{P}{K_{cm}}, \quad (2.51)$$

де  $P$  — вага плити й обладнання на ній, Н;

$K_{cm}$  — сумарна жорсткість пружин, на яких встановлено плиту.

Жорсткість однієї пружини  $K_1$  при конструктивно заданій кількості пружин визначають за формулою:

$$K_1 = \frac{K_{cm}}{n}. \quad (2.52)$$

Просідання віброізолятора при переміщенні по плиті людини  $\lambda_\lambda$  визначають так:

$$\lambda_\lambda = \frac{80}{K_{cm}}. \quad (2.53)$$

Якщо просідання  $\lambda_\lambda$  перевищує 10 мм, облаштовують віброізолятор із двох пружин.

Розрахункове навантаження на одну пружину визначають за формулою:

$$P_1 = [P + (N - 1)80 \cdot 1.5]n + 1.5 \left[ \frac{80}{n_x} + K_{cm} (V_0 + V) \right], \quad (2.54)$$

де  $n$  — число пружин;

$n_x$  — число пружин в одному ізоляторі;

$N$  — число людей, що стоять на плиті;

1,5 — коефіцієнт, що враховує втомлюваність пружин;  
80 — вага людини, кг;  
 $V_0$  — допустима віброшвидкість плити ( $V_0 = 0,09$  м/с);  
 $V$  — віброшвидкість основи, м/с.

Для підбору параметрів пружини визначають діаметр прутика за формулою:

$$D = \frac{1,6 \cdot K \cdot P_1}{\tau}, \quad (2.55)$$

де  $K$  — коефіцієнт, що визначається за графіком (рис. 3.7), Н/см;  
 $C = D/d$  — рекомендується 4–10;  
 $D$  — діаметр пружини, см;  
 $P_1$  — розрахункове навантаження на одну пружину, Н;  
 $\tau$  — допустима напруга на зріз матеріалу пружини,  $\tau_a$ .  
Кількість робочих витків пружини визначають за формулою:

$$i = \sigma \cdot d(8K \cdot c^3), \quad (2.56)$$

де  $\sigma$  — модуль пружності на зсув для матеріалу пружини, для сталі  
 $\sigma = 8 \times 10$  МПа.

Кількість мертвих витків пружини при  $i \leq 7$ ,  $i_2 = 1,5$  витка на обидва торці пружини, при  $i \geq 7$ ,  $i_2 = 2,5$  витка.

Повна кількість витків пружини становить:

$$I_1 = i + i_2. \quad (2.57)$$

Висота навантаженої пружини визначається за формулою:

$$H_0 = i \cdot h + (i_2 + 0,5)d, \quad (2.58)$$

де  $h$  — крок пружини, дорівнює (0,25...0,5) $D$ .

Розраховуючи пружини, що працюють на стискнення, відношення висоти навантаженої пружини до діаметра має бути не більше як 1,5, тобто:

$$\frac{H_0}{D} \leq 1,5. \quad (2.59)$$

В іншому випадку пружини будуть нестійкими.

Для зменшення вібрації, що передається на робочі місця, використовуються спеціальні амортизуючі сидіння, майданчики з пасивною пружинною ізоляцією, з гумовим, поролоновим та іншим віброгасним покриттям.

На стадії проектування потужних машин та агрегатів розрахунок віброізоляційних систем та фундаментів є кардинальним засобом віброгасіння загальної вібрації (рис. 2.8.).

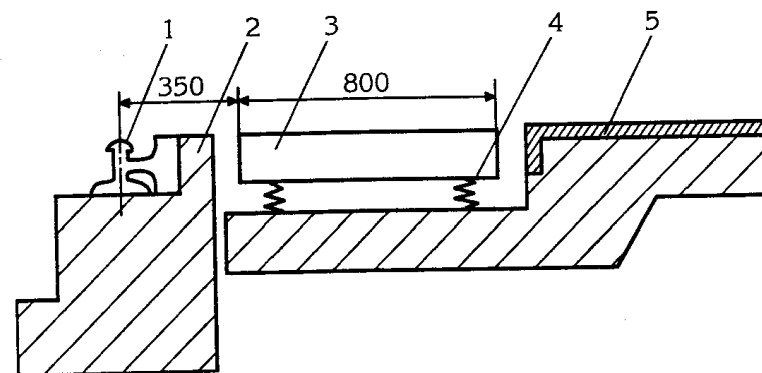


Рис. 2.8

Схема віброізоляції робочого місця

1 — рельсовий шлях бетоноукладача, 2 — фундамент вібромайданчика, 3 — залізобетонна плита, 4 — віброізолятори, 5 — підлога

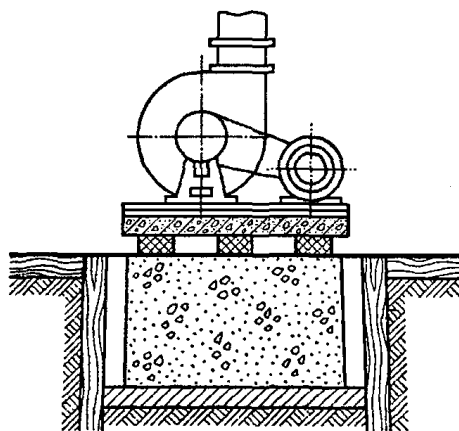


Рис. 2.9

Встановлення агрегата на фундамент

Віброгасіння досягається шляхом збільшення маси агрегата чи підвищення його жорсткості. Засоби динамічного віброгасіння — віброгасники — за принципом дії поділяються на ударні та динамічні. Динамічні віброгасники за конструктивними ознаками можуть бути пружинними, маятниковими, ексцентриковими та гідравлічними.

Динамічне віброгасіння досягається шляхом установки агрегатів на самостійні фундаменти чи масивні плити (рис. 2.9).

Фундамент добирають відповідно до маси агрегата; його розраховують так, щоб амплітуда коливань підшви фундаменту не перевищувала 0,1–0,2 мм, а для особливо відповідальних випадків — 0,005 мм. Для того щоб коливання не передавалися на ґрунт, навколо фундаменту створюються розриви — так звані акустичні шви без заповнення або з заповнювачем. Жорстко кріпити агрегати чи фундамент до огорожуючих конструкцій будівлі забороняється.

Зниження шкідливої дії вібрації досягається також шляхом влаштування ребер жорсткості, що підвищує жорсткість усієї механічної коливальної системи.

Однак найефективнішим організаційно-технічним засобом є заміна вібронезбезпечних інструментів й обладнання на вібробезпечні, створення нових конструкцій машин та обладнання, вібрація яких не виходила б за межі, безпечні для людини.

Нині не менш важливим засобом боротьби з вібрацією є санітарно-гігієнічні й лікувально-профілактичні заходи.

Найважливішим профілактичним заходом є правильна організація режиму праці осіб вібронезбезпечних професій. Рекомендується, щоб сумарний час контакту з вібруючим обладнанням не перевищував 2/3 тривалості робочого дня. Праця має розподілятися між працівниками так, щоб тривалість безперервної дії вібрації, включаючи мікропаузи, не перевищувала 15–20 хв. Рекомендується надавати дві регламентовані перерви для проведення виробничої гімнастики й гідропроцедур.

Розробляючи режим праці, слід пам'ятати, що співвідношення тривалості впливу вібрації й часу виконання інших операцій, не пов'язаних з нею, повинно становити не менш як 1:2. При роботі з вібронезбезпечними машинами забороняється проводити понадурочні роботи й працювати у вихідні дні.

Оскільки шкідлива дія вібрації посилюється при охолодженні, температура повітря у виробничих приміщеннях не повинна падати нижче 16 °С при вологості 40–60 % за умови, що швидкість руху повітря не перевищує 0,3 м/с.

Поряд з організаційно-технічними та технологічними заходами запобігання вібраційним захворюванням велике значення має медична профілактика.

До роботи з вібруючими машинами й механізмами допускаються тільки ті працівники, які досягли 18 років. Вони мають пройти попередній медичний огляд і в процесі роботи не рідше, ніж один раз на рік, проходити періодичні огляди. Працівникам вогнебезпечних професій рекомендується проводити ультрафіолетове опромінення й вітамінізацію (вітаміни В, С, Р).



До засобів індивідуального віброзахисту належать віброгасячі рукавиці та спеціальне взуття. Віброгасні рукавиці виготовляються із пружно-демпфуючих матеріалів. Спецвзуття для захисту ніг має верх із тканини й підошву з пружно-демпфуючих матеріалів. У середині взуття має гумову стельку товщиною 3 мм, у яку встановлено 6 пружин. Гасіння вібрації таким взуттям становить до 80 % при частоті 20–50 Гц та амплітуді 0,1–0,4 мм. Для захисту тіла використовують нагрудні пояси й спеціальні костюми з пружно-демпфуючих матеріалів.

## 2.7. Шум, ультразвук та інфразвук

### 2.7.1. Виробничий шум

Шум як гігієнічний чинник — це сукупність звуків, що несприятливо впливають на організм людини, заважаючи як роботі, так і відпочинку.

За фізичною сутністю звук являє собою хвилеподібне розповсюдження механічних коливальних рухів частинок пружного середовища. Джерелом шуму може бути будь-яке тіло, виведене із стану спокою зовнішньою силою.

У зв'язку з технічним прогресом відбувається різке посилення акустичного фону в будь-якій сфері існування людини, тому боротьба із шумом має соціальне значення.

Шум, що виникає внаслідок експлуатації технічних систем, може бути як механічного, так і аеродинамічного походження. Джерелом механічного шуму є вібрація самохідних і стаціонарних машин, що виникає внаслідок динамічних процесів і пружних деформацій. Аеродинамічний шум з'являється при великих швидкостях руху й пульсації тиску газів.

Джерелом шуму в самохідних машинах та агрегатах є ходова частина, коробка передач, трансмісія та робочі органи.

Отже, зростання технологічних потужностей у різних галузях народного господарства призвело до того, що нині людина в усіх сферах життя перебуває під несприятливим впливом акустичного оточення.

Звук або шум виникає при механічних коливаннях у твердому, газоподібному й рідкому середовищах. Звуки, що передаються будівельними конструкціями, називаються структурними, а ті, що поширюються в повітряному середовищі, дістали назву повітряних шумів.

### 2.7.2. Фізичні та фізіологічні характеристики основних параметрів шуму

Як для будь-якого хвилеподібного коливального руху, основними параметрами, що характеризують звук, є амплітуда коливання, швидкість розповсюдження й довжина хвилі.



Звукові коливання в будь-якому середовищі виникають тоді, коли під впливом збуджуючої сили порушується його стаціонарний стан. Частинки середовища починають коливатися відносно положення рівноваги, створюючи хвилі звукових пружних деформацій унаслідок ритмічного стиснення й розрідження частинок звукового поля. Цей процес стиснення й розрідження частинок звукового поля розповсюджується послідовно. Кожна точка звукового поля характеризується звуковим тиском ( $P$ , Па). У фазі стиснення звуковий тиск позитивний, у фазі розрідження — від'ємний.

Звуковий тиск являє собою перемінний тиск, що виникає додатково до атмосферного в тому середовищі, де з'являється звукове поле.

Звуковий тиск — це різниця між миттєвим значенням повного тиску й середнім значенням тиску, що спостерігається в середовищі за відсутності звукового поля. Від величини звукового тиску залежить сила звуку. При розповсюдженні звукових хвиль відбувається перенесення енергії. Величина перенесеної звукової енергії називається інтенсивністю звуку.

Інтенсивність звуку — це енергія, яка переноситься в просторі звуковою хвилею через поверхню  $1\text{ м}^2$  перпендикулярно напрямку поширення звукової хвилі за 1 секунду ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ).

Одна з основних характеристик коливального руху — це зміна його в часі. Час, протягом якого тіло, що коливається, здійснює одне повне коливання, називається періодом коливання ( $T$ ) і вимірюється в секундах. Період коливання пов'язаний зворотним співвідношенням з його частотою:  $T = 1/f$ . Частота коливання — кількість повних коливань, які відбуваються протягом однієї секунди (Гц).

Для характеристики звуку суттєве значення має коливальна швидкість, тобто миттєве значення швидкості коливального руху середовища, де розповсюджуються звукові хвилі.

Відстань, на яку протягом однієї секунди може розповсюджуватися хвильовий процес, називається швидкістю звуку (м/с). Швидкість поширення звукових хвиль залежить від пружних властивостей середовища, його щільності й температури. У повітрі при темпе-

ратурі  $20\text{ }^\circ\text{C}$  і нормальному тиску швидкість звуку дорівнює  $334\text{ м/с}$ , при підвищенні температури вона збільшується приблизно на  $0,7\text{ м/с}$  на кожний градус. У сталі звук розповсюджується зі швидкістю  $5000\text{ м/с}$ , у бетоні —  $4000\text{ м/с}$  при температурі  $0\text{ }^\circ\text{C}$ .

Відстань між двома сусідніми стисненнями або розрідженнями у звуковій хвилі характеризує довжину хвилі ( $\lambda$ ), яка вимірюється в метрах. Довжина хвилі пов'язана з частотою ( $f$ ) і швидкістю ( $V$ ) звуку співвідношенням:

$$\lambda = \frac{V}{f}. \quad (2.60)$$

Частотний склад шуму характеризує його спектр, тобто це сукупність частот, що його утворюють. За спектром встановлюється ступінь розповсюдження звукової енергії шуму.

За шириною спектра шуми поділяються на вузькосмугові, що мають обмежену кількість суміжних частот (наприклад, тональний шум: уся енергія його зосереджена в одній частоті) і широкосмугові, що включають майже всі частоти звукового діапазону.

Залежно від того, на яку частоту припадає максимум звукового тиску, характер спектра може бути низькочастотним (не більше  $400\text{ Гц}$ ), середньочастотним (від  $400$  до  $1000\text{ Гц}$ ), високочастотним (понад  $1000\text{ Гц}$ ).

За величиною інтервалів між звуками, з яких складається шум, розрізняють дискретний і суцільний шуми. У дискретних шумах складові звуку розділені значними інтервалами, а в суцільному — звуки йдуть один за одним з дуже малими інтервалами. Такий шум називається «білим». Бувають змішані шуми, які характеризуються окремими піковими дискретними складовими на фоні суцільного спектра.

За характером змін, що відбуваються в часі, шуми бувають стабільними й перервними. Стабільний звук у часі змінюється несуттє-



во, а перервний має періодично швидке зростання енергії і її спад через певні паузи. Стабільним вважають такий шум, рівень звуку якого за 8-годинний робочий день змінюється в часі до 5 дБ, а перервний — більш як на 5 дБ.

Якщо тривалість звучання шуму знаходиться в межах до 1с, його називають імпульсивним (ударний шум).

Для характеристики шумового чинника і його гігієнічної оцінки неабияке значення має ряд акустичних феноменів, зокрема інтерференція, реверберація, резонанс, дифракція.

Якщо у звуковому середовищі одночасно розповсюджується декілька звукових хвиль однакової частоти, тоді вони збільшують гучність звуку, приходять у відповідну точку простору одночасно в одній фазі. Якщо протилежні фази звукових хвиль співпадають, гучність звуку зменшується.

Явище накладання хвиль називається інтерференцією.

У замкнутих приміщеннях звукові хвилі від джерела шуму багатократно відбиваються від перешкод і створюють умови для прояву лункості в приміщенні. Цей процес називається реверберацією.

Якщо зовнішні сили, що призвели до коливання системи, припиняють діяти на неї, то система починає коливатися з певною власною частотою коливань, що залежать від пружних та інерційних сил та ін. У тому випадку, коли частота коливань зовнішнього середовища співпадає з власними коливаннями системи, амплітуда різко зростає. Це явище називається резонансом.

Якщо на шляху розповсюдження звуку трапляється перешкода, розміри якої менші за довжину хвилі, то вона огинає її, а при наявності щілин проникає через них. Процес огинання (обтікання) звуковою хвилею кінцевої перешкоди називається дифракцією.

Звук за своєю сутністю є коливальним рухом. Однак не кожен звук людина сприймає як звуковий подразник. Слуховий аналізатор людини реагує тільки на ті коливальні рухи, які відбуваються з певною частотою. Людина найкраще чує звуки в діапазоні від 800 до 4000 Гц.

Мінімальна величина звукової енергії, що сприймається вухом як звук, називається слуховим порогом (порогом чутливості) і становить  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> ( $J_0$ ). Вважають, що мінімальний тиск, який людина сприймає як звук, на частоті 1000 Гц становить  $2 \cdot 10^{-5}$  Па ( $P_0$ ). Верхньою межею, за якою звук викликає вже більші відчуття, відповідає силі звуку  $10^2$  Вт/м<sup>2</sup>, а за звуковим тиском —  $2 \cdot 10^2$  Па.

Отже, інтенсивність звуку на порозі більшого відчуття в  $10^{14}$  разів перевищує силу звуку на порозі чутливості, а за звуковим тиском — до  $10^8$  разів. Різниця між більшим порогом і порогом чутливості дуже велика, тому незручно в акустичних розрахунках оперувати такими великими числами.

Властивість слухового аналізатора реєструвати величезні діапазони величин звукових тисків пояснюється тим, що розпізнається не різниця, а кратність зміни абсолютних величин (ступеневість сприйняття).

Тому відомий учений О. Г. Белл (1847–1922 рр.) для характеристики акустичного феномену ввів спеціальну шкалу логарифмічних одиниць як найбільш об'єктивну і таку, що відповідає фізіологічній сутності сприйняття. За цією шкалою кожний наступний рівень звукової енергії перевищує попередній у 10 разів. Наприклад, якщо інтенсивність одного звука більша за інтенсивність іншого в 10, у 100, у 1000 разів, то за логарифмічною шкалою вона відповідає збільшенню на 1, 2, 3 одиниці ( $\lg 10 = 1$ ,  $\lg 100 = 2$  і т. ін.). Логарифмічна одиниця, що відображає десятикратне збільшення інтенсивності звуку порівняно з іншим, в акустиці називається белом. Логарифмічні одиниці дають змогу оцінювати інтенсивність звуку не абсолютною величиною звукового тиску, а її рівнем ( $L$ ), тобто відношенням фактично створеного тиску до тиску, який взято за одиницю порівняння ( $P_0$ ).

Вухо людини здатне сприймати зміну сили звуку в 10 разів меншу за бел, тому в практиці використовують одиницю в 10 разів меншу, яка дістала назву децибел (дБ).

Отже, бел або децибел — це умовні одиниці, які показують, наскільки даний звук ( $J$ ) у логарифмічному масштабі перевищує умовний поріг чутливості ( $J_0$ ). Величини, що вимірюються таким чином,



називаються рівнями ( $L_i$ ) інтенсивності шуму, або рівнями звуково-го тиску ( $L_p$ ):

$$L_i = \lg \frac{I}{I_0}, (\text{Б}) \quad (2.61)$$

$$\text{або } L_i = 10 \lg \frac{I}{I_0}, (\text{дБ}). \quad (2.62)$$

Сила звуку пропорційна квадрату звукового тиску, тому формула для визначення рівня звукового тиску має такий вигляд:

$$L_p = 10 \lg \left( \frac{P}{P_0} \right)^2, (\text{Б}) \quad (2.63)$$

$$\text{або } L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0}, (\text{дБ}). \quad (2.64)$$

Рівень інтенсивності звуку використовують при акустичних розрахунках, а рівень звукового тиску — при оцінці його дії на організм людини, оскільки орган слуху чутливий не до інтенсивності звуку, а до середньоквадратичного звукового тиску.

На будівельних майданчиках і у виробничих приміщеннях, як правило, працює декілька джерел шуму, кожний з яких впливає на загальний рівень шуму. Сумарний рівень шуму ( $L_\Sigma$ ) у приміщенні від однакових за інтенсивністю звуку ( $L_i$ ) джерел ( $n$ ) визначається за формулою:

$$L_\Sigma = L_1 + 10 \lg n, \quad (2.65)$$

де  $L_1$  — рівень шуму одного джерела, дБ;  
 $n$  — кількість джерел.



Таблиця 2.1

Значення добавки до сили шуму одного джерела залежно від кількості однакових джерел

Кількість джерел шуму, $n$	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40
Значення добавки $10 \lg n$ , дБ	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	16

Значення  $10 \lg n$  наведено в табл. 2.1.

Якщо одночасно працює кілька різних джерел шуму, домінувати буде шум найпотужнішого джерела, а сумарний рівень становитиме:

$$L_\Sigma = L_1 + L_\Delta, \quad (2.66)$$

де  $L_1$  — більший із двох рівнів сили шуму;

$L_\Delta$  — значення добавки, що визначається за табл. 2.2.

Гігієнічні дослідження дають нам уявлення про рівні звукового тиску різних джерел шуму (табл. 2.3).

Коливання з частотою нижче за 20 Гц — інфразвукові, а понад 20 000 Гц — ультразвукові; вони не викликають слухового відчуття, але чинять відповідну дію на організм людини.

Таблиця 2.2

Значення добавки при дії двох різних джерел шуму

Різниця рівнів сили шуму, $L_1 - L_2$ , дБ	0	1	2	3	4	5	6	9
Значення добавки $L_\Delta$ , дБ	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,5





Таблиця 2.3

Рівень сили звуку від деяких джерел

Джерело звуку	Рівень звуку, дБ	Джерело звуку	Рівень звуку, дБ
Шелест листя	10	Металорізальні й дерево-обробні системи	98-126
Серцебиття людини	10		
Нормальна розмова	40-60	Реактивний двигун на відстані 2-3 м	140
Відбійний молот	92-101	Токарно-револьверні верстати	82-99
Каменедробилка	100-125	Клепальні молотки	110-125
Пневматичний інструмент	118-130	Електро- і бензопили	106-114
Столярні цехи	90-97	Відбійні молотки	92-101
Бурильні установки	107-119	Електродвигуни	95-104
Дизелі	103-108	Тнацькі цехи	94-105
Ковальські цехи	98-126	Концерт	100-110

Визначення рівня інтенсивності звуку для кожної частоти вимагало б великої кількості вимірювань, тому весь слуховий діапазон частот поділяють на 8 звукових октав. Для кожної октави обчислюється середньгеометричне значення частоти, Гц:

$$f = \sqrt{f_1 \cdot f_2}, \quad (2.67)$$

де  $f_1, f_2$  — відповідно нижня і верхня межі частот, Гц.

Їх значення для кожної октави дорівнюють 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

### 2.7.3. Дія шуму на організм людини

Вплив шуму на організм людини може проявлятися як у вигляді специфічного ушкодження органів слуху, так і у функціональних

змінах з боку багатьох органів і систем. До специфічної негативної дії шуму на організм відносять пошкодження органів слуху.

У 50-ті роки минулого століття вважалося, що з віком у людини гострота слуху зменшується сама по собі, що не сприймалося як значне захворювання. Однак проведені дослідження змінили існуючі уявлення. Було встановлено, що вік не впливає на гостроту слуху, і лише несприятливе акустичне середовище може призвести до розвитку слухової патології — професійної глухоти.

Нині найкраще вивчено вплив шуму на слуховий орган. Шум може впливати на слух людини по-різному — викликати миттєву глухоту або пошкодження органів слуху (акустична травма). При тривалій дії шуму різко знижується чутливість слуху до звуків окремих частот або чутливість на обмежений час (хвилини, тижні, місяці), після чого слух відновлюється майже повністю внаслідок прояву адаптаційної захисної пристосувальної реакції слухового органа.

Адаптацією до шуму вважається тимчасове зниження гостроти слуху не більш як на 15 дБ з відновленням його протягом декількох хвилин після припинення дії шуму.

Найшкідливішим для слуху є шум великої інтенсивності з довгим періодом неперервної дії. Якщо на людину кілька хвилин діє звук середньої чи високої частоти з рівнем понад 90 дБ, у неї настає тимчасовий зсув порогу чутливості. Зі збільшенням часу дії і підвищенням рівня шуму збільшується тимчасовий зсув порогу й подовжується період відновлення.

Зміна слухової функції може мати різні стадії — короткочасне й стійке зниження гостроти слуху. Короткочасне зниження гостроти слуху вказує на адаптаційно-пристосувальну реакцію органа слуху на дію шуму.

Інтенсивний шум при щоденній дії може призвести до вираженого професійного захворювання — туговухості (неврит слухового нерва). Ознакою туговухості є втрата слуху в першу чергу на ділянці високих частот, а пізніше — і на найбільш низьких частотах.



Розвиток професійної туговухості залежить від виробничого стажу в умовах шуму, характеру шуму, тривалості дії протягом дня, інтенсивності та спектрального стану. Доведено, що імпульсний шум діє на організм більш несприятливо, ніж суцільний при аналогічній сумарній потужності.

Визнано, що початкова стадія професійного пошкодження слуху спостерігається в робітників зі стажем до 5 років. Пошкодження слуху на всіх частотах настає при роботі в умовах шуму понад 10 років. Коли звуковий тиск великий, може виникнути розрив барабанної перетинки. Найбільш ранні виражені зміни спостерігаються на частоті 4000 Гц і в близькій до неї зоні.

Крім вказаної негативної дії, шум спричинює ушкодження багатьох органів і систем організму, бо є вираженим загальнобіологічним подразником, у першу чергу, нервової і серцево-судинної систем. Більш ранні порушення настають у нервовій системі, а зміна органа слуху розвивається значно пізніше. У якому напрямку буде спрямована дія шуму через центральну нервову систему — сказати важко, але, безперечно, на ті внутрішні органи, які певною мірою вже ослаблені.

Оскільки слуховий аналізатор через центральну нервову систему пов'язаний з різними життєво важливими органами людини, тому шум чинить вплив на весь організм.

Дослідженням дії шуму на організм в умовах виробництва займалися Т. А. Орлова, С. П. Алексєєв, І. І. Славін та ін. Вони встановили, що для робітників шумових професій характерним є пошкодження функціонального стану серцево-судинної систем (брадикардія, гіпертонія зміни на ЕКГ та ін.). В осіб, на яких тривало діяв шумовий чинник, спостерігалися зміни секреторної і моторної функції шлунково-кишкового тракту та порушення обмінних процесів (основного, вітамінного, вуглеводного, білкового, жирового та сольового).

Звукові коливання людина сприймає не лише органом слуху, а і через кістки черепа (так звана кісткова провідність). При невисоких

рівнях шуму кісткова провідність невелика, а при високих вона зростає і посилює шкідливий вплив на організм людини.

У робітників, що працюють в несприятливому акустичному середовищі, раніше, ніж порушення слухової чутливості, виникають такі симптоми, як роздратування, пригнічений настрій, послаблення пам'яті, апатія, зміна чутливості шкіри, уповільнення швидкості психічних реакцій, розлади сну та ін. Під впливом сильного шуму зменшується гострота зору, з'являються головні болі й запаморочення, змінюється ритм дихання.

На фоні шуму прискорюється настання втоми, уповільнюється темп праці, її якість, продуктивність, увага та психічні реакції, що може призвести до виробничого травматизму.

Причиною виникнення професійного невриту слухового нерва можуть бути такі фактори, як вік людини, стан її здоров'я, вид праці, фізичний та душевний стан в момент інтенсивної дії шуму та ін. Загальне захворювання людини під дією шуму називається «шумовою хворобою». Однак це захворювання професійним не визнають, хоч є всі докази й підстави вважати його професійним для людей, що працюють в шумових умовах.

Офіційно професійним захворюванням унаслідок шкідливої дії виробничого шуму поки що визнається лише пошкодження органа слуху.

#### 2.7.4. Гігієнічне нормування

У галузі гігієнічного нормування перші норми щодо обмеження шуму були затверджені в 1956 році. Чинні нині норми шуму на робочих місцях регламентуються такими документами, як ГОСТ 12.1.003–83, ССБТ «Шум. Загальні вимоги безпеки» та ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Нормування шуму ведеться у двох напрямках: гігієнічне нормування й нормування шумових характеристик машин.



Нормування ведеться за рівнем звукового тиску залежно від частоти в даній октаві.

Для приблизної оцінки ГОСТ допускає як характеристику постійного шуму на робочому місці взяти рівень звуку в децибелах, що вимірюється за шкалою «А» шумоміра:

$$L_a = 20 \lg \frac{P_a}{P_0}, \quad (2.68)$$

де  $P_a$  — середньоквадратичний звуковий тиск з розрахунком корекції шумоміра, Па;

$P_0$  — пороговий середньоквадратичний звуковий тиск,  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

На виробництві дуже часто шум має непостійний характер. За цих умов найбільш вигідно користуватися деякою середньою величиною, що називається еквівалентним рівнем звуку (за енергією). Він характеризує середнє значення енергії звуку, дБ; допустимий рівень звуку в децибелах більший на 5 дБ порівняно з рівнем звуку на частоті 1000 Гц. Цей рівень можна також вимірювати за допомогою спеціальних інтегруючих шумомірів.

Для вимірювання шуму застосовують шумоміри ШМ-1, вимірювач шуму й вібрацій ВШВ-003, частотні аналізатори та іншу акустичну апаратуру. Аналізаторами можуть бути октавні фільтри.

Шум вимірюють для того, щоб визначити рівень звукового тиску на робочих місцях і у виробничих приміщеннях для порівняння його з нормативним значенням з метою розробки різних заходів та оцінки їх ефективності щодо зниження рівня шуму.

На виробництві шум вимірюється на робочих місцях, а також безпосередньо у вузлах машин. Робочим місцем є зона звукового поля на відстані 0,5 м від джерела шуму і на висоті 1,5 м над рівнем підлоги.

### 2.7.5. Методи та засоби захисту

Боротьба із шумом здійснюється різними засобами та методами. Загальну класифікацію засобів та методів захисту від шуму наведено в ГОСТ 12.1.029–80 ССБТ «Заходи та методи захисту від шуму. Класифікація».

Заходи щодо боротьби із шумом поділяються на дві групи: колективні та індивідуальні. Відносно джерела шуму, боротьба із шумом поділяється на засоби, що знижують шум у джерелі його виникнення і такі, що зменшують шум на шляху його поширення.

Найефективнішими є заходи, що ведуть до зниження шуму в джерелі його виникнення — шляхом поліпшення конструкції машин, застосування матеріалів, що не викликають сильних звуків, забезпечення мінімальних допусків у сполучених вузлах, заміни прямих зубних шестерень шевронними та інше.

За способом реалізації методи й способи колективного захисту, що зменшують шум на шляхах його поширення, поділяються на такі:

- 1) акустичні;
- 2) архітектурно-планувальні;
- 3) організаційно-технічні.

Акустичний захист від шкідливої дії шуму — це зменшення шуму за допомогою методу звукопоглинання та методу звукоізоляції.

Метод звукопоглинання базується на перетворенні енергії звукових коливань частинок повітря на теплоту за рахунок втрат на тертя в порах звукопоглинаючого матеріалу.

У виробничих приміщеннях рівень шуму значно підвищується внаслідок відбиття його від огорожуючих будівельних конструкцій та обладнання. Для зменшення частки відбитого звуку застосовують спеціальну акустичну обробку приміщень. Вона полягає в тому, що внутрішні поверхні облицьовують звукопоглинаючими матеріалами. Чим більше звукової енергії поглинається, тим менше її відбивається назад у приміщення.



Ефективність звукопоглинаючих матеріалів характеризується коефіцієнтом поглинання. Якщо цей коефіцієнт дорівнює нулю, тоді вся енергія відбивається без поглинання; якщо одиниці — тоді вся енергія поглинається. Коефіцієнт звукопоглинання залежить від частоти звукових хвиль, кута їх падіння, товщини й типу матеріалу.

Звукопоглинаючими вважаються матеріали, які мають коефіцієнт поглинання більше 0,2. Вони бувають пористо-волокнистими, мембранними та об'ємними. Ефективність застосування різних звукопоглинаючих матеріалів визначається за допомогою акустичних розрахунків.

Максимальне зниження рівня шуму у відбитому полі за допомогою акустичної обробки в приміщенні практично не перевищує 6–8 дБ, що відповідає зниженню гучності звуку в півтора рази.

Зменшення шуму методом звукоізоляції є одним із розповсюджених заходів для зниження шуму на шляху його поширення. Метод базується на відбитті звукової хвилі, що падає на звукоізоляційну перегородку, огорожу та інше. Ефективними звукоізоляційними матеріалами є метал, бетон, дерево, щільні пластмаси та ін.

Метод екранування використовують для зниження шуму на шляху його поширення, коли інші методи малоефективні чи нецільні. Екран створює звукову тінь і є перешкодою на шляху поширення шуму.

Для виготовлення екранів використовують сталі чи алюмінієві листи товщиною 1–3 мм, вкриті з боку джерела шуму звукопоглинаючим матеріалом. Акустична властивість екрана залежить від його форми, розмірів, розміщення відносно джерела шуму й робочого місця.

В умовах виробництва часто виникають шуми аеродинамічного походження. Причиною цього явища є стаціонарні й нестаціонарні процеси в газах (пульсація тиску при русі потоків газу в трубах та ін).

Щоб боротися з аеродинамічними шумами, застосовують глушники шуму: абсорбційні, реактивні й комбіновані. В абсорбційних

глушниках затухання шуму відбувається в порах звукопоглинаючого матеріалу. Їх використовують для зменшення шуму у вентиляційних установках. Реактивні глушники встановлюють на компресорних механізмах. Принцип роботи реактивних глушників базується на ефекті відбиття звукових хвиль в елементах глушника. Вони мають сполучені між собою камери розширення й звуження, резонансні заглиблення і майже не використовують звукопоглинаючих матеріалів.

Комбіновані глушники являють собою поєднання абсорбційних і реактивних глушників, тому зменшення рівня звуку в них відбувається як за рахунок поглинання, так і за рахунок відбиття звукових хвиль.

Архітектурно-планувальні методи включають в себе акустичне планування споруд і будівель в рамках генеральних планів розміщення технологічного обладнання, організацію робочих місць, планування зон руху транспортних засобів, а також створення шумозахисту в місцях перебування людей.

При плануванні приміщень найбільш шумні цехи слід сконцентрувати окремо від інших, де перебувають люди, або відокремлювати їх розривами чи приміщеннями, де робітники перебувають короткочасно. Між ділянками, що мають різні рівні шуму, встановлюють перегородки або ж розміщують підсобні приміщення, склади сировини чи готової продукції.

Зменшення шуму на території промислової та житлової забудови досягається шляхом створення зелених насаджень з дерев і чагарників.

Організаційно-технічні заходи щодо боротьби з шумом полягають у впровадженні мал шумних технологічних процесів, обладнання шумових машин засобами дистанційного управління та використанні раціональних режимів праці й відпочинку та ін.

Якщо методами, описаними вище, не можна зменшити шум до допустимої межі, вдаються до засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), які дозволяють знизити рівень шуму на 10–45 дБ.



Засоби індивідуального захисту від шуму поділяють на протишумові навушники, що закривають слухову раковину ззовні, і протишумові вставки, що закривають слуховий прохід. Вони виготовляються з твердих еластичних і волокнистих матеріалів; бувають одно- і багаторазового використання. До ЗІЗ належать також протишумові шлеми, що закривають усю голову, і маски, які використовуються разом з навушниками. Нині найбільше застосовують вставки з вати і полімерних волокон («беруші»), які дозволяють знизити гучність шуму на 15–30 дБ.

Негативну дію шуму можна зменшити шляхом скорочення часу контакту з ним, влаштування короткочасних перерв для відновлення функцій слуху, суміщення професій в умовах шуму та ін.

До профілактичних заходів щодо попередження професійних захворювань належать попередній, при вступі на роботу, і періодичний медичні огляди. Періодичність медоглядів (від 1 разу на 3 роки до щорічного) залежить від рівня шуму.

### 2.7.6. Ультразвук

Ультразвук використовується в різних галузях промисловості та техніки, особливо для аналізу й контролю при дефектоскопії, при структурному аналізі речовин, визначенні фізико-хімічних властивостей матеріалів та ін. Основною галуззю, де використовується ультразвук, є технологічні процеси в промисловості. Це очищення й знежирювання деталей, механічна обробка твердих крихких матеріалів, зварювання, паяння, лудіння, електролітичні процеси, прискорення хімічних реакцій та інше. Для технологічних потреб використовуються ультразвукові коливання низької частоти — від 18 до 30 кГц і високої потужності — до 6–7 Вт/см<sup>2</sup>.

У виробничих умовах низькочастотний ультразвук частково утворюється при аеродинамічних процесах і є супутником відчутних шумів (робота реактивних двигунів, газових турбін та ін).

Широко використовується ультразвук у медицині — для лікування деяких захворювань хребта, суглобів та ін.

Ультразвук — це механічне коливання пружного середовища, що має однакову зі звуком фізичну природу. Ультразвук, як і звук, характеризується тиском, інтенсивністю і частотою коливань. Відрізняється від звукових коливань тим, що не сприймається органами слуху людини.

Ультразвуковий діапазон поділяється на низькочастотні коливання ( $1,2 \cdot 10^4 - 1,0 \cdot 10^5$  Гц), що добре поширюються через повітря та контактним шляхом, і високочастотні ( $1,0 \cdot 10^5 - 1,0 \cdot 10^9$  Гц), що передаються контактним шляхом.

Ультразвукові хвилі при поширенні їх у різних середовищах поглинаються тим більше, чим вища їх частота. Вода, метал та інші пружні середовища слабо поглинають ультразвук, тому він поширюється на великі відстані, практично не втрачаючи енергії. Поглинання ультразвуку супроводжується нагріванням середовища.

Специфічною особливістю ультразвуку є те, що він поширюється спрямованими пучками, завдяки великій частоті та малій довжині хвиль створює великий тиск. Саме тому ультразвук широко використовується в описаних вище процесах. При тривалій роботі на ультразвукових установках працівники можуть піддаватися його дії через повітря або при безпосередньому контакті з рідкими чи твердими тілами, через які поширюється ультразвук. Більш небезпечним є контактний вплив ультразвукового випромінювання при роботі з ручними інструментами під час паяння, лудіння або очищення поверхні деталей.

При виконанні вказаних робіт, коли ультразвук перевищує гранично допустимі рівні, можуть виникати функціональні зміни в центральній, периферичній нервовій та судинній системах людини в місцях контакту (вегетативні поліневрити, м'язова слабкість пальців рук та передпліччя). Низькочастотні ультразвукові хвилі негативно впливають на слуховий та вестибулярний апарати, больову чутливість і процеси терморегуляції. Про те, що ультразвук негативно



впливає на різні органи й системи людини не лише через слуховий апарат, підтверджують численні дослідження глухонімих.

Основними документами, що регламентують безпеку при роботі з ультразвуком, є «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» (ДСН 3.3.6.037–99), ГОСТ ССБТ 12.1.001–89, «Ультразвук, загальні вимоги безпеки».

Допустимі рівні коливань ультразвуку нормуються в триоктавних стрічках частот середньгеометричними частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0 кГц. При контакті рук та інших частин тіла людини з робочими органами, що генерують ультразвук, рівень його не повинен перевищувати 110 дБ. Тривалість дії ультразвуку має бути обумовлена розрахунком.

Щоб запобігти шкідливому впливу ультразвуку, використовують заходи технічного характеру, автоматичне малопотужне ультразвукове обладнання та установки з дистанційним управлінням. Щоб уникнути розповсюдження ультразвуку, установки обладнують звукоізолюючими кожухами та екранами, покритими гумою, протишумовою мастикою, та ін.

Ефективним методом боротьби є розміщення обладнання у звукоізованих приміщеннях або застосування спеціального інструменту та використання засобів індивідуального захисту (антифони з ультратонкою скловатою, захисні рукавиці та інше). До роботи з таким обладнанням допускаються особи не молодше 18 років.

### 2.7.7. Інфразвук

У виробничих умовах інфразвук утворюється при роботі компресорів, турбін, дизельних двигунів, промислових вентиляторів та інших великогабаритних машин. Під вплив інфразвуку людина може потрапляти не тільки в робочий час, а й на відпочинку. Багато явищ природи — землетруси, виверження вулканів, морські хвилі та шторми — генерують інфразвукові хвилі.

Промисловими джерелами інтенсивних інфразвукових хвиль є механізми та агрегати, що мають великі розміри та здійснюють обертові та зворотно-поступальні рухи, а також турбулентні процеси, що виникають під час руху великих потоків газів або рідин (аеродинамічного походження). При роботі компресорних машин потужним джерелом інфразвукових хвиль є система забору повітря.

Інфразвук характеризується інфразвуковим тиском, інтенсивністю та частотою коливань до 20 Гц.

Інфразвук за фізичними властивостями має однакову природу зі звуком. Він мало поглинається повітрям, тому може поширюватися на великі відстані.

Інфразвук діє на весь організм людини, негативно впливає на її здоров'я і працездатність. Дані багатьох досліджень свідчать про високу чутливість організму людини до рівня коливань з максимумом енергії в зоні інфразвукових частот.

У результаті тривалої дії низькочастотних коливань у людини спостерігається зниження працездатності, роздратування, порушення сну. У деяких осіб виникають нервово-вегетативні розлади і навіть порушення психіки. Відомі випадки, коли робітники компресорних станцій скаржилися на втому, головний біль, загальне нездужання, поганий сон та самопочуття.

В осіб, які перебувають на відстані 200–300 м від реактивних літаків, з'являється відчуття безпричинного страху, підвищується артеріальний тиск, трапляються випадки непритомності. Під час роботи реактивних двигунів виникає струс грудної клітки і черевної порожнини, спостерігається стан, що нагадує морську хворобу, розвиваються часті запаморочення та нудота.

Низькочастотні інфразвукові коливання сприймаються як фізичне навантаження, у працюючих збільшується загальна витрата енергії, виникають вестибулярні порушення, знижується гострота слуху та зору та ін. Характер і вираженість змін в організмі залежать від діапазону частот, рівня звукового тиску й тривалості його впливу.



В умовах виробництва зміни, що відбуваються в організмі, не можна віднести повністю тільки на рахунок інфразвуку, оскільки на підприємствах наявні звукові коливання широкого спектра, але експерименти довели, що саме інфразвукові коливання викликають в організмі людини вищезгадані зміни.

Інфразвук з рівнем звукового тиску до 150 дБ — межа витривалості людини, та й то тільки при короткочасній дії, а інфразвук з рівнем понад 150 дБ є для неї небезпечним.

Особливо несприятливими є частоти коливань від 2 до 15 Гц, унаслідок виникнення в організмі людини резонансних явищ. Інфразвук з частотою 8 Гц найнебезпечніший для організму людини, оскільки може збігтися з альфа-ритмом біострумів мозку людини.

Отже, інфразвук як професійний шкідливий чинник може впливати на весь організм людини й чинити специфічну дію на органи слуху. Причиною такої біологічної дії інфразвуку є сприйняття його не тільки органом слуху, а й поверхнею тіла людини.

Першочерговим завданням виробничої санітарії є зниження інтенсивності інфразвуку в умовах виробництва. Боротьба з негативною дією інфразвуку повинна вестися в тих же напрямках, що і боротьба із шумом:

- послаблення інфразвуку в його джерелі, усунення причин його виникнення;
- ізоляція і поглинання інфразвуку (встановлення глушників, екранів);
- використання індивідуальних засобів захисту;
- медична профілактика.

Зважаючи на складність боротьби з інфразвуком, потрібно починати її на стадії проектування машин, агрегатів чи розробки проектного завдання на будівництво підприємства.

Особливу увагу слід приділяти професійному добору осіб, які будуть постійно працювати з обладнанням, що генерує інфразвук, та медичній профілактиці. Особи, що піддаються дії цього негативного фактора, проходять профілактичні та періодичні медичні огляди.

## 2.8. Іонізуюче випромінювання

### 2.8.1. Основні джерела і види іонізуючого випромінювання

Нині існує велика кількість галузей народного господарства, які використовують радіоактивні речовини та іонізуюче випромінювання. Вони широко використовуються в наукових дослідженнях і в промисловості у вигляді так званих мічених атомів для контролювання дефектів будівельних конструкцій, при дефектоскопії трубопроводів, технологічного обладнання, контролюванні якості зварних швів та ін.

У промисловості велику роль відіграє використання радіоактивних ізотопів та іонізуючого випромінювання для автоматизації виробничих процесів визначення щільності, вологості, фільтрації води в ґрунтах та їх однорідності й т. ін.

Широке використання енергії поділу та синтезу ядер стимулювало розвиток такої галузі знань, як радіаційна безпека, яка має справу з розробкою методів колективного та індивідуального захисту від впливу радіації, питаннями створення безпечних умов праці з джерелами іонізуючого випромінювання.

Іонізуючим випромінюванням (радіацією) називається будь-яке випромінювання, що прямо чи побічно викликає іонізацію середовища.

На Землі природними джерелами радіації є розповсюджені в ній радіоактивні речовини. Радіоактивність існувала на планеті задовго до появи життя, вона з'явилася не з появою атомної зброї чи з будівництвом атомних станцій (АЕС). Крім цього, нині людина постійно стикається зі штучними джерелами випромінювання, з техногенним радіаційним фоном. Техногенними джерелами іонізуючого випромінювання є підприємства ядерно-паливного циклу, прискорювачі заряджених частинок, рентгенівські установки та інше.

У природі завжди існували стійкі і нестійкі хімічні елементи, у яких для збереження міцності ядра не вистачає внутрішніх ядерних сил. Тому нестійкі елементи розпадаються на ядра атомів інших елементів.



Процес спонтанного перетворення ядер атомів нестійких елементів називається радіоактивним розпадом. Цей самовільний розпад неможливо ані прискорити, ані сповільнити або зупинити. Поділ радіоактивних ядер супроводжується випромінюванням, найважливішими компонентами якого є альфа- ( $\alpha$ ), бета- ( $\beta$ ), гамма- ( $\gamma$ ) випромінювання та нейтрони.

Альфа-випромінювання — це потік позитивно заряджених ядер атомів гелію, що рухаються зі швидкістю 20 000 км/с. У зв'язку з великими розмірами, вони мають низьку проникаючу здатність. Довжина їх пробігу невелика (у повітрі становить 20–110, а у біологічних тканинах — 30–150 мм).

Бета-випромінювання — це потік електронів або позитронів зі швидкістю, близькою до швидкості світла. Проникаюча здатність у повітрі становить декілька метрів, у біологічних тканинах 10 мм і до 1 м у металах.

Гамма-випромінювання — це високочастотне електромагнітне випромінювання, яке вільно проходить через тіло людини та інші середовища без помітного послаблення енергії зі швидкістю світла.

Робота із радіоактивними речовинами може супроводжуватися забрудненням повітря, обладнання, приміщення, спецодягу й відкритих ділянок шкіри людини. Виділення аерозолі може відбуватися під час механічної і хімічної обробки радіоактивних матеріалів та під час інших процесів, пов'язаних з їх подрібненням, пересипанням, сублимацією чи випромінюванням. Будівельні конструкції можуть сорбувати радіоактивні речовини й створювати джерела повторного надходження їх у приміщення.

### 2.8.2. Властивості іонізуючого випромінювання та одиниці його вимірювання

Основною властивістю іонізуючого випромінювання є його всепроникаюча здатність. Найбільшу проникаючу здатність та небезпеку зовнішнього опромінювання мають гамма- та рентгенівське

випромінювання. Альфа- та бета-випромінювання має невелику проникаючу здатність, але велику небезпеку при внутрішньому опромінюванні.

Особливість явища радіоактивності полягає в тому, що не всі ядра радіоактивного елемента розпадаються одночасно. Час, протягом якого кількість ядер даного радіонукліда внаслідок самочинних перетворень зменшується вдвічі, називається періодом піврозпаду. Період піврозпаду для різних ізотопів коливається від часток секунди до багатьох мільярдів років.

Під час роботи з радіоактивними речовинами суттєве значення має не їх маса, а кількість ядер, що розпадаються за секунду, тобто їх радіоактивність.

При випромінюванні радіоактивних речовин об'єкт (середовище) поглинає відповідну кількість енергії, тому зміни, що будуть відбуватися в ньому, залежать від кількості поглинутої ним енергії та маси.

Відношення поглинутої енергії  $E$  до маси опромінюваного об'єкта  $d_m$  називається поглинутою дозою  $D$ :

$$D = \frac{E}{d_m}. \quad (2.69)$$

Це основна фізична величина для оцінки впливу іонізуючого випромінювання. Одиниця поглинутої дози в системі СІ — Гр (Грей), а позасистемна — рад: 1 Гр = 1 Дж/кг = 100 рад.

На організм людини різні види іонізуючого випромінювання чинять навіть при однаковій поглинутій дозі різну біологічну дію. Тому для оцінки ступеня опромінення людини не досить знати лише поглинуту дозу, необхідно знати вид випромінювання.

Для оцінки біологічної дії радіоактивних речовин на організм людини вводиться поняття еквівалентної дози  $D_e$ , що визначається як добуток поглинутої дози та коефіцієнта якості даного випромінювання:





$$D_e = D \cdot K_a, \quad (2.70)$$

де  $D_e$  — еквівалентна доза випромінювання, бер (біологічний еквівалент рада);

$K_a$  — перевідний коефіцієнт, бер/Гр, який показує, у скільки разів радіаційна небезпека даного виду випромінювання вища за радіаційну небезпеку рентгенівського випромінювання при однаковій поглинутій дозі (табл. 2.4.);

$D$  — поглинута доза, Гр.

Одиницею експозиційної дози, яка використовується для кількісної оцінки іонізуючої дії, є кулон на кілограм (Кл/кг), позасистемна одиниця — рентген (Р):

$$1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг}. \quad (2.71)$$

Дозу 1 Р створює джерело випромінювання масою 1 кг за 1 годину на відстані 1 м.

Поглинута еквівалентна та експозиційна доза за одиницю часу (1 с) називається потужністю дози й вимірюється в Гр/с (1 Гр/с = 1 Вт/кг).

**Таблиця 2.4**

*Значення коефіцієнта якості для деяких видів випромінювання*

№	Вид випромінювання	Коефіцієнт якості, $K_a$
1	Рентгенівське та гамма-випромінювання	1
2	Електрони та позитрони	1
3	Протони з енергією до 10 МеВ	10
4	Нейтрони з енергією 0,1–10 МеВ	10
5	Альфа-випромінювання до 10 МеВ та важкі ядра	20



### 2.8.3. Біологічна дія іонізуючого випромінювання на організм

Людина не відчуває дії іонізуючого випромінювання. Вона не може відчутти навіть згубної дози переопромінення. Якщо за інших обставин людина може зорієнтуватися і вжити відповідних застережних заходів, то в цьому випадку без спеціальних приладів вона не зможе дізнатися про наявність радіації та її рівень, а також про те, що їй загрожує небезпека.

Іонізуюче випромінювання, проходячи через біологічні тканини, викликає їх іонізацію, призводить до утворення позитивних і негативних іонів. У тканинах людини внаслідок цього відбуваються складні фізико-хімічні та біологічні процеси. Це призводить до радіаційного пошкодження біологічної тканини, складних функціональних та морфологічних змін. Молекули води, що входять до складу тканин та органів, розпадаються, утворюючи вільні атоми та радикали, які мають велику окислювальну здатність. Унаслідок великої хімічної активності вільні радикали  $\text{OH}^-$  та  $\text{H}^+$  пошкоджують клітини й порушують нормальні біохімічні процеси в живій тканині.

Залежно від поглинутої дози ці зміни можуть бути зворотними й незворотними. При невеликій дозі пошкоджені тканини відновлюють свою функціональну діяльність. Значна доза, що перевищує гранично допустиму, може викликати незворотні пошкодження окремих органів або всього організму.

Людина найбільш стійка до опромінення у віці 25–30 років. Молоді особи більш чутливі до опромінення, ніж люди середнього віку.

Ураження органів людини внаслідок дії різних видів іонізуючого випромінювання називається променевою хворобою. Захворювання залежить від характеру випромінювання, часу дії, поглинутої дози, місця її проникнення й загального стану організму. Існують гостра і хронічна форми променевої хвороби.

Гостра променева хвороба може виникнути при одноразовому зовнішньому опроміненні дозою понад 1 Гр. Хронічна розвивається при тривалому опроміненні відносно малими дозами.



При одноразовому опроміненні всього тіла дозою до 0,5 Гр відсутні зовнішні ознаки променевої хвороби, але можуть спостерігатися тимчасові зміни в крові, але незабаром стан організму швидко нормалізується. Опромінення дозою 0,5–1,0 Гр викликає помірні зміни в крові, які після лікування однак, як правило, не спостерігаються.

Опромінення одноразовою дозою понад 1,0–2,0 Гр викликає різні форми гострої променевої хвороби — легкої — у вигляді вираженої лейкопенії (зниження числа лейкоцитів у крові). Смертельні випадки не спостерігалися.

Променева хвороба середнього ступеня тяжкості виявляється при опроміненні дозою 2,5–4,0 Гр. Різко знижується вміст лейкоцитів у крові, спостерігається нудота й блювання, з'являються підшкірні крововиливи. До 20 % смертельних випадків трапляється через 2–6 тижнів після опромінення.

При опроміненні дозою 4,0–7,0 Гр розвивається важка форма променевої хвороби, протягом місяця смерть може настати у 50 % опромінених. Украй важка форма спостерігається після променевої дози, що перевищує 7,0 Гр. У крові повністю зникають лейкоцити, виникають численні підшкірні крововиливи й настає смерть.

Надходження радіоактивних речовин в організм можливе при диханні забрудненим повітрям і через шлунково-кишковий тракт. Деякі радіонукліди можуть потрапляти через шкіряні покрови, особливо якщо на шкірі є рани, тріщини або порізи.

Небезпека внутрішнього опромінення значно вища, оскільки джерело опромінення впритул наближене до опроміненого органу й неможливо використати будь-який захист. Крім того, окремі радіонукліди мають властивість вибірково акумулюватися в тих чи інших органах. Швидкість виведення радіонуклідів з організму різна: добре розчинні швидше виділяються, довго існуючі сполуки дуже небезпечні, тому що можуть протягом усього життя потерпілого бути джерелом іонізуючого випромінювання.

Хронічна променева хвороба проявляється в трьох стадіях.



Таблиця 2.5

Коефіцієнт радіоактивного ризику  
при рівномірному опроміненні всього організму

№	Орган, тканина	Кр
1	Яєчники або сім'яники	0,24
2	Щитовидна залоза	0,03
3	Червоний кістковий мозок	0,12
4	Молочні залози	0,15
5	Інші органи й тканини	0,34

Хронічна променева хвороба на I стадії характеризується загальною слабкістю, втомлюваністю, запамороченнями та ін. Симптоми на цій стадії малохарактерні й неспецифічні. У разі припинення контакту й лікування здоров'я відновлюється. Якщо цього не зробити, хвороба переходить у наступну стадію.

II стадія виражається ураженням центральної нервової системи, болями, нудотою, порушенням усіх видів обмінних процесів. Після лікування повне одужання настає дуже рідко, хвороба може прогресувати.

III стадія — це тяжка форма захворювання з необоротними змінами в організмі, що призводять до повної непрацездатності, повного одужання не настає.

Певні радіоактивні речовини вибірково діють на організм, тому чутливість різних органів людини до дії опромінення неоднакова. У зв'язку із цим введено таке поняття, як критичний орган.

Критичним органом називається орган або частина тіла, опромінення якого за даних умов завдає найбільшої шкоди здоров'ю людини. Коефіцієнт радіоактивного ризику Кр для різних органів організму наведено в табличній формі (табл.2.5).

Радіоактивні речовини виділяються з організму через шлунково-кишковий тракт, нирки, дихальні шляхи, шкіру, а також через молочні залози. Залежно від періоду піврозпаду деякі речовини ви-



водяться швидко, інші — повільно, утворюючи так зване депо. Наприклад, радій і стронцій накопичуються в кістковій тканині, плутоній — у кістках, легенях, полоній — у печінці, селезінці, уран — у печінці, нирках, кістках. Вибіркова здатність дії радіоактивних речовин обумовлює, у першу чергу, захворювання критичних органів.

Найчутливішими до радіації є клітини організму, що швидко ростуть; відносно стійкою є м'язова тканина. При опроміненні дозами, що значно перевищують допустимі, людина може загинути миттєво — так звана «смерть під променем».

При роботі з радіоактивними речовинами найбільш інтенсивно опромінюються руки. Ранніми ознаками пошкодження шкіри є згладженість шкіряного малюнку, пізніше — дистрофічні зміни нігтів, пігментні, судинні доброякісні утворення. У разі гострого променевого опіку рук спостерігаються: набряк, омертвіння тканин, виразки, що не загоюються.

Тривала дія іонізуючого випромінювання погіршує зір людини внаслідок помутніння кришталика. Усі описані зміни в організмі людини можуть настати на будь-якій стадії променевої хвороби, якщо потерпілому своєчасно не було надано спеціальну допомогу.

#### 2.8.4. Гігієнічне нормування

Іонізуюче випромінювання та радіоактивні речовини завжди є в природному середовищі. Це так званий природний фон. Його створюють космічне випромінювання та випромінювання поширених у навколишньому середовищі радіоактивних речовин. Природні радіоактивні речовини в дуже малій кількості містяться в ґрунтах, природних водах, атмосферному повітрі, рослинах і тваринах. Із цієї ж причини і у тканинах людини є радіоактивні речовини. Щосекунди тіло людини пронизує кілька космічних частинок, що пройшли через захисну товщу атмосфери.

За даними астрофізики й геофізики, природний радіаційний фон існував на Землі протягом антропогенезу і його інтенсивність



практично не змінилася. Цей фон безпечний для людини, так як у процесі природного добору людство до нього пристосувалося. Середня доза опромінення від усіх природних джерел іонізації становить за рік близько 200 мР. Це значення може коливатися в різних регіонах планети від 50 до 1000 мР за рік.

При роботі з радіоактивними речовинами найбільші дози, які не впливають на організм, називаються гранично допустимими дозами (ГДД). Річний рівень опромінення повинен бути таким, щоб при рівномірному накопиченні протягом 50 років не виникали зміни не лише у здоров'ї самого працівника, а й у здоров'ї його нащадків.

Допустимі дози іонізуючого випромінювання регламентуються в Нормам радіаційної безпеки України (НРБУ), дія яких поширюється на всі підприємства, що використовують, зберігають або транспортують природні чи штучні радіоактивні речовини.

Згідно із цим документом, визначено такі категорії осіб, які зазнають опромінювання:

- категорія А (особи, що постійно чи тимчасово працюють із джерелом іонізуючого випромінювання);
- категорія Б (обмежена частина населення, яка з причини розміщення робочих місць або проживання може зазнавати дії джерел випромінювання);
- категорія В (усе інше населення країни).

За ступенем чутливості до іонізуючого випромінювання встановлено три групи критичних органів, опромінення яких спричинює найбільшу шкоду для здоров'я людини:

- I — усе тіло, гонади, червоний кістковий мозок;
- II — щитовидна залоза, м'язи, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, шлунково-кишковий тракт, легені, кришталик ока та інші органи — за винятком тих, що належать до I або III груп;
- III — шкіра, кісткова тканина, кисті рук, передпліччя й стопи.

Залежно від групи критичних органів для осіб категорії А встановлено ГДД за рік, а для осіб категорії Б — граничні дози (ГД) за рік (табл. 2.6.).



Таблиця 2.6

Дози опромінювання для різних груп критичних органів осіб категорії А та Б, мР/рік

Група критичних органів	ГДД	ГД
	А	Б
I	50	5
II	150	15
III	300	30

Еквівалентна доза  $D_e$  (бер) накопичення в критичному органі за період  $T$  від початку професійної діяльності не повинна перевищувати значень, що визначаються за формулою:

$$D_e = \text{ГДД} \cdot T, \text{ (бер)}. \quad (2.72)$$

Для осіб категорії В (населення) доза опромінення не регламентується, оскільки передбачається, що їх опромінення відбувається в основному за рахунок природного радіоактивного фону та медичної діагностики, які не можуть викликати в організмі людини несприятливих змін.

Працюючи з радіоактивними речовинами, необхідно проводити систематичний контроль і вимірювання доз опромінення.

### 2.8.5. Методи та засоби захисту

Використання радіоактивних речовин вимагає розробки комплексу заходів захисту як від внутрішнього, так і від зовнішнього опромінювання. Захист працюючих забезпечується системою технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів.

Доза опромінювання буде тим меншою, чим більша відстань до радіаційного джерела і чим менший час опромінювання працівника. Для зниження інтенсивності радіації на робочих місцях встановлюють екрани.

Профілактичні заходи захисту від опромінювання можна поділити на 2 групи:

- засоби біологічного захисту від проникної радіації;
- заходи запобігання забрудненню повітря виробничих приміщень, одягу та шкіряного покриву працюючих.

Для захисту від проникаючої радіації встановлюють екрани з важких бетонів (наповнювачі — магнетит, гематит, барит та ін), металевих конструкцій, що мають високі захисні властивості щодо нейтронів і  $\gamma$ -випромінювання. З метою недопущення виходу радіації, ущільнюють будівельні матеріали, запаковують шви та ін.

Санітарно-гігієнічні вимоги передбачають такі заходи:

- радіаційне планування та оздоровлення приміщень;
- дистанційне управління й контроль за роботами;
- облаштування ефективної припливно-витяжної вентиляції;
- обладнання санпропускників із системою дозиметричного контролю;
- забезпечення засобами індивідуального захисту;
- відповідне зберігання й транспортування радіоактивних речовин і відходів.

Працюючи із закритими джерелами радіоактивних матеріалів, щоб запобігти переопроміненню персоналу, збільшують відстані між оператором і джерелом радіації шляхом автоматизації процесів або дистанційного управління.

Працюючи з відкритими джерелами випромінювання малої ефективності, збільшують відстані до джерел випромінювання та обмежують час опромінення. Працюючи з джерелом великої активності, встановлюють спеціальні екрани, що в 10–100 разів послаблюють інтенсивність опромінювання (свинцеві, вольфрамові, сталеві, чавунні, бетонні та ін.).



Захист від джерел внутрішнього опромінення передбачає насамперед припинення надходження радіоактивних речовин в організм і потрапляння їх на шкіряний покрив. Для цього необхідно забезпечити ефективну вентиляцію, яка б вловлювала радіаційний пил, а також дотримання правил особистої гігієни та використання ЗІЗ органів дихання.

Велике значення при роботах з радіоактивними речовинами має планування та оздоблення приміщень. Стіни, стелі й підлоги не повинні сорбувати радіоактивні речовини; вони повинні легко піддаватися дезактивації і вологій очистці. Метод дезактивації — хімічний, електрохімічний, механічний — вибирають залежно від характеру радіаційного забруднення та його рівня.

Для зберігання радіоактивних відходів використовують спеціальні контейнери. Необхідний для зберігання твердих відходів час визначається періодом піврозпаду радіонуклідів. Щоб знизити радіаційну небезпеку ізотопів з великим періодом піврозпаду в мільйон разів, тобто до практично безпечного рівня, необхідні заходи щодо їх екологічної ізоляції приблизно на 600 років.

Залежно від характеру виконуваних робіт, крім технічних засобів, вдаються до організаційних. Одним з організаційних заходів є надання дозиметричного наряду-дозволу для проведення робіт у складних радіаційних умовах. У наряді-допуску вказується зміст, місце й час проведення робіт, заходи безпеки та склад бригади.

До організаційних заходів належать також дотримання санітарно-пропускового режиму, своєчасне проведення інструктажів радіаційної безпеки й перевірка знань персоналу.

Радіаційна безпека передбачає також правильне використання ЗІЗ. До ЗІЗ належать спецодяг повсякденного (комбінезони, костюми, халати, натільна білизна) і короткочасного (плівочний спецодяг) користування; ЗІЗ органів дихання; ізолюючі костюми; спецвзуття; засоби захисту рук, очей, обличчя та органів слуху.

Радіаційний контроль — одна з найважливіших складових частин комплексу заходів забезпечення радіаційної безпеки під час ро-



боти з джерелом радіоактивності. Результати всіх видів радіаційного контролю повинні реєструватися й зберігатися протягом 30 років.

Працівники, що працюють на всіх видах робіт із джерелами іонізуючого випромінювання, повинні один раз на рік проходити попередній і періодичний медичні огляди. До безпосередньої роботи із джерелами випромінювання допускаються особи, не молодші 18 років. Від цих робіт звільняються жінки на період вагітності, а при роботі з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді — і на період годування дитини.

До лікувально-профілактичних заходів належить використання радіопротекторів, які підвищують стійкість організму до іонізуючого випромінювання.



## 2.9. Електромагнітні поля та електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону

### 2.9.1. Джерела електромагнітних полів та їх класифікація

До фізичних чинників навколишнього середовища відносяться природні та штучні джерела електромагнітних полів (ЕМП). У процесі еволюції біосфера постійно перебувала й перебуває під впливом електромагнітного та магнітного полів Землі, космічних променів. Унаслідок прогресу людство створило й широко використовує штучні джерела ЕМП.

Електромагнітна енергія радіочастот усіх діапазонів хвиль знайшла широке використання у різних галузях науки і техніки — у термообробці матеріалів, у радіозв'язку, на телебаченні і в радіолокації, у пристроях, що забезпечують мобільний та стільниковий зв'язок, радіометрології та астрономії, радіонавігації та медицині.

Відомо, що нині весь простір навколо Землі пронизаний випромінюванням сотень тисяч радіостанцій, що працюють на різних радіочастотах.

Основним джерелом електромагнітного випромінювання є трансформатори, лінії електропередач біля житлових будівель, електроприлади виробничого призначення, антенні пристрої радіотелевізійних та радіолокаційних станцій, що працюють у широкому діапазоні частот, та інше електричне устаткування.

Установки, що генерують електромагнітну енергію, випромінюють в оточуючий простір електромагнітні хвилі зі швидкістю, близькою до швидкості світла (3108 м/с).

Основними параметрами ЕМП є довжина хвилі ( $\lambda$ ), частота коливань ( $f$ ) і швидкість розповсюдження.

Ці параметри пов'язані між собою залежністю:

$$\lambda = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon \cdot \mu}}, \quad (2.73)$$



де  $\epsilon$ ,  $\mu$  — відповідно діелектрична і магнітна проникність середовища.

Електромагнітне поле характеризується сукупністю електричного й нерозривно пов'язаного з ним магнітного полів. У зоні випромінювання електричне і магнітне поля математично пов'язані між собою співвідношенням:

$$E = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \cdot H = 377 \cdot H, \quad (2.74)$$

де  $\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} = 377$  — число, що показує хвильовий опір вільного простору;

$H$  — магнітна складова поля;

$E$  — електрична складова поля.

Між електричною і магнітною складовими електромагнітного поля (індукцією) не існує відповідної залежності. Вони можуть відрізнитися між собою в багато разів ( $E \neq 377 \cdot H$ ); коли одна складова має максимум, інша — мінімум.

Електромагнітне поле навколо будь-якого джерела випромінювання хвиль умовно поділяється на 3 діапазони:

- ближня (зона індукції);
- проміжна (зона інтерференції);
- дальня (хвильова, або зона випромінювання).

Якщо геометричні розміри джерела випромінювання менші, ніж довжина хвилі випромінювання (точкове джерело), межі зон визначаються:

$R < \lambda / 2\pi$  — ближня зона;

$\lambda / 2\pi < R < 2\pi\lambda$  — проміжна зона;

$R > 2\pi\lambda$  — дальня зона.

Тому за наявності у виробничому приміщенні джерел випромінювання довгих, середніх і, деякою мірою, коротких та ультракоротких хвиль переважають поле індукції, генерування мікрохвиль проміжної зони й поле випромінювання.



Умовні відстані розповсюдження від випромінювання поля індукції для довгих хвиль — 160–500 м, для середніх — 16–160 м, для коротких — 1,6–16 см, для сантиметрових — 0,16–1,6 см.

При віддаленні від джерела випромінювання електромагнітне поле швидко послаблюється й затухає. На характер розподілу поля чинить вплив екранування приміщення, розміщення в ньому металевих предметів, заготовок, електричної мережі.

Для гігієнічної оцінки умов опромінення працюючих поряд із фізичними параметрами ЕМП велике значення має характер опромінення. Дія поля може бути постійною та інтермітуючою. Для останньої характерна як періодичність, так і аперіодичність різного за інтенсивністю та експозицією опромінення.

Значним джерелом ЕМП є струми промислової частоти 50 Гц. Під ЛЕП (лініями електропередач) напруженість може досягати декількох тисяч вольт на метр. Хвилі такого діапазону сильно поглинаються землею, тому вже через 50–100 м від лінії напруженість зменшується до сотень і навіть десятків В/м.

### 2.9.2. Дія електромагнітного випромінювання на організм людини

Проблема електромагнітного забруднення навколишнього середовища постала лише тоді, коли було виявлено небезпечний вплив електромагнітних полів на здоров'я людини.

Людина має п'ять органів чуття, за допомогою яких сприймає оточуючий світ та орієнтується в просторі. Однак електромагнітне поле вона не відчуває жодним із них, хоч деякі обдаровані люди мають електросенсорні здібності та відчувають — і навіть бачать — аномальні поля в приміщеннях, ауральні поля (біополя) навколо людини або тварини. Через те, що людина не сприймає ЕМП, виникла хибна думка, ніби його взагалі не існує. Однак досить увімкнути радіоприймач — і можна почути безліч голосів різних станцій світу та їх радіопозивні.

Сотні тисяч людей у багатьох сферах діяльності та в умовах побуту протягом багатьох років наражалися на шкідливу дію ЕМП і не підозрювали, що ЕМП могли бути причиною незадовільного стану здоров'я, захворювання або навіть смерті.

Біологічний ефект дії електромагнітних хвиль на організм залежить від інтенсивності джерела, тривалості опромінення, довжини хвиль, характеру випромінювання (безперервне, імпульсне) та режиму опромінення (постійне, інтермітуюче).

Відомо, що основою функціонування організму людини та інших живих істот є дуже слабкі біоелектричні струми й потенціали (мілівольти, мікроампери) та біомагнітні поля, що синхронізують природні біологічні ритми.

Штучні ЕМП, що співпадають з частотами біологічних ритмів мозку або біоелектричної активності серця чи інших органів людини, можуть призвести до десинхронізації функціональних процесів в організмі. Наприклад, порушення біологічних ритмів відбувається під час перельотів, коли людина перетинає кілька годинних поясів і змушена адаптуватися до нових часових обставин.

Завдяки дослідженням було встановлено, що ЕМП (особливо високовольтні ЛЕП) становлять велику небезпеку для здоров'я людини, а при тривалій дії здатні викликати рак, лейкомію, пухлини мозку, розсіяний склероз та інші тяжкі захворювання.

Підвищена увага до проблем, пов'язаних із ЕМП, пояснюється тим, що протягом останніх років у тисячі разів зросла й продовжує зростати енергоозброєність людства. Встановлено, що ЕМП чинять негативну дію на організм людини, змінюють гени та генофонд усього живого.

Механізм біологічної дії на організм людини полягає як у тепловому, так і в нетепловому специфічному ефекті.

Теплова дія ЕМП проявляється в підвищенні температури тіла, а також у локальному, вибіркового нагріванні тканин, органів, клітин унаслідок переходу електромагнітної енергії в теплову.



Опромінення організму променями великої інтенсивності та значної тривалості може призвести до деструктивних змін у тканинах та органах гострого й хронічного характеру.

Гострі ураження можуть бути тяжкими, середньої тяжкості й легкими. Трапляються ці форми ураження переважно при порушенні вимог безпеки або при техногенних аварійних ситуаціях.

Хронічні ураження розвиваються внаслідок тривалої дії на організм людини ЕМП субтеплових інтенсивностей, які викликають характерні зміни нервової системи. Зміни мають, як правило, функціональний характер і зворотний характер.

На людину впливають перемінні ЕМП, статичні струми й ЕМП, що їх супроводжують. Поверхні таких матеріалів, як пластикати, лінолеуми, килими, лакофарбові та поліровані покриття, накопичують електричні заряди (потенціал поля 3–10 кВ). Джерелом статичного струму може бути білизна, костюми із штучних тканин, що легко електризуються за рахунок тертя.

Штучні матеріали та тканини чинять вплив на електрохімічні властивості шкіри людини, порушують її газовий обмін (тіло «не дихає»), впливають на електричні властивості біологічно активних точок, що розташовані на тілі вздовж енергетичних меридіанів. Тому рекомендується носити білизну та одяг тільки з натуральних тканин.

Електризація тіла людини в першу чергу позначається на нервовій системі. Людина стає роздратованою, у неї підвищується втомлюваність, виникають головні болі, свербіж або алергічні реакції. При електризації в приміщеннях виникають позитивно заряджені поверхні, що притягують частинки пилу й негативно заряджені іони, унаслідок чого їх кількість у повітрі значно зменшується. Для збільшення кількості іонів необхідно проводити іонізацію повітря та вологе прибирання приміщення разом із провітрюванням.

Напруженість ЕМП величиною 300–1000 В/см чинить негативний вплив на організм людини, а в діапазоні 5000–10 000 В/см викликає загибель тварин.



Подальша урбанізація призведе до ще більшого забруднення навколишнього середовища ЕМП, а відтак — до збільшення загрози здоров'ю людини внаслідок інтенсивного електромагнітного опромінювання.

Інтенсивність опромінювання ЕМП у мешканців міста значно вища, ніж у мешканців сільської місцевості. У міських умовах існують джерела ЕМП, які пов'язані з прокладеними під землею телефонними, телевізійними, електричними й кабельними мережами, тепло- й водопровідними, каналізаційними та іншими технічними спорудами, яких у сільській місцевості немає.

У міських населених пунктах утворюються зони, напруженість ЕМП у яких в десятки й сотні разів перевищує електромагнітний фон природних зелених зон та сільських поселень. Особливо зростає електромагнітний фон у містах у денний період, коли працюють промислові та комунальні підприємства, і дещо знижується в нічний час. Цілковито природно, що такий фон негативно позначається на стані здоров'я мешканців міста, які, порівняно із мешканцями села, в умовах виробництва й побуту підпадають під інтенсивніше опромінювання ЕМП.

Нині вже встановлено кореляційну залежність між народженням дітей з хворобою Дауна та опроміненням їх батьків НВЧ-енергією. Ретроспективний аналіз показав, що більшість цих дітей мали батьків, які були опромінені під час Другої світової війни радіополями радіолокаторів, а також радарних установок (Scot, Isto, 1971). Нині в комп'ютерних країнах світу (США, Німеччині, Японії та ін.) захворювання дітей, які захоплюються комп'ютерними іграми, стає національною проблемою.

Остаточного механізму впливу ЕМП на організм людини ще не зовсім вивчений, але відомо, що його шкідлива дія проявляється на всіх рівнях — субклітинному, окремих органах та організмі в цілому.

Встановлено, що електромагнітні хвилі високих і дуже високих частот викликають більш негативні біологічні ефекти, ніж довгі. Також виявлено, що електромагнітні хвилі міліметрового діапазону





майже повністю поглинаються шкірою і діють тільки на її рецептори, сантиметрові та дециметрові хвилі менше поглинаються епідермісом, але глибше проникають у тканини й діють на структуру мозку та інші органи й тканини.

Організм людини має таку будову, що кожен її орган працює на відповідних частотах, наприклад, серце — на частоті близько 700 Гц, мозок у стані сну — на частоті 10 Гц, а у стані збудження — на частоті 50 Гц. Якщо людина перебуває поряд із джерелом випромінювання, що працює на аналогічній частоті або кратній частоті, то це може призвести до порушення нормальної частотної роботи згаданих органів. Наприклад, збільшення частотної роботи серця в 1,5 рази може призвести до виникнення такого захворювання, як стенокардія.

Вважають, що зміни у функціонуванні серцево-судинної системи мають, як правило, функціональний характер і є зворотними.

### 2.9.3. Гігієнічне нормування

Незважаючи на те, що ЕМП радіочастотного діапазону належать до малоінтенсивних фізичних чинників, вони через негативну дію на генофонд і здоров'я людини підлягають нормуванню.

В Україні 1.08.1996 р. прийнято Закон «Про забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя населення». Закон передбачає норми й правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. Цей Закон визначає шкідливу дію ЕМП різної інтенсивності та частотного діапазону на організм людини й встановлює відповідні заходи захисту населення від його впливу.

Порогові інтенсивності теплової дії електромагнітних хвиль на організм нормуються залежно від діапазону частот, окремо — за електричною і магнітною складовою ЕМП.

Напруженість електромагнітного поля вимірюється у вольтах на метр (В/м), а напруженість магнітного поля — в амперах на метр (А/м).

У хвильовій зоні, у якій практично знаходяться робітники, що працюють з надвисокочастотною апаратурою (НВЧ), інтенсивність поля оцінюється величиною енергії, яка припадає на одиницю поверхні. У цьому випадку щільність потоку енергії виражається у Вт/м<sup>2</sup> або в похідних одиницях — міліватах і мікроватах на квадратний сантиметр (Вт/м<sup>2</sup>, мВт/см<sup>2</sup>, мкВт/см<sup>2</sup>).

Щільність потоку енергії  $P$  можна оцінити для будь-якої відстані до джерела  $R$ , якщо відома випромінювана потужність, за формулою:

$$P = \frac{W}{4\pi \cdot R^2}, \quad (2.75)$$

де  $W$  — випромінювана потужність.

Для гігієнічної оцінки умов опромінення працюючих поряд з фізичними параметрами електромагнітного поля має значення також характер опромінення. Дія поля може бути постійною та інтермітуючою. Інтермітуюча дія може мати періодичний або аперіодичний характер різноманітного за інтенсивністю та експозицією опромінення.

У виробничих приміщеннях, де є джерела електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону, допустимі значення ЕМП контролюються шляхом вимірювання напруженості  $H$  та  $E$  на робочих місцях і в місцях можливого перебування працюючих. Контроль параметрів ЕМП проводиться не рідше, ніж один раз на рік, а також при введенні в експлуатацію нових установок або таких, які пройшли ремонтні роботи, чи якщо відбулася зміна технологічного процесу. Результати вимірювання заносять у спеціальний журнал.

Гранично допустиму щільність потоку енергії ЕМП встановлюють, виходячи з допустимого значення енергетичного навантаження на організм людини й часу її перебування в зоні опромінення, однак у всіх випадках це навантаження не повинно перевищувати 10 Вт/м<sup>2</sup>, а при наявності рентгенівського випромінювання або високої темпе-



ратури у виробничих приміщеннях (понад 28 °С) — 1 Вт/м<sup>2</sup>. Допускаються рівні вищі, але не більше як у 2 рази у випадках, коли час дії ЕМП на персонал не перевищує 50 % тривалості робочого часу.

Персонал, що обслуговує електроенергетичне обладнання промислової частоти 50 Гц, також зазнає впливу ЕМП. У цьому випадку основним несприятливим чинником є електричне поле (ЕП), тривала дія якого викликає функціональні порушення центральної нервової системи людини.

#### 2.9.4. Профілактичні заходи щодо захисту

Для забезпечення безпеки персоналу від дії ЕМП необхідно використовувати комплекс засобів захисту. Усі засоби й заходи умовно поділяються на три групи: організаційні, інженерно-технічні, лікувально-профілактичні.

Організаційні заходи використовуються як при проектуванні нових об'єктів, так і на тих об'єктах, що експлуатуються. Це такі заходи, як оптимальне розміщення радіотехнічних пристроїв різного призначення, розробка відповідних режимів праці та відпочинку, при яких можливе зниження до мінімуму часу перебування людей у зоні опромінення і запобігання потраплянню їх у зони високої щільності потоку енергії (ЩПЕ).

Важливим гігієнічним заходом є створення санітарно-захисних зон навколо антенних споруд різноманітного призначення.

Інженерно-технічні заходи захисту залежать від типу джерела випромінювання, його потужності й призначення. Виходячи із цього, використовують герметизацію установок з метою зниження чи усунення електромагнітного випромінювання; захист працюючих здійснюють шляхом екранування або віддалення їх на безпечну відстань від джерела випромінювання (захист відстанню).

Екранування є одним з основних методів захисту від електромагнітного випромінювання. Екранування може бути повним або частковим. Для електромагнітного екранування використовують

переважно матеріали з високою електричною провідністю (мідь, латунь, алюміній та його сплави, листові сталеві матеріали).

Для екранування робочого місця використовують різноманітні типи екранів: відбиваючі, сіткові, еластичні, поглинаючі. Форма і розмір, а також характер матеріалу в кожному конкретному випадку має забезпечувати в приміщенні інтенсивність опромінювання не вище допустимої величини. В екранованих приміщеннях для зниження відбитої енергії необхідно стіни, підлогу й стелю покривати такими матеріалами, що поглинають енергію.

Товщину екрана (*b*) для послаблення інтенсивності ЕМП (екран виготовлено із суцільного листового матеріалу) розраховують за формулою:

$$b = \frac{E_z}{15,4 \sqrt{\mu \cdot \varphi \cdot \rho}}, \text{ (м)}, \quad (2.76)$$

де  $E_z$  — задане значення послаблення інтенсивності ЕМП, яке визначається шляхом ділення дійсної інтенсивності поля на гранично допустиму;  
 $\varphi$  — частота ЕМП, Гц;  
 $\mu$  — магнітна проникність середовища (матеріалу екрана), Г/м;  
 $\rho$  — питома провідність матеріалу екрана, Ом/м.

Для захисту від випромінювання ЕМП радіочастотного діапазону використовують спеціальний одяг, виготовлений із металізованої тканини у вигляді комбінезонів, халатів, фартухів, курток із капюшонами, з вмонтованими в них окулярами, скельця яких покриті шаром оксиду олова, що послаблює потужність хвиль.

До лікувально-профілактичних заходів захисту належить виявлення на ранній стадії ушкодження стану здоров'я шляхом проведення попередніх та періодичних медичних оглядів.

При виявленні початкової форми радіохвильової хвороби, яка має зворотний характер, працівника тимчасово переводять на іншу



роботу, не пов'язану з опроміненням ЕМП. Жінок у період вагітності та годування також тимчасово переводять на інші роботи. Особи, які не досягли 18-річного віку, до робіт з генераторами радіочастоти не допускаються. Особам, що контактують з джерелами ЗВЧ і УВЧ випромінювання, надається додаткова відпустка та скорочується тривалість робочого дня.

## 2.10. Випромінювання оптичного діапазону

### 2.10.1. Особливості випромінювання оптичного діапазону

З фізичної точки зору випромінювання оптичного діапазону являє собою потік електромагнітного випромінювання, яке має хвильові і квантові властивості.

У виробничих умовах, як правило, працюючі зазнають впливу променевої енергії електромагнітного випромінювання в діапазоні хвиль від 100 нм до 500 мкм.

Оптичний діапазон охоплює зону електромагнітного випромінювання, що включає інфрачервоне (ІЧВ), видиме (ВВ) та ультрафіолетове (УФВ) випромінювання.

У виробничих приміщеннях з великим тепловиділенням (гарячі цехи) на частку інфрачервоного випромінювання припадає близько двох третин тепла, що виділяється, і тільки одна третина припадає на конвекцію. Джерелами променевої енергії є всі предмети, ступінь нагріву яких визначає загальну інтенсивність їх випромінювання й розподіл їх енергії за ділянками спектра.

До випромінювання оптичного діапазону належить лазерне випромінювання, що супроводжує роботу лазерів. Лазер — це розповсюджена назва оптичного квантового генератора, практичне використання якого почалося в другій половині ХХ століття.

Використання випромінювання оптичного діапазону пов'язано зі шкідливою дією на організм людини, що вимагає постійного вдосконалення методів та засобів захисту.

### 2.10.2. Інфрачервоне випромінювання та особливості його дії на організм

Відносно організму людини джерелом інфрачервоного випромінювання є будь-яке тіло, що має температуру понад 36–37 °С; і чим більша ця різниця, тим більшою буде інтенсивність опромінювання.



За фізичною природою інфрачервоне випромінювання (ІЧВ) являє собою потік частинок матерії, що мають хвильові і квантові властивості.

Вплив інфрачервоного випромінювання на організм людини проявляється в основному у вигляді теплової дії.

Інфрачервона радіація відіграє важливу роль у теплообміні людини із зовнішнім середовищем, тому що тепловіддача організму значною мірою відбувається шляхом випромінювання в довгохвильовій частині її спектра.

При температурі твердих тіл до 400–500 °С випромінювання головним чином відбувається в діапазоні довгих (невидимих) променів і майже вся (95 %) енергія випромінювання припадає на ділянку спектра з довжиною хвилі понад 3 мкм. Якщо температура нагрівання перевищує 500 °С (червоне світло), 16–25 % енергії випромінювання припадає на середньохвильовий діапазон інфрачервоного спектра променевої енергії.

При температурі джерел близько 1000–1300 °С (ковальні, прокатні стани, склоплавильні цехи) уже близько половини енергії випромінювання (до 46 %) припадає на середньохвильову частину і 6–10 % її становить енергія короткохвильової ділянки.

Отже, ефект дії інфрачервоного випромінювання залежить від довжини хвилі, що обумовлює глибину її проникнення. У зв'язку із цим інфрачервоне випромінювання поділяється на три групи: А, В, С.

Інфрачервоне випромінювання групи А більше проникає через шкіру й визначається як короткохвильове інфрачервоне випромінювання, а випромінювання груп В і С — як довгохвильове. Довгохвильове інфрачервоне випромінювання більше поглинається в епідермісі, а видиме й ближнє інфрачервоне випромінювання в основному поглинається кров'ю в шарах дерми й підшкірної жирової клітковини.

Пропускання, поглинання й розсіювання променевої енергії залежить як від довжини хвилі, так і від тканин організму. Шкіряний покрив, завдяки своїм оптичним властивостям, володіє вибірковою характеристикою відбивання, поглинання й пропускання різних ділянок спектра інфрачервоної радіації.



Вплив інфрачервоного випромінювання на організм людини проявляється як у формі загальних, так і місцевих реакцій. Місцева реакція виражена сильніше при опроміненні довгохвильовою радіацією, тому при одній і тій самій інтенсивності опромінювання безпечний час дії в цьому випадку менший, ніж у випадку впливу короткохвильової радіації.

За рахунок більшої глибини проникнення в тканини тіла короткохвильова ділянка спектра інфрачервоної радіації володіє більш вираженою дією на організм людини. Так, короткохвильова радіація викликає підвищення температури глибоких тканин: наприклад, тривале повторне опромінення очей веде до помутніння кришталика (професійна катаракта) або інших патологічних змін.

Під впливом інфрачервоного випромінювання в організмі людини виникають функціональні зміни стану центральної нервової системи. Посилюється секреторна діяльність шлунку, підшлункової і слинної залоз; у центральній нервовій системі розвиваються гальмівні процеси; зменшується нервово-м'язове збудження; знижується загальний обмін речовин.

До найбільш важких ушкоджень призводить короткохвильове інфрачервоне випромінювання, яке проходить через мозкову оболонку й впливає на рецептори мозку. При інтенсивній дії цього випромінювання на незахищену голову може статися так званий сонячний, або тепловий, удар.

Тривале опромінення інфрачервоною радіацією підвищує температуру тканин легенів, головного мозку, нирок і м'язів, що веде до послаблення імунобіологічних реакцій і зниження загальної резистентності організму.

Найбільш виражений несприятливий вплив інфрачервоної радіації, описаний вище, спостерігається в тих виробничих умовах, де потужність випромінювання може в багато разів перевищувати рівень інфрачервоної радіації в природних умовах.

У працюючих у гарячих цехах, які мають контакт з потужними потоками інфрачервоної радіації, знижується електрична чутливість



очей, збільшується прихований період зорової реакції, послаблюється умовно рефлекторна реакція судин, що може призвести до тяжких наслідків виробничого травматизму.

Подібні несприятливі наслідки інфрачервоної радіації можуть спостерігатися на тих підприємствах, де немає належного захисту й не розроблено профілактичні заходи.

### 2.10.3. Гігієнічне нормування і профілактичні заходи

Тепловий ефект дії інфрачервоного випромінювання залежить від багатьох чинників: спектра, тривалості й безперервності випромінювання, інтенсивності потоку, кута падіння променів, величини поверхні, яка випромінює, розмірів ділянки організму, виду одягу та ін.

Важливе значення в умовах інфрачервоного опромінювання має механізація важких робіт, впровадження дистанційних механізмів відкривання й закривання печей, відведення працюючих від потужних теплових джерел, зменшення важких фізичних навантажень.

Інтенсивне випромінювання інфрачервоної радіації можна зменшити за рахунок зміни технології будівництва, наприклад, заміною вертикальних печей на тунельні печі для обпалювання цегли, сушки форм, гончарних трубок, зниження частки важких ручних операцій, використання теплоізоляції та екранування робочих місць. Засоби теплоізоляції значно знижують температуру поверхонь та тепловиділення (до 5 разів).

Найбільш ефективним способом захисту від променевої енергії є водяні завіси, які поглинають теплову інфрачервону радіацію.

При великих теплових навантаженнях суттєве значення має раціональний питний режим, відповідний режим праці з обов'язковими перервами в роботі, що відновлюють і полегшують процеси терморегуляції, та раціональний спецодяг, який має відповідні теплозахисні властивості й відбиває інфрачервону радіацію.

Інтенсивність інфрачервоного випромінювання необхідно вимірювати на робочих місцях або в робочій зоні поблизу джерела випромінювання.

На непостійних робочих місцях при стабільних джерелах доцільно вимірювати інтенсивність випромінювання на різних відстанях від джерела через однакові інтервали й таким чином визначити тривалість опромінення робітників.

Оскільки інфрачервоне випромінювання нагріває навколишні поверхні, створюючи вторинні джерела, які виділяють тепло, то необхідно вимірювати інтенсивність випромінювання не тільки на постійних робочих місцях або в робочій зоні, а й у нейтральних точках та інших місцях приміщення. Сумарна допустима інтенсивність випромінювання не повинна перевищувати  $350 \text{ Вт/м}^2$ .

Інтенсивність сумарного теплового випромінювання вимірюється актиометрами, а спектральна інтенсивність випромінювання — інфрачервоними спектрометрами.

Для вимірювання інтенсивності випромінювання від слабо нагрітих тіл (до  $2100 \text{ Вт/м}^2$ ) або від сильних джерел, далеко розміщених від робочої зони, застосовують срібно-вісмутівий термостовпчик Молля.

### 2.10.4. Ультрафіолетове випромінювання та особливості його дії на організм

Ультрафіолетовим випромінюванням (УФВ) називається електромагнітне випромінювання в оптичній зоні, що прилягає з боку коротких хвиль до видимого світла й має довжину хвиль у діапазоні від 100 до 400 нм.

Природним джерелом УФВ є сонце. Інтенсивність ультрафіолетової радіації біля поверхні Землі непостійна й залежить від широти місцевості, періоду року, стану погоди, ступеня прозорості атмосфери.

Штучним джерелом УФВ є газорозрядні джерела світла, електричні дуги, лазери та ін.



Ультрафіолетове випромінювання надходить у виробничі приміщення головним чином у складі спектра променевої енергії від джерел з температурою понад 1200 °С. Це, перш за все, електродугові й плазмові процеси. Ультрафіолетового опромінювання можуть зазнавати працівники багатьох галузей виробництва при таких роботах, як дугове електрозварювання, електроплавлення сталі, експлуатація оптичних квантових генераторів, робота з ртутно-кварцовими лампами та ін.

Ультрафіолетове випромінювання характеризується двоякою дією, тому його вплив має як позитивне, так і негативне значення.

Велике загальнобіологічне значення має бактерицидний ефект ультрафіолетових променів, унаслідок чого відбувається санація повітряного середовища, води й ґрунтів.

Бактерицидний ефект ультрафіолетової радіації використовується з практичною метою. За допомогою бактерицидних ламп здійснюється санація повітряного середовища; їх використовують для обеззаражування харчових продуктів, що збільшує термін їх зберігання та свіжість.

Бактерицидна дія штучного ультрафіолетового опромінювання використовується також для обеззаражування питної води. При високій ефективності (99,8 %) органолептичні властивості води не змінюються; у неї не вносяться ніякі хімічні речовини.

Ультрафіолетове опромінювання є неспецифічним стимулятором фізіологічних функцій організму, що чинить сприятливу дію на білковий, жировий, вуглеводний і мінеральний обміни, на імунобіологічний стан людини, що сприяє підвищенню її захисних сил.

Спектр УФВ поділяється на три ділянки: ультрахвильове випромінювання — з довжиною хвиль від 400 до 320 нм (ділянка А); середньохвильове — від 320 до 275 нм (ділянка В) та короткохвильова ультрафіолетова радіація з діапазоном хвиль від 275 до 180 нм (ділянка С).

Ультрафіолетове випромінювання в ділянці А викликає слабку біологічну дію і призводить до еритемно-засмаглого впливу; ділянка



В має антирахітичну й слабобактерицидну дію, а ділянка С ушкоджує біологічні тканини.

Біологічна активність ультрафіолетової ділянки сонячного спектра є достатньою для нормального функціонування організму. Однак при її недостатності вражається нервова система, система кровотворення, зменшується працездатність та опір організму застуді. Недостатність природного ультрафіолетового опромінювання відчувають працівники деяких професій (робітники метрополітену; ті, що працюють у темних приміщеннях) і мешканці північних районів. Для цих категорій людей використовують штучні джерела ультрафіолетової радіації. Профілактичне використання ультрафіолетових променів покращує самопочуття, підвищує опір застудним та інфекційним захворюванням, збільшує продуктивність праці.

Однак дія ультрафіолетового випромінювання на організм людини та зовнішнє середовище не обмежується тільки сприятливим впливом. Інтенсивне УФ-опромінювання призводить до розвитку вираженої еритеми з набряком шкіри, що супроводжується підвищенням температури тіла, головним болем, загальним поганим самопочуттям. У тяжких випадках можливий дерматит з набряком шкіри та утворенням пухирів.

Найбільш частим ураженням очей при дії ультрафіолетової радіації є електроофтальмія, яка супроводжується набряком кон'юнктиви, світлобоязню і сльозотечею.

Допустимі значення інтенсивності УФ-випромінювання регламентує ГОСТ.

Для захисту від надмірного УФВ застосовують фізичні перешкоди (екрани), що поглинають або розсіюють промені, протисонячні екрани, хімічні речовини, що поглинають УФВ. Як екрани застосовують непрозорі металеві пластини або світлофільтри. Ефективним захистом є спецодяг, виготовлений із тканин, що найменше пропускають УФВ. Для захисту очей застосовують окуляри із захисним склом. Повний захист від УФВ хвиль усіх діапазонів забезпечує скло товщиною 2 мм, що містить окис свинцю.



Для захисту від інтенсивного опромінення УФ-променями використовують раціональну організацію режиму праці й відпочинку, відповідне розташування робочих місць та віддалення їх від потужних джерел випромінювання.

Для вимірювання інтенсивності ультрафіолетового випромінювання використовують радіометр УФР-21.

### 2.10.5. Лазерне випромінювання

Лазером називають оптичний квантовий генератор. Основною особливістю лазерного випромінювання є його спрямованість, що дозволяє отримати на відносно малій площині енергію великої щільності. Щільність енергії лазера досягає  $10^{11} - 10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>.

Лазерне випромінювання використовується для зв'язку й передавання інформації, локації супутників і небесних світил, телебачення, для освітлення великих площ і т. п. У будівництві таке випромінювання використовується в геодезичних роботах і свердлінні отворів у ґрунтах і т. ін. Лазерне випромінювання можна використовувати при зварюванні, різанні, паянні та інших металообробних роботах.

Лазери генерують випромінювання ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного діапазонів. За характером генерації випромінювання лазери поділяються на імпульсні (з тривалістю випромінювання 0,25 с) і безперервної дії (з тривалістю випромінювання понад 0,25 с).

Енергетичні параметри лазерів залежать від їх типів. Генератори безперервної дії характеризуються вихідною потужністю (Вт), імпульсні — енергією (Дж). Нормованими параметрами лазерного випромінювання є відношення потужності до площини поверхні (Вт/см<sup>2</sup>), або щільність енергії на одиницю поверхні (Дж/см<sup>2</sup>).

Основними нормативними документами, що регламентують умови безпечної роботи з лазерами, є ГОСТ 12.1.040-838 ССБТ «Лазерная безопасность. Общие положения». Нормованим параметром є енергетична експозиція (Дж/см<sup>2</sup>).

Коли матеріал, що обробляється, зазнає дії випромінювання, частина енергії імпульсу (десятки процентів) розсіюється в оточуючому просторі. Якщо на матеріал, який обробляється, падає імпульс випромінювання 10 Дж, то на відстані 1 м від нього щільність енергії випромінювання буде становити приблизно 10–14 Дж/см<sup>2</sup>. Ця щільність енергії є дуже небезпечною.

Найбільш небезпечним для зорової функції людини є дзеркально відбитий лазерний промінь. Залежно від режиму роботи лазера щільність дзеркально відбитого випромінювання може досягати значних величин. Крім цього, відбитий лазерний промінь може, у свою чергу, повторно багатократно дзеркально або дифузно відбиватися від різноманітних поверхонь.

Небезпечним для очей є розсіяне випромінювання, а також відбите від поверхонь стін приміщення й т. ін. Залежно від властивостей матеріалу, потужності й режиму роботи лазера розсіяне випромінювання може досягати дуже небезпечних рівнів.

Ступінь потенційної небезпеки лазерного випромінювання залежить від потужності джерела, довжини хвилі, тривалості імпульсу, оточуючих умов, відбиття й розсіювання променів і т. ін. Суб'єктивно ця величина сприймається як «сліпучість, яку неможливо витримати».

Безпечні умови праці з лазерами забезпечує сукупність технічних та організаційних заходів, які залежать, у першу чергу, від класу лазера. Клас лазера визначає підприємство-виробник.

Лазери дозволяється розміщувати тільки в спеціально обладнаних приміщеннях.

Методи та характеристики апаратури дозиметричного контролю лазерного випромінювання наведено в ГОСТ 14.1.031-81 ССБТ «Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения».

#### Дія лазерного випромінювання на організм

Потужний потік лазерної енергії, що потрапляє на біологічні тканини, може спричинити серйозні ураження. Лазерне випромі-



нювання впливає на живий організм через теплові, механічні та електричні явища. Опромінення лазерними променями може викликати порушення діяльності центральної нервової системи, серцево-судинної системи, ендокринних залоз; призвести до згортання або розпаду крові, пошкодження очей, шкіри; спричинювати втому, головний біль; розладнувати сон і т. ін. Виробничо-професійні чинники при роботі з джерелами лазерного випромінювання наведено в табл. 2.7.

Можливі також зміни генетичних та інших властивостей тканин і деяких складових частин крові. Біологічна дія лазерного випромінювання виникає внаслідок поглинання їх енергії, від чого в тканинах виникає тепло. Термічний та інший вплив випромінювання залежить від фізичної характеристики променів, спектральної характеристики відкритих ділянок шкіри, стану кровообігу та ін.

Здатність організму поглинати енергію залежить від характеру тканин. Так, наприклад, жирова тканина взагалі не поглинає енергію. Тепловіддача всередині тіла дуже невелика, тому поглинута енергія викликає локальне нагрівання, сконцентроване в невеликому об'ємі. Цим пояснюється ураження внутрішніх органів, головного мозку та ін. Крім термічного, можуть виникати інші ураження.

Під дією лазерного опромінювання рідина, що оточує біологічні структури, миттєво випаровується, унаслідок чого відбувається різке підвищення тиску. Це призводить до виникнення ударної хвилі, яка спричинює механічну травму. Відбувається не тільки опік, а й розрив тканин, що особливо небезпечно для очей.

Реактивна дія випромінювання імпульсного лазера на тканину супроводжується викидом речовини з поверхні опроміненої ділянки, унаслідок чого на поверхні шкіри виникає набряк. Лазерний промінь чинить тиск на шкіру. Тиск у видимого світла дуже маленький, у той час як тиск лазерного променя унаслідок великої потужності може становити сотні тисяч паскалів.

Таблиця 2.7

Виробничо-професійні чинники при роботі з джерелами лазерного випромінювання

Група	Несприятливі причини	Джерела (причини виникнення)
1	Лазерне випромінювання Імпульсні світлові спалахи УФ-випромінювання  Озон та оксиди азоту  Шум  М'яке рентгенівське випромінювання Електромагнітні поля радіочастот, агресивні токсичні рідини	Лазер (активне тіло) Випромінювання імпульсних ламп накачки Випромінювання імпульсних ламп накачки: кварцові газорозрядні трубки і кювети Іонізація повітря при розрядці імпульсних ламп накачки Робота допоміжних елементів лазерного устаткування Робоча напруга лазера понад 10 кВ ВЧ- і УВЧ-накачка  Активне середовище, охолоджуючі рідини
2	Дифузно і дзеркально відбите лазерне випромінювання Розсіяне лазерне випромінювання Світлові спалахи Імпульсний шум  Забруднення повітряного середовища різними аерозолями і газами Електричні поля високої інтенсивності, високотемпературна плазма, що є джерелом короточасного рентгенівського випромінювання	Взаємодія лазерного променя з різними елементами за ходом променя Взаємодія лазерного променя з неоднорідними середовищами Випромінювання лазерного факела Звукові імпульси при взаємодії лазерного променя з матеріалом, що обробляється Продукти деструкції матеріалів, що обробляються лазерним променем  Взаємодія особливо потужного лазерного променя з матеріалом, що обробляється





Найбільшу частину лазерного випромінювання сприймає шкіряний покрив. Він поглинає енергію випромінювання, являючи собою природний екран, що захищає внутрішні органи. Унаслідок опромінення виникають опіки шкіри різних ступенів — від почервоління до некрозу (омертвіння шкіри). Глибина проникнення променів залежить від пігментації шкіри. Чим шкіра темніша, тим глибина проникнення менша. Отже, пігмент є захисним екраном від глибокого проникнення променів. Поріг пошкодження темно-пігментної шкіри значно менший, ніж світло-пігментної.

Особливо шкідливу дію лазерне випромінювання чинить на очі. Воно майже все без втрат проходить через очі й майже повністю досягає сітківки. Особливу небезпеку викликає проходження лазерного променя вздовж зорової осі ока. Щільність енергії на сітківці ока зростає при збільшенні діаметра зіниці, тому ймовірність пошкодження ока, адаптованого до темряви, більша, ніж при яскравому освітленні.

Крім цього, має значення пігментація ока. Чим темніша сітківка ока, тим менший поріг пошкоджуючої щільності енергії. Віддалення джерела не гарантує безпеки очей. Це пояснюється тим, що відбитий промінь лазера має більшу здатність розсіюватися порівняно з променем, який потрапляє безпосередньо на поверхню. Зі збільшенням відстані енергія, що потрапляє від об'єкта-розсіювача на відповідну площину, зменшується, але в оптичній системі ока віддалені об'єкти фокусуються на сітківці як зображення меншого розміру порівняно з близькими об'єктами. Тому, хоч падаюча енергія від дальніх об'єктів менша, щільність енергії на сітківці може виявитися більшою, ніж для ближніх.

### Безпека праці на лазерних установках

Для забезпечення безпеки робіт необхідно, перш за все, визначити всі необхідні захисні заходи, враховуючи специфіку лазерного устаткування та аналіз можливих потенційних небезпек. Ступінь потенційної небезпеки лазерів пов'язаний з дією лазерного випромінювання та інших несприятливих чинників.

При експлуатації лазерів може виникати інтенсивний шум. На деяких видах лазерного устаткування при його спрацюванні сотні разів за зміну виникають гучні «хлопки накачки». Розряди ламп накачки спричиняють іонізацію повітря й виникнення озону.

Спектр випромінювання імпульсних ламп містить довгохвильові ультрафіолетові промені, через які може проявлятися специфічна реакція очей, особливо при роботі з відкритими або не досить екранованими імпульсними лампами. При взаємодії променів з речовиною, що обробляється, можливе паро- і газотворення, генерація рентгенівського випромінювання, збудження ядерних реакцій. Під час експлуатації лазерів рекомендується розробити детальний перелік потенційних небезпек і шкідливих чинників, їх джерел і причин, а також скласти план приміщення із зображенням на ньому просторово-енергетичної ситуації, прямих і, можливо, відбитих лазерних променів.

У просторово-енергетичній характеристиці приміщення необхідно вказати робочі місця з визначенням щільності енергії відбитого на них випромінювання, відстані їх від відбиваючої поверхні та азимутальні кути.

Для лазерних установок відводяться спеціально обладнані приміщення. В одному приміщенні необхідно уникати розміщення двох або більше лазерних установок. Лазерну установку розміщують так, щоб промінь лазера був спрямований на капітальну невідбиваючу вогнестійку стіну, а не на вікна, двері чи некапітальні споруди, здатні пропускати випромінювання.

Для очистки повітря обов'язково використовують загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію.

Поверхню приміщення фарбують у кольори з малим коефіцієнтом відбиття. Не може бути поверхонь, здатних відбивати промені, що на них падають (4 % відбитих склом променів досить для ураження сітківки ока). Якщо неможливо цього уникнути, такі поверхні (метал, скло та ін.) закривають чорними ширмами.

Природне й штучне освітлення повинні бути сильними, щоб зіниця ока мала мінімальний розмір. Жодна робота не повинна проводитися при недостатньому освітленні.



Вирішальне значення має інтенсивність експозиції, яку створює лазерна установка. Інтенсивність експозиції для імпульсного випромінювання можна визначити за формулою:

$$I = \frac{W \cdot \beta \cdot 10^6}{\frac{\pi}{4} (\varphi \cdot L)^2}, \quad (2.79)$$

де  $W$  — потужність джерела, Дж (або Вт);  
 $\beta$  — тривалість імпульса, с;  
 $\varphi$  — кут розходження променя, рад;  
 $L$  — відстань від джерела, мм.

Розрахована інтенсивність експозиції повинна бути в 10 разів меншою за максимально допустиму.

Захист працюючих відстанню в приміщеннях не застосовується внаслідок необхідності дуже великої безпечної відстані.

Максимально безпечну відстань  $L$  можна розрахувати за формулою:

$$L = \frac{1,2 \sqrt{\frac{W}{E}}}{\varphi}, \quad (2.80)$$

де  $W$  — потужність лазера, Дж або Вт;  
 $E$  — гранично допустима щільність потоку енергії або потужності, Дж/см<sup>2</sup> (Вт/см<sup>2</sup>);  
 $\varphi$  — кут розсіювання променя, рад.

Небезпечну зону слід чітко визначити дисциплінарним бар'єром.

Найбільш надійний захід для захисту від пучка лазерного випромінювання — сховати промінь у світлонепроникний світловод або відгородити пучок на його шляху щитками чи екранами, покритими чорною матовою фарбою.

Важливе значення має автоматизоване управління й дистанційне спостереження за роботою установок. Рекомендується автоматизована зблокована зовнішня й внутрішня сигналізація, яка сповіщає про включення, роботу й можливі неполадки з установкою.

Що ж до лазерної установки, то необхідно здійснювати захист не тільки від основних, а й від супутніх небезпек. Необхідні відповідні заходи захисту від високої напруги, електромагнітних полів, шуму, рентгеновського випромінювання та іонізації повітря, вибухів. Не слід забувати і про протипожежні заходи. Усі матеріали, які використовуються, повинні бути вогнестійкими.

До роботи з лазерами допускаються тільки спеціально навчені особи, що пройшли попередній медичний відбір та перевірку знання інструкцій з нормального виконання робіт, із запобігання й ліквідації можливих аварій.

Допуск у приміщення, де є лазерні установки, дозволяється тільки особам, що безпосередньо на них працюють. За відсутності дистанційного спостереження робота на лазерах повинна виконуватися не менш ніж двома працівниками.

Налагоджувальні й перевірні роботи виконуються тільки після надійного відключення всіх частин, що живлять установку. Працюючи на відкритій місцевості, важливо визначити межі небезпечної зони, де рух людей і транспорту при роботі установки заборонено. Забороняється також працювати на зовнішніх установках за поганої погоди, бо туман, сніг, пил збільшують розсіювання променів. Постійний контроль за виконанням робіт і медичний нагляд за станом здоров'я персоналу є обов'язковими заходами.

Під час роботи слід використовувати одяг з непроникної тканини чорного кольору і, наскільки це можливо, мати менше відкритих частин тіла. Для захисту рук використовують рукавиці чорного кольору. Очі захищають за допомогою захисних окулярів відповідного кольору та оптичної щільності, яка розраховується за формулою.

Щоб оцінити лазерне випромінювання, використовують колориметричний, фотоелектричний, актинометричний та інші методи.

Вимірювання проводять на різних висотах від підлоги на рівні очей та на різних відстанях від відбиваючої поверхні.



## 2.11. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення підприємств, виробничих і допоміжних приміщень

### 2.11.1. Основні санітарно-гігієнічні вимоги до території підприємств і розташування будівель та споруд

Санітарний благоустрій території підприємства й розташованих на ній будівель і споруд, а також належне їх утримання є важливим заходом у боротьбі з професійними шкідливими чинниками. Слід передбачити захист населення від отруйних газів, пилю, кіптяви, шуму та інших шкідливих впливів.

Забезпечення здорових і безпечних умов праці повинно здійснюватися ще на стадії проектування підприємства.

Основні вимоги до облаштування підприємств і цехів наведено в Санітарних нормах проектування промислових підприємств (СН 245-71) і відповідних БНіП.

При плануванні підприємств враховують виробничі, транспортні, економічні та інші вимоги. При цьому слід подбати про сприятливу обстановку для всіх категорій працюючих. Жоден проект не може бути прийнятий без виконання цих умов.

Територія підприємства повинна мати достатні розміри для розміщення всіх виробничих і допоміжних будівель, а її планування має відповідати санітарним вимогам щодо прямого сонячного опромінення, природного провітрювання, мати відносно рівну поверхню, й нахил, що забезпечує відвід поверхневих і стічних вод.

Місце розташування майданчика повинно забезпечувати можливість дотримання санітарних норм за граничними концентраціями шкідливих викидів в атмосферу та водойми.

При доборі майданчика для будівництва враховують погоднокліматичні умови. Підприємства відносно до житлової зони розташовують з підвітряного боку до вітрів панівного напрямку.

Цехи зі шкідливими відділеннями розташовують з підвітряного боку щодо інших цехів. Місця для відвалів і відходів, що виділяють в атмосферу дим, газу, кіптяву, запахи, розташовують з підвітряного боку відносно території підприємства.

Оцінюючи територію підприємства, враховують рівень стояння ґрунтових вод, чистоту ґрунтів, можливість проведення заходів щодо захисту навколишнього середовища.

Не допускається розмішувати об'єкти в місцях, де рівень ґрунтових вод ближче ніж 1,3 м від дна підземних споруд, що проектується, а також у зонах можливого затоплення паводковими водами.

Вибираючи територію для будівництва об'єкта, необхідно враховувати особливості району забудови; можливість землетрусів, максимальні температури взимку й влітку, розу вітрів, можливість снігових заносів і т. ін. Щільність забудови регламентують Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (ДСан-ПіН 123-96) та «Генеральні плани промислових підприємств» і може коливатись в межах від 20 до 65 %.

Площа промислового підприємства визначається за формулою:

$$S = \frac{N \cdot a \cdot b}{\eta}, \quad (2.81)$$

- де  $N$  — кількість працюючих на даному підприємстві;  
 $a$  — площа забудови, що припадає на одного працюючого ( $a = 15\text{--}20\text{ м}^2/\text{люд.}$ );  
 $b$  — площа, зайнята транспортними шляхами;  
 $\eta$  — коефіцієнт зайнятості площі (0,35–0,50).

Виробничі будівлі й споруди розміщуються на території підприємства переважно за ходом виробничого процесу. При цьому їх групують за санітарними й протипожежними вимогами, а також враховують вимоги щодо енергозабезпечення, руху транспортних і людських потоків.



Якщо в одній будівлі об'єднуються цехи з різними санітарно-гігієнічними умовами, приміщення з однаковою шкідливістю повинні групуватися й розміщуватися суміжно та ізолювано від менш шкідливих ділянок.

Усі будівлі, споруди й склади на території підприємства розташовують по зонах відповідно до виробничих ознак, характеру небезпеки й режимів роботи.

Зона адміністративних, громадських і господарських будівель розміщується біля головного входу. Будівлі головного офісу — поза огороженням території підприємства.

Вибухонебезпечні об'єкти, а також базові склади горючих та легкозаймистих матеріалів, отруйних і вибухонебезпечних речовин слід розташовувати на самостійних ділянках за межами території підприємства на відстанях, визначених спеціальними нормами. Між цією групою будівель і прилеглою до неї забудовою слід передбачати захисні зелені смуги.

Розриви між будівлями, у яких знаходяться особливо шумні виробництва (з рівнем понад 90 дБ), і сусідніми мають бути не менше 100 м. Величина розривів між будівлями, які освітлюються через віконні отвори, має бути не меншою, ніж найбільша висота до карнизу протилежної будівлі.

Відкриті склади вугілля, а також найбільш небезпечні й шкідливі виробництва повинні розміщуватися на відстані 20 м від виробничих будівель, 25 м — від побутових приміщень, 50 м — від допоміжних будівель.

Визначення величини розривів залежить від вимог санітарної і пожежної безпеки. Якщо санітарні розриви будуть меншими порівняно з протипожежними, приймають необхідний протипожежний розрив.

При санітарній оцінці території підприємства слід врахувати раціональність транспортних шляхів та інженерних комунікацій. Дороги й походи на територію підприємства мають бути, як правило, прямолінійними. Ширина доріг повинна відповідати габаритам



транспортних засобів, вантажу, інтенсивності руху, а також наявності зустрічних потоків

Головні входи й в'їзди на територію підприємства передбачають з боку основних підходів і під'їздів працюючих. Прохідні пункти розташовують на відстані не більше 1,5 км один від одного, а відстань від них до цехів не повинна перевищувати 0,8 км.

Будівлі побутового призначення повинні розміщуватися на відстані не більш як 300 м від виробничих приміщень. Ці будівлі з'єднують з виробничими будівлями критими переходами або тунелями.

Відстань від робочого місця до столової не повинна перевищувати 300 м, якщо обідня перерва 30 хв., і 600 м — при обідній перерві 1 год.

На території підприємства необхідно передбачити ділянки для розміщення споруд з очистці виробничих, побутових та атмосферних стоків від забруднюючих речовин. Методи очистки і характер очисних споруд визначається забруднюючими інгредієнтами, їх складом та кількістю.

### 2.11.2. Класи шкідливості підприємств

Важливою санітарною вимогою є обов'язкове дотримання санітарно-захисної зони між житловим масивом та виробничими об'єктами. Величина санітарно-захисної зони підприємств визначається потужністю виробництва й характером шкідливих чинників виробництва.

Залежно від складу й кількості шкідливих чинників та умов технологічного процесу промислові підприємства поділяються на п'ять класів.

До першого класу належать підприємства, що виплавляють чавун в об'ємі понад 1500 м<sup>3</sup>, здійснюють вторинну переробку кольорових металів у кількості понад 3000 т/рік або виплавку сталі мартенівським і конверторним способом у кількості понад 1 000 000 т/рік, а також підприємства хімічної промисловості, з видобутку руди та ін.



До другого класу належать аналогічні підприємства, але з меншою продуктивністю.

До третього класу відносять підприємства, що виплавляють чавун у доменних печах об'ємом до 500 м<sup>3</sup> з виробництвом фасонного лиття в кількості від 10 000 до 20 000 т/рік, із вторинною переробкою кольорових металів до 1000 т/рік або підприємства, на яких виготовляють прилади зі ртуттю.

До четвертого класу відносять підприємства, що мають невеликі ливарні та інші гарячі цехи або такі, де виробляють металеві електроди, підприємства металообробної промисловості, будівельних матеріалів, деревообробні, великі підприємства текстильної, легкої, харчової промисловості та ін.

До п'ятого класу належать підприємства без ливарних, але з термічними та іншими цехами, де здійснюється обробка металів у гарячому або розплавленому стані, друкарні, меблеві фабрики, трикотажні, ткацькі, швейні підприємства та ін.

Клас підприємства визначає ті захисні заходи, які необхідно врахувати при його проектуванні, будівництві та експлуатації.

Між підприємством і житловим районом створюються санітарно-захисні зони, ширина яких залежить від класу шкідливості підприємства.

Санітарно-захисною зоною вважається територія між виробничими приміщеннями, складами або установками, з якими пов'язані шкідливі чинники, і житловими будівлями.

Санітарні норми встановлюють ширину санітарно-захисної зони залежно від класу підприємства (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Санітарні норми

Клас підприємства	1	2	3	4	5
Ширина санітарно-захисної зони, м	1000	500	300	100	50

У тих випадках, коли з технічних причин неможливо досягти ефективного послаблення впливу шкідливих чинників виробництва, санітарні органи мають право вимагати збільшення санітарно-захисної зони, але не більше ніж у 3 рази.

У санітарно-захисній зоні встановлюється режим обмеження на розміщення житлових будинків, дитячих чи лікувально-оздоровчих установ та інших об'єктів, що не належать до сфери діяльності підприємства.

У санітарно-захисній зоні допускається розміщення будівель підсобного та обслуговуючого призначення, що займають не більш як 50 % площі.

У межах території санітарно-захисної зони контролюють стан атмосферного повітря, ґрунтів, вод та стан рослинності.

Велике санітарно-гігієнічне значення має озеленення захисної зони, території підприємства, а також створення зон відпочинку. Зелені насадження повинні вкривати не менш як 10–15 % загальної площі підприємства. Породи дерев та чагарникових насаджень вибирають такі, щоб вони були стійкими до впливу шкідливих чинників виробництва, кліматичних і ґрунтових умов, та мали санітарно-захисні й декоративні властивості.

Розриви між будівлями й спорудами озеленюють листяними деревами (але не хвойними), листя яких екранує теплове випромінювання.

Між санітарно-захисною зоною і житловим районом рекомендується створення смуги дерев та чагарникових насаджень шириною не менше 20 м.

Для підприємств, з якими не пов'язані шкідливі виробничі чинники, санітарно-захисна зона не встановлюється.

### 2.11.3. Вимоги до виробничих будівель

Виробничі будівлі основного та допоміжного призначення повинні забезпечувати раціональне виконання технологічного процесу, сприятливу виробничу обстановку та усувати пожежну небезпеку.



Кожна виробнича будівля повинна бути надійною в експлуатації, довговічною і задовольняти протипожежні вимоги.

Виробничі будівлі основного призначення можуть мати будь-яку форму й розміри, обумовлені виробничими вимогами й вимогами пожежного нагляду. Однак із санітарно-гігієнічної точки зору (освітлення, вентиляція) найбільш доцільними є будівлі, що мають форму прямокутника.

Конструкція виробничих будівель, їх розмір і поверховість обумовлюються технологічним циклом, ступенем пожежо- і вибухонебезпеки та наявністю шкідливих викидів. Виробничі будівлі класифікуються за їх призначенням:

- будівлі виробничого призначення, де виробляється основна продукція підприємства;
- підсобно-виробничі, складські й допоміжні будівлі;
- будівлі, які постачають підприємству енергію, тепло, холод, стиснене повітря та ін.;
- будівлі та інженерні споруди транспортного й санітарно-технічного призначення: гаражі, депо, станції водопостачання, споруди з очищення стічних вод та ін.

Планування виробничих приміщень повинно здійснюватися з урахуванням норм корисної площі для працюючих, а також нормативних площ для розташування обладнання й проходів, що забезпечує безпеку робіт і зручність обслуговування.

Висота приміщення встановлюється залежно від характеру технологічного процесу і має бути не меншою ніж 3 м. Об'єм приміщення на одного працюючого становить  $15 \text{ м}^3$ , а площа — не менше  $4,5 \text{ м}^2$ .

Виробничі приміщення з надлишковими тепло- й газовиділеннями, слід розташовувати біля зовнішніх стін загальних цехів та в одноповерхових будівлях.

Для технологічних процесів, які супроводжуються виділенням пилу та газів, шумом чи вібрацією необхідно передбачити ізоляцію.

У виробничих приміщеннях площею понад  $100 \text{ м}^2$  на одного працюючого параметри мікроклімату нормуються тільки на постійних робочих місцях.

Найбільш раціональним об'ємно-планувальним рішенням є взаємне розташування приміщень, яке передбачає послідовний процес виробничих операцій та усуває перетинання технологічних потоків.

Благоустрій виробничих будівель залежить переважно від конструкції стін, стелі, підлоги й т. ін. Там, де використовують агресивні середовища, стіни виконують з кислотостійких природних матеріалів, а за умов виділення отруйних речовин стіни покривають емалями або плиткою так, щоб вони мали заокруглені кути в місцях стикування стін з підлогою і стелею.

До підлог висуваються різні вимоги залежно від характеру виробництва й призначення приміщення. Вони повинні бути досить міцними з малою теплопровідністю й простим покриттям. Залежно від технологічного процесу використовуються підлоги з жорстких плит, асфальтового покриття, кераміки та ін. Поверхня підлоги повинна бути зручною для очистки, горизонтальною і рівною, без порогів і виступів, не слизькою і міцною на удар і стирання.

Для безпечного пересування працюючих і зручності транспортування вантажів у цехах передбачають окремі виходи для людей і транспорту. Двері й ворота повинні відкриватися назовні, щоб при русі з приміщення вони не були перешкодою.

На виході необхідно облаштувати повітряні теплові завіси або тамбури з подвійними дверима.

Ворота для автотранспорту повинні мати ширину не менше ширини автомашини плюс  $0,5 \text{ м}$ , але не менше  $2,5 \text{ м}$ .

Марші сходів повинні мати не більше 18 східців, за якими йде майданчик. Кут нахилу сходових маршів не повинен перевищувати  $35^\circ$ , ширина східців —  $270 \text{ мм}$ , висота — не більше  $180 \text{ мм}$ .

Надійну експлуатацію будівлі можна забезпечити лише завдяки систематичному нагляду за її станом, правильним доглядом за нею та проведенням своєчасного ремонту. Технічний огляд будівель



проводиться регулярно з метою виявлення характеру, обсягів і терміну наступного ремонту. Періодичні огляди здійснюються, як правило, два рази на рік (весною та восени).

#### 2.11.4. Вимоги до допоміжних та санітарно-гігієнічних приміщень

Допоміжні приміщення промислових підприємств, як правило, розміщують у прибудовах до виробничих будівель. Якщо таке розміщення порушує вимоги аерації або захисту допоміжних приміщень від виробничих небезпек, тоді їх розміщують в окремих будівлях.

До допоміжних приміщень і будівель відносять адміністративно-конторську групу, технічний відділ, цехові контори та ін.

Цехові контори приміщення влаштовують переважно в прибудовах до виробничих будівель. Висота конторських приміщень приймається не менше 3 м. На одного працюючого за столом має приходиться не менше 4 м<sup>2</sup>, у конструкторських бюро — 6 м<sup>2</sup>. У цих приміщеннях забезпечується належне природне освітлення й вентиляція.

Для створення необхідної освітленості в адміністративно-конторських приміщеннях відношення загальної площі віконних отворів до площі підлоги повинно становити від 1: 6 до 1: 9.

Санітарно-гігієнічні приміщення мають побутове призначення. Вони поділяються на загальні й спеціального призначення. Загальні (гардеробні, вбиральні, вмивальні кімнати) проектується незалежно від умов праці, а спеціальні (душові, приміщення для обігрівання, прання, хімічної чистки й ремонту спецодягу, для прийняття їжі та ін.) — залежно від типу виробничих процесів та умов праці.

Кількість загальних і спеціальних побутових приміщень залежить від санітарної характеристики виробничих процесів.

Усі виробничі процеси залежно від характеру й ступеня впливу на працівників поділяються на чотири групи, кожна з яких має ще ряд підгруп.

До першої групи (має три підгрупи) відносять виробничі процеси, що відбуваються за нормальних метеорологічних умов і при відсутності шкідливих газів і тепловиділення.

До другої групи (має шість підгруп) відносять виробничі процеси, що відбуваються за несприятливих метеорологічних умов або пов'язані з виділенням пилу чи напруженою фізичною працею.

До третьої групи (має чотири підгрупи) належать процеси, пов'язані з проявом різко виражених шкідливих чинників.

До четвертої групи відносять процеси, які вимагають особливого режиму для забезпечення якості продукції та індивідуальної чистоти.

Якщо кількість працюючих велика, побутові приміщення розміщують в окремих будівлях, які з'єднують з виробничими надземними галереями або тунелями.

Якщо у виробничих приміщеннях є шкідливі виділення (пилу, диму, отруйних речовин та ін.), побутові приміщення повинні мати ізольований вихід і таке розташування, щоб через виробничі приміщення зі шкідливими виділеннями не проходили робочі, які там не працюють.

Побутові приміщення, якими користуються під час роботи, розміщують на території цеху (пункти питної води, кімнати обігрівання, вбиральні й т. ін.). Установки для води мають бути майже у всіх санітарно-побутових приміщеннях.

Планування та обладнання побутових приміщень здійснюють відповідно до гігієнічних вимог. Склад, обладнання й облаштування побутових приміщень вибирають залежно від санітарної характеристики виробничих процесів.

Розрахунок площ санітарно-побутових приміщень (крім гардеробних) здійснюється, виходячи з максимальної кількості працюючих у зміні. Для тих, що не пов'язані з виробничим процесом, і тих, що працюють в адміністративно-конторських приміщеннях, передбачається зберігання власного одягу відкритим способом.



Для розміщення санітарно-побутових приміщень добирають ділянку з прив'язкою її до основних будівель і максимальним наближенням до основних шляхів руху працюючих. Санітарний розрив при цьому до місць, які виділяють шкідливі гази, пил і т. ін., має становити не менш як 50 м.

На території підприємства створюють озеленені майданчики для відпочинку працюючих. Їх розташовують у зоні найменшого впливу виробничих небезпек, де можна відпочити в робочому одязі.

### 2.11.5. Системи водопостачання та каналізації

У виробничих і допоміжних будівлях для виробничих та господарсько-питних потреб облаштовують внутрішній водопровід.

Правила вибору джерела водопостачання й норми якості води для господарсько-питних потреб і душових пристроїв регламентуються в Правилах охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами. Вода надходить на промислове підприємство з об'єднаного або роздільного виробничо-господарського й пожежного водопроводів.

Витрата води на виробничі потреби залежить від технологічних особливостей виробничого процесу. Норми витрати води на господарсько-питні потреби у виробничих будівлях наведено в нормах проектування. Якість води має відповідати вимогам ГОСТу.

Норми витрати води на господарсько-питні потреби в цехах із значним тепловиділенням — 45 л на одну людину в зміну, а в інших цехах — 25 л за умови, що коефіцієнт нерівномірності становить 2,5 і 3,0 відповідно. Норми витрати води в допоміжних будівлях: у душових — 500 л на одну душову сітку за годину, в умивальниках — 180–200 л на один кран за годину.

Для скидання виробничих і господарських вод на підприємствах передбачаються каналізаційні системи.

Каналізаційна система складається з внутрішніх каналізаційних пристроїв, розміщених у будівлі, зовнішньої каналізаційної мережі

(підземних труб, каналів оглядових колодязів), насосних станцій, споруд для очистки, обеззаражування та утилізації стічних вод, випусків у водойми.

Каналізація може бути загальносплавною, роздільною і напівроздільною. При загальносплавній каналізації атмосферні опади й фекально-господарські води надходять в одну каналізаційну мережу.

При роздільній каналізації атмосферні води виділяються окремо від фекально-господарських вод. При напівроздільній каналізації перші найбільш забруднені стічні води скидають у каналізацію, а наступну масу атмосферних вод відводять по системі водостоків у річку.

Ділянка каналізаційної мережі, яка приймає стічні води з двох або декількох стічних ліній, називається колектором.

При скиданні 1 м<sup>3</sup> неочищених стічних вод витрачається 40–60 м<sup>3</sup> природних чистих вод. Щоб очищені стічні води стали придатними для використання, необхідне 7–14-кратне їх розбавлення.

Згідно з чинним законодавством усі стічні води підприємств перед скиданням у водойми повинні очищатися від токсичних речовин. Для виконання цих вимог на підприємствах використовують механічні, хімічні, біологічні, а також комбіновані методи очищення.

Ефективність кожного методу очищення стічних вод визначається санітарними й технічними вимогами і залежить як від фізико-хімічних властивостей забруднювача, так і від активності й конструктивного вирішення процесів очищення.

Водозабезпечення промислових підприємств буває двох типів: централізоване й нецентралізоване. Правила вибору джерела водопостачання залежить від конкретних умов виробництва. Водозабезпечення підприємств переважно здійснюється від міської мережі. Однак при значному водоспоживанні водозабір може здійснюватися з окремо облаштованих самостійних водних джерел.





## Розділ 3 ОСНОВИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

### 3.1. Загальні вимоги безпеки до технологічного обладнання та процесів

#### 3.1.1. Безпечність технологічного обладнання

Важлива роль у створенні безпечних умов праці належить новій техніці і технології.

Нині більшість робіт в промисловій галузі проводиться з широким використанням різноманітного технологічного обладнання. Безпечна праця з використанням технологічного обладнання можлива лише тоді, коли його конструкція відповідає вимогам техніки безпеки, виробничої санітарії та заходам протипожежної безпеки.

Технологічне обладнання, що використовується в різних галузях промисловості, надзвичайно різноманітне за принципом дії, конструктивними особливостями, типами та розмірами. Однак незважаючи на це існують деякі загальні вимоги, дотримання яких при конструюванні обладнання дозволяє забезпечувати вимоги безпеки в процесі його експлуатації.

У технічних завданнях, що складаються проектними організаціями на розробку нового технологічного обладнання, мають передбачатись вимоги щодо запобігання або зменшення на робочих місцях шуму, вібрації, пилу, тепловиділень та іншого шкідливого впливу до рівня, допустимого нормативними актами.

При розробці і впровадженні у виробництво нових машин, механізмів і особливо пристосувань, необхідно мати на увазі той факт, що вони сприяють зростанню параметрів роботи обладнання (швидкості руху, температури, тиску, темпу праці та ін.), що в свою чергу може призвести до появи нових виробничих небезпек або шкідливостей. Тому, ще на етапі конструювання, дуже важливим є своєчасне виявлення можливих небезпек і планування необхідних заходів по запобіганню випадкам травматизму або захворювань працюючих.

Методів забезпечення безпеки обладнання існує дуже багато, і з часом вони постійно розширюються та вдосконалюються. Усі методи забезпечення безпеки обладнання розподіляють на загальні та часткові.

До загальних методів належать механізація і автоматизація процесів, дистанційне управління і спостереження, блокування і сигналізація, надійність і міцність технологічного обладнання. Призначення часткових методів полягає у захисті обладнання від певної небезпеки. Такі методи інженерної безпеки досить різноманітні: це може бути герметизація, екранування, теплоізоляція, звукоізоляція, амортизація, огороження, заземлення та ін. Ці та інші методи розглянуто в наступних розділах підручника.

Безпека технологічного обладнання забезпечується правильним вибором принципів дії, конструктивних систем, матеріалів, робочих процесів та ін.

Крім цього, безпека праці забезпечується:

- використанням у конструкціях технологічного обладнання спеціальних захисних засобів;
- дотриманням ергономічних вимог;
- включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту машин та обладнання.

У процесі експлуатації технологічне обладнання не повинно забруднювати навколишнє середовище шкідливими речовинами вище за встановлені норми і являти собою небезпеку з точки зору вибуху і пожежі.



Матеріали, що використовуються в конструкціях технологічного обладнання не повинні бути небезпечними або шкідливими, а ті елементи, з якими безпосередньо контактує людина, не можуть мати гострих країв, кутів, нерівних, гарячих чи переохолоджених поверхонь.

Рухомі частини технологічного обладнання — маховики, шестерні, кінці валів, а також пасові та ланцюгові передачі, що являють небезпеку для людини, повинні бути огорожені, або мати інші засоби захисту тих частин, огороження яких не допускається їх функціональним призначенням.

Огороженню підлягають також струмоведучі деталі електрообладнання, зони високих температур і шкідливих випромінювань, робочі місця, що розташовані на висоті.

Огороження або огорожувальні засоби захисту запобігають проникненню людини або частини її тіла в небезпечну зону.

Огорожувальні пристрої залежно від виду технологічного обладнання, специфіки небезпечних або шкідливих виробничих чинників мають різноманітне конструктивне виконання. Вони бувають стаціонарні, рухомі та переносні (наприклад, огороження траншей, котлованів, колодязів та ін.). Вони повинні мати міцне кріплення до основного обладнання, надійно закриватися та легко відкриватися. При його зніманні зусилля не повинно перевищувати 80 Н. Огороження із сіток (решіток) розміщують на відстані понад 50 мм від рухомих частин технологічного обладнання.

Огорожувальні пристрої не повинні погіршувати спостереження за роботою технологічного обладнання, вони мають максимально захищати від проникнення небезпечних або шкідливих чинників у виробниче середовище.

Розрізняють власне огороження, перила, кожухи, екрани, щити та ширми.

Для безпечного підходу до механізмів під час монтажу, демонтажу та експлуатації технологічного обладнання на металоконструкціях влаштовують площадки, галереї та драбини.

Площадки та драбини огорожують перилами з суцільною обшивкою знизу на висоту не менше 1м, щоб інструмент і деталі, що монтуються, не падали вниз. Драбина повинна мати перила і нахил до горизонту не більше 75°. При більшому нахилі влаштовують огороження у вигляді дуги.

Для настилів площадок і галерей використовують металеві рифлені або гофровані листи, а там де дозволяють протипожежні норми — дерев'яні дошки.

Огороження повинно мати гладку поверхню, бути пофарбованим в один колір із технологічним обладнанням. Внутрішня поверхня огороження і нанесення на нього знаків безпеки виконується відповідно до вимог стандартів.

### 3.1.2. Механізація і автоматизація технологічних процесів та обладнання

Радикальним методом забезпечення безпеки є механізація, автоматизація та дистанційне керування виробничими процесами. Основною метою цих методів поряд із забезпеченням безпеки є підвищення продуктивності праці, звільнення людини від виконання важких і трудомістких операцій. Водночас із цим — створення кращих умов праці та підвищення загальної культури виробництва.

Ефективним засобом зниження травматизму на тяжких і малопродуктивних роботах є механізація виробничих процесів. У цьому напрямку проведена велика робота по створенню закінчених систем машин та технологічного обладнання, що дозволяє механізувати та автоматизувати технологічні цикли — від надходження сировини до відправки кінцевої продукції. У промисловості нараховується десятки тисяч механізованих і автоматизованих поточних ліній, велика кількість комплексно механізованих і автоматизованих дільниць, цехів і виробництв. Існує велика кількість систем машин і обладнання, автоматичних маніпуляторів з програмним управлінням та промислових роботів, що дає можливість виключити ручну і монотонну працю, особливо в тяжких та шкідливих для людини умовах.



Автоматизація і механізація дозволяє у складних умовах в значній мірі знизити рівень виробничого травматизму і професійних захворювань.

При впровадженні механізації відбувається полегшення праці тих людей, яких замінили машини. Однак при цьому має бути відповідний нагляд і контроль, щоб вони не могли стати причиною нещасних випадків.

Автоматизація виробничих процесів являє собою вищу форму механізації. Залежно від ступеня участі людини в технологічному процесі вона може бути частковою та комплексною. При частковій автоматизації без участі людини виконуються тільки окремі технологічні операції, які є частиною комплексу технологічних виробничих процесів.

Комплексна автоматизація передбачає повну ізоляцію людини від будь-яких операцій виробничого циклу. Робітник може знаходитись на безпечній відстані від агрегатів. Автоматизація лишає йому контроль за роботою устаткування, машин і механізмів, поєднаних в єдину технологічну лінію, а також обов'язки по їх налагодженню та регулюванню. При цьому потрібна більш висока організація праці, тому комплексна механізація отримала поширення тільки на великих виробничих підприємствах.

На сучасному етапі розвитку продуктивних сил типовим явищем у виробничій діяльності є праця оператора в автоматизованій системі машин. Узгодження функцій автоматичних і напівавтоматичних пристроїв з діяльністю оператора є досить складним завданням, яке вирішується методами інженерної психології та вимогами охорони праці.

У процесі автоматизації ускладнюється взаємодія людини з технічними засобами, що вимагає врахування психологічних чинників. Виконання операторами трудових функцій пов'язане з внутрішніми психічними процесами.

Ідеальним у виробничій діяльності має бути оптимальне узгодження фізіологічних і психологічних особливостей оператора з технологічним процесом.

Зневага або неврахування вказаного може призвести до аварій, травматизму, професійних психічних захворювань. Безпечна експлуатація автоматизованих систем досягається різними методами, особливо за рахунок використання захисних пристроїв і винесення робочих операцій із небезпечної зони.

Автоматизація тих чи інших технологічних процесів залежить від характеру і конкретних умов виробництва, ступеня його трудомісткості.

Технологічні процеси при комплексній автоматизації послідовно виконуються на автоматичній лінії без фізичного втручання людини.

Високі швидкості сучасних механізмів настільки ускладнюють управління технологічним обладнанням і технологічними процесами, що психофізіологічні можливості людини неспроможні достатньо швидко і адекватно реагувати на обставини, що складаються.

Безмежно розширює можливості людини впровадження електронної техніки, що дає можливість створювати машини для управління іншими машинами, а також машини, які замінюють людину.

Для вирішення того чи іншого завдання управляючим машинам задається відповідна програма, за допомогою якої вони самостійно ведуть технологічні процеси за оптимальними режимами. Використання електронних машин позбавляє оператора від напруження, полегшує фізичну працю в такій мірі, яка недосяжна навіть сучасним автоматизованим пристроям, а основне — робить її більш безпечною.

Вирішення питань безпеки на механізованих і автоматизованих системах набуває особливої актуальності при їх налагодженні та ремонті. У цьому плані має вирішуватись питання щодо повної механізації ремонтно-монтажних робіт.

Автоматичні лінії, які нині працюють на багатьох виробництвах, самостійно виконують всі задані операції у визначеній послідовності і потребують висококваліфікованого персоналу тільки для налагодження та контролювання. На таких лініях відновлення пору-



шеної роботи технологічного обладнання, режиму технологічного процесу і підтримування визначених параметрів здійснюється відповідними автоматичними пристроями. Таке автоматичне регулювання дає можливість виконувати роботу без втручання людини в технологічний цикл, і при цьому виключаються помилкові дії оператора.

Разом з тим в наш час внаслідок цілого ряду об'єктивних причин у багатьох галузях господарства ще досить великий відсоток немеханізованих і неавтоматизованих робіт.

Мають місце в умовах виробництва такі випадки, коли високопродуктивні машини при відсутності механізації для проміжних операцій експлуатуються з низьким коефіцієнтом використання або вимагають великої кількості допоміжних робітників, які іноді працюють в особливо несприятливих умовах.

У цих випадках особлива роль відводиться інженерно-технічному персоналу, який в реальних умовах виробництва має розробляти і впроваджувати засоби малої механізації для полегшення ручної праці в допоміжних операціях основного процесу.

### 3.1.3. Дистанційне спостереження і керування

Дистанційне спостереження і керування технологічними процесами має велике значення для безпечної праці, тому що дає можливість уникнути необхідного перебування працівника в безпосередній близькості від технологічного обладнання.

Дистанційне керування технологічними процесами застосовують там, де присутність людини неможлива, небезпечна або існує певна складність у керуванні технологічним обладнанням. Це такі технологічні процеси, які використовують або переробляють шкідливі та небезпечні для організму людини речовини або матеріали і де для забезпечення безпеки потрібні дуже складні засоби захисту.

При цьому керування технологічним процесом здійснюється з пульта, а для виконання різних операцій застосовуються різні виконавчі механізми.

Дистанційне управління здійснюється візуально або за допомогою телесигналізації.

Для візуального спостереження використовують промислове телебачення, яке дозволяє розповсюдити зоровий контроль на недоступні, важкодоступні або небезпечні ділянки виробництва.

За участю телесигналізації здійснюється передавання інформації з контрольних пунктів на пункт управління. Оператор за допомогою відповідних органів управління і пристроїв телемеханіки передає команди для здійснення необхідного впливу на керовану систему.

Пульти управління, на яких зображена інформація і дистанційні органи управління, переважно розміщуються на щитах, столах або стендах. На пультах управління відображається оперативна інформація про особливості об'єкта, за яким здійснюється дистанційне управління. Інформація, що з'являється на пульті, має бути адекватною тим діям, які оператор має виконати на об'єкті в даний час. Від якості відображеної на пульті управління інформації залежить ефективна робота оператора.

Інформаційне зображення об'єкта не повинно чинити для оператора труднощів. Об'єм інформації при дистанційному спостереженні не повинен бути надто великим або мати надлишкову інформацію. Надлишкова інформація заважає запам'ятовуванню корисної інформації, а також являє собою додаткове навантаження на пам'ять оператора.

При дистанційному спостереженні пульти управління влаштовують на робочих місцях з урахуванням антропометричних даних оператора. При розміщенні на пульті приладів і органів управління кожному з них відводиться відповідне місце залежно від важливості і частоти використання.

Компоновка робочого місця оператора має на меті створити зручне положення для роботи, зручне використання приладів і органів управління, а також добрий їх огляд (рис. 3.1).

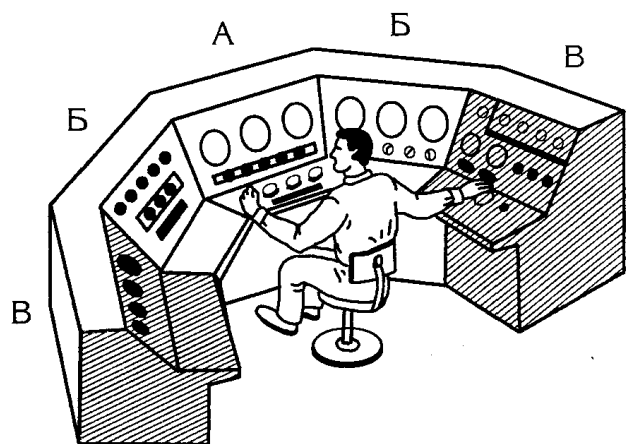


Рис. 3.1

Пульт управління: А — оптимальна зона; Б — прийнятна зона; В — найменш бажана зона

Органи контролю і управління розташовуються в оптимальній зоні А.

Робоча зона визначається нормальною дією плечей для того, щоб операції, які вимагають точних маніпуляцій, відбувалися в зоні нормальної діяльності обох рук оператора (заштрихована зона на рис. 3.2).

Чим більша траєкторія рухів працюючих рук, тим більшими будуть витрати енергії і часу. Розмахи рук, при яких вони досягають граничного положення, є незручними і надто стомлюючими. Доведення працюючої руки до граничного положення не дозволяє досягти плавності руху при вертанні її у зворотному напрямку.

У горизонтальному, вертикальному або обертовому русі рук робоче місце оператора має бути таким, щоб руки працювали не на повний розмах, а лише у середньому діапазоні.

Зона найбільш легкої роботи (оптимальна) обмежена дугами, які описуються руками при їх повороті в ліктьовому суглобі на рівні робочої поверхні, більш широкі дуги описуються руками при пово-

роті від плеча. У зонах, що описуються меншими дугами, можна працювати без витягування руки; в зонах більших дуг необхідно повне витягування рук.

Оптимальна зона для здорової роботи показана на рис. 3.3.

Органи спостереження і управління (кнопки, важелі) мають відповідати нормативним вимогам. Оптимальні форми і розміри їх враховують будову руки.

Діапазон сприйняття органів чуття обмежує можливості людини безпосередньо управляти швидкодіючим технологічним обладнанням та швидкодіючими технологічними процесами. Наприклад, око людини не може відрізнити один від іншого п'ять предметів, що змінюються за секунду. Дві точки розпізнаються оком як окремі лише при куті зору між ними не менше  $1^\circ$ .

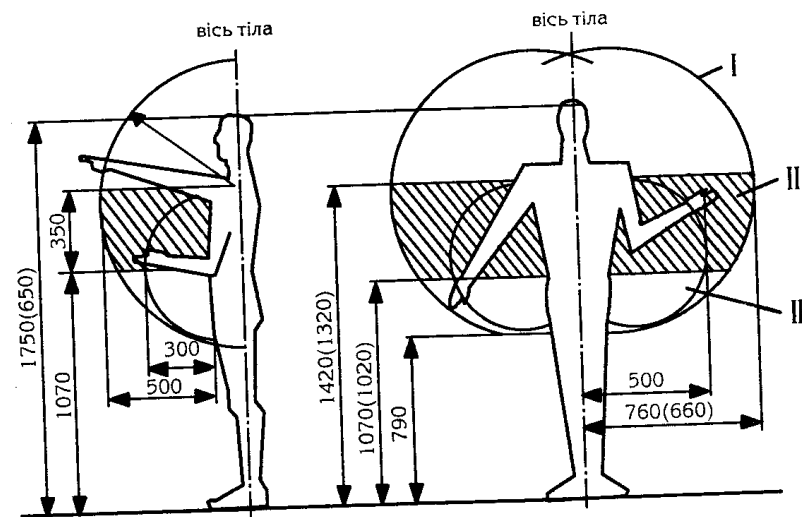


Рис. 3.2

Робоча зона рук: I — робочий простір; II — зона зручного розміщення пристроїв, які обслуговуються руками; III — оптимальний робочий простір

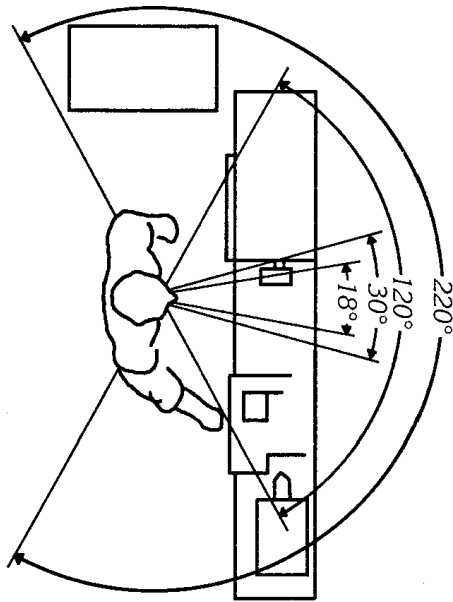


Рис. 3.3  
Оптимальна зона спостереження за органами управління

Швидкість і точність рухів пальців навіть при великому тренуванні не можуть подолати відповідної межі. Крім цього, необхідно відповідний час на проходження імпульсів в нервовій системі людини від ока до мозку і від мозку до м'язів пальців.

Швидкість реакції людини залежить від багатьох чинників: складності дій, тренуваності стану нервової системи, ступеня втоми та ін. Навіть у найсприятливіших випадках швидкість реакції становить доли секунди, але й такий час виявляється дуже великим для управління деякими сучасними технологічними процесами. З позиції охорони праці, при конструюванні технологічного обладнання, організації робочих місць, систем управління, захисних і сигнальних пристроїв, необхідно враховувати вищезгадані чинники, які визначають фізичні та психологічні можливості організму людини.

### 3.1.4. Контрольно-вимірювальні засоби

При проектуванні і конструюванні технологічного обладнання та технологічних процесів велике значення мають контрольно-вимірювальні засоби. Безпека виробничих процесів залежить від того, наскільки ефективно може їх використати оператор під час роботи.

Контрольно-вимірювальні засоби і пристрої для запуску в роботу, регулювання і зупинки технологічного обладнання мають бути надійними, легкодоступними і такими, що добре розпізнаються.

Важкість запам'ятовування надмірно складних систем управління технологічним процесом і необхідність зосередити увагу на невідповідно розташованих приладах можуть призвести до неправильних дій оператора, які призведуть до порушення нормальної роботи технологічного обладнання, нещасних випадків і професійних захворювань.

Причиною порушення нормального перебігу технологічного процесу можуть стати також труднощі, коли необхідно з великої кількості приладів визначити потрібний показник, а зорове сприйняття є нечітким.

Контрольно-вимірювальні пристрої мають розміщуватись так, щоб оператор не знаходився надто близько до небезпечної зони технологічного обладнання, не був змушений надмірно напружуватися або порушувати рівновагу тіла при управлінні технологічним процесом. Контрольно-вимірювальні пристрої мають бути влаштовані таким чином, щоб звести помилки оператора до мінімального значення.

Рукоятки, важелі і кнопки управління мають бути легко доступними з основного робочого місця при нормальному положенні тіла оператора.

Пристрої управління технологічним обладнанням не повинні вимагати великих зусиль. Не можна розраховувати на максимальні зусилля працівника протягом тривалого часу.

Напрямок руху органів управління має співпадати з напрямком руху відповідних механізмів, бо неузгодженість у русі призводить до неправильних дій оператора. Наприклад, обертання рукоятки за



годинниковою стрілкою має відповідати рухові вперед або робочому ходу механізму, а проти годинникової стрілки — назад або холостому ходу механізму.

Рукоятки важелів управління мають надійно фіксуватися для запобігання самочинного або випадкового їх виключення.

Крім цього, щоб запобігти травмуванню в небезпечній зоні застосовують запобіжні пристрої.

Запобіжні пристрої застосовуються для автоматичного вимикання технологічного обладнання, систем механізму, робочого органу або зупинки технологічного процесу, якщо будь-який параметр обладнання з певних причин вийде за межі допустимих значень. Завдяки цим пристроям можна запобігти аваріям при підвищенні тиску, температури, робочої швидкості, сили струму, маси вантажу, перенавантаження на відповідні органи та ін.

Залежно від наявності небезпечних виробничих чинників, їх шкідливої дії на організм при перевищенні фіксованих параметрів застосовують такі запобіжні пристрої: від механічних перенавантажень; від переміщення механізмів або їх елементів за встановлені межі; від перевищення тиску, температури або сили струму. Їх використовують в конструкціях технологічного обладнання, машинах, вантажопідіймальних кранах, двигунах внутрішнього згорання та ін.

Для швидкого розпізнавання контрольно-вимірювальних засобів їм надають різну форму (щоб відчувати їх на дотик), забезпечують відповідними написами та фарбують у різні кольори (засоби однакового призначення повинні бути пофарбовані в один колір).

Щоб добре були помітні засоби зупинки обладнання, їх роблять більших розмірів, ніж інші і фарбують у червоний колір. Якщо оператор під час роботи пересувається, засоби зупинки дублюються. Засоби пуску технологічного обладнання в роботу монтуються заглибленими, для того щоб попередити випадкове натиснення. Натиснення на кнопки повинні вимагати зусилля не більше 20–30 Н. Контакт з пальцями має бути чітким, а включення супроводитись звуковим відчуттям.

Таке регулювання технологічним процесом полегшує працю, усуває можливі при безпосередньому управлінні помилки, дозволяє вивести працюючих з небезпечних зон і уникнути контакту шкідливих виробничих чинників на організм людини.

### 3.1.5. Блокувальні і сигнальні пристрої

Порушення нормальних умов роботи технологічного обладнання відбувається внаслідок відмови окремих механізмів, неправильного управління ними або порушення режиму живлення агрегатів.

Порушення нормальної роботи технологічного обладнання може стати причиною нещасних випадків або аварій.

Операції по усуненню несправностей можуть виявитися більш небезпечними, ніж стійка нормальна робота технологічного обладнання.

Нормальна робота технологічного обладнання буває тоді, коли вона відповідає всім вимогам, встановленим по відношенню до його основних параметрів. У процесі роботи надійність технологічного обладнання залежить від конструктивних і технологічних чинників, від якості монтажу і регулювання, а також експлуатаційних факторів та кваліфікації обслуговуючого персоналу.

У процесі експлуатації технологічного обладнання можуть виникати зміни параметрів, коли вони виходять за межі встановлених допусків.

Для усунення небезпечних чинників, які можуть виникати в процесі експлуатації технологічного обладнання, використовують автоматичні запобіжні блокувальні пристрої.

За принципом дії вони бувають механічними, електричними, фотоелектричними, радіаційними, гідравлічними, пневматичними і комбінованими.

Вказані блокуючі пристрої здійснюють фіксацію робочих частин обладнання або системи у відповідному робочому або неробочому положенні. Блокуючі пристрої служать для:



- негайної зупинки технологічного обладнання при виникненні небезпеки чи порушенні умов його роботи;
- заборони неправильного управління агрегатом;
- недопущення роботи агрегата без запобіжних пристосувань;
- обмеження руху механізмів за визначені межі та ін.

Найчастіше застосовують блокувальні пристрої для запобігання пуску двигуна при включеній передачі; для блокування дверей входу в приміщення, в якому може бути небезпечна концентрація парів газів, блокування огороження ланцюгової або пасової передачі, та ін.

Блокування запобігає неправильному послідовному включенню в машинах з електричним приводом, забезпечує розрив електричних ланцюгів. Безпека виконання робіт може бути максимальною та мінімальною. При максимальному захисті виключення технологічного обладнання відбувається внаслідок перевищення контрольних параметрів (наприклад температури, сили струму, рівня тиску та ін.). При мінімальному захисті виключення відбувається внаслідок зниження цих параметрів.

Після спрацювання блокувальної системи робота технологічного обладнання може відновлюватися тільки після приведення контрольних параметрів до норми.

Для недопущення роботи технологічного обладнання без запобіжних пристосувань блокують механізм включення огорожуючими пристроями або витяжною вентиляційною системою, щоб не допустити випадкового надходження отруйних речовин у виробниче приміщення.

Крім цього на деякому технологічному обладнанні (преси, штампи, ножиці для різання металу) застосовують фотоелектричні блокувальні пристрої, які запобігають травмуванню, зупиняючи робочі органи або створюючи неможливість пуску машини, якщо в небезпечній зоні знаходиться людина.

У радіаційних блокувальних пристроях застосовуються радіоактивні ізотопи, які приводять у дію систему блокування при проникненні в небезпечну зону людини або її рук.

Пневматичні системи блокування застосовують в агрегатах, які знаходяться під підвищеним тиском повітря, газу або пари.

При автоматичному управлінні технологічних процесів, коли відхиляються параметри, що контролюються (концентрація газів, рівень рідини, тиск, швидкість процесу, температура та ін.), спрацьовує автоматична сигналізація без участі оператора.

Сигналізація — це система спеціальних засобів, за допомогою яких сповіщають про небезпеку, що настає або вже настала.

За своїм призначенням сигналізація поділяється на попереджуючу (попереджає про небезпеку), аварійну (попереджає про виникнення небезпечного режиму роботи), контрольну (інформує про параметри роботи машини, стан навколишнього середовища), оперативну (забезпечує зв'язок між робітниками).

За способом передавання інформації сигналізація буває візуальною, звуковою, кольоровою, знаковою і жестовою.

Для візуальної сигналізації використовують загоряння лампи, мерехтіння світла, підсвітку написів на табло та ін. Візуальна сигналізація сприймається лише тоді, коли очі оператора спрямовані в сторону світлового сигналу. Така сигналізація широко застосовується для регулювання руху транспортних засобів та пішоходів, в електроустановках, на пультах керування різними машинами, процесами та ін.

Для звукової сигналізації використовують — сирену, гудок або дзвінок; звуковий сигнал сприймається незалежно від орієнтування голови оператора. Така сигналізація має давати ясно відчутний у навколишньому середовищі звук. Оперативна сигналізація необхідна для проведення технологічних процесів. Її використовують також для узгодження дій кранівника і стропальника. При переміщенні вантажів кранами використовують знакову сигналізацію, яка подається руками.

На будівництві, у ремонтних майстернях, на різних складах, при виконанні монтажних робіт застосовується сигналізація між основними і допоміжними працівниками за допомогою прапорців або рук (жестів).





При наявності небезпеки або при її виникненні застосовують попереджувальну сигналізацію. Для цього використовують плакати і написи, датчики, що реєструють відхилення технологічного процесу або роботи обладнання від того чи іншого заданого параметру.

Для виділення того чи іншого обладнання або робочих зон, які становлять небезпеку, використовують опізнавальну кольорову сигналізацію, щоб привернути увагу до небезпеки. Кольорова сигналізація застосовується як спосіб передачі оператору певної інформації про роботу машин, приладів, установок, стан виробничого середовища за допомогою сигнальних кольорів та знаків.

Сигнальні кольори та знаки застосовуються для привернення уваги працівників до безпосередньої небезпеки, здійснення відповідних дій з метою забезпечення безпеки, а також для необхідної інформації.

Встановлені наступні сигнальні кольори, які мають такі значення:

- червоний — «Заборона», «Стоп», «Явна небезпека»;
- жовтий — «Увага», «Попередження про можливість небезпеки»;
- зелений — «Безпека», «Дозвіл», «Шлях вільний»;
- синій — «Інформація».

Для пояснювальних написів використовують ахроматичні кольори (білий на червоному чи зеленому фоні, червоний на жовтому і білому).

Червоний колір застосовують для забороняючих знаків і символів на рукоятках кранів аварійного відключення тиску; для позначення багатьох видів пожежної техніки та інвентаря, сигнальних ламп, що сповіщають про порушення безпеки, пофарбування емностей з вогнебезпечним вмістом, огорожень небезпечних частин обладнання, ламп, що сигналізують про небезпеку та ін.

Жовтий колір використовують для запобіжних знаків, пофарбування елементів будівельних конструкцій, які становлять небезпеку аварій, елементів виробничого обладнання, яке вимагає обережного поводження, перил, площадок, встановлених на робочих місцях, елементів транспорту, ламп, що сигналізують про зміну режиму ро-



боти технологічного обладнання, емностей зі шкідливим вмістом. Жовтий колір також мають попереджувальні знаки небезпеки.

Зелений колір використовують для пофарбування засобів забезпечення безпеки, ламп, які сигналізують про нормальний режим роботи обладнання.

Синій колір застосовують для спеціальних знаків і символів, які наносять в місцях приєднання заземлювачів, встановлення домкратів і для вказівних знаків безпеки.

Пофарбування об'єктів здійснюється у вигляді поясів червоного кольору з білою кліткою і жовтого кольору з чорною кліткою.

Знаки безпеки мають різну форму:

- забороняючі — червоне коло з білим поясом всередині і червоною косою смугою;
- попереджаючі — жовтий рівнобедрений трикутник з символічним зображенням чорного або червоного (для радіації, струму) кольору;
- приписуючі — зелений квадрат з символічним зображенням білого кольору (або з білим колом і пояснюючим написом чорного кольору).

Білим кольором позначають лінії руху, місця для збирання відходів. Використовують також кольорову сигналізацію, для якої вживають термофарби, що змінюють свій колір при нагріванні. За допомогою такої сигналізації можна отримати інформацію про перегрівання об'єктів спостереження.

### 3.1.6. Загальні вимоги до розташування обладнання

Найбільш розповсюджене технологічне обладнання може бути джерелом шуму, вібрації, а в деяких випадках також виділення шкідливих речовин у виробниче середовище. Крім цього основною потенційною небезпекою при обслуговуванні механічного обладнання може бути отримання механічних травм. Тому при виборі того чи іншого технологічного обладнання і його розташуванні слід враховувати вимоги техніки безпеки.



Правильне розташування технологічного обладнання дозволяє найбільш оптимально організувати робоче місце, забезпечити безпеку праці і зменшити втому працюючих.

Безпечна і безпомилкова робота технологічного обладнання може бути досягнута при оптимальному узгодженні роботи оператора з машиною, а також при антропометричній відповідності параметрів і габаритів обладнання з анатомічними особливостями людини.

При обслуговуванні технологічного обладнання небезпеку становлять всі частини машини, які рухаються, здійснюють поворотно-поступальні рухи важелів — рухомі паси, ріжучі частини машини та ін. Небезпека зростає тоді, коли на деталях, що обертаються, є болти, шпонки або нерівності, нарізки та ін. Зона всередині машини, в якій рухаються механізми, є небезпечною, бо при потраплянні в неї або стиканні з якоюсь рухомою частиною може статися ушкодження тіла людини.

Небезпечна зона може виникати і поза машиною внаслідок наявності на частинах обладнання, що обертаються, виступаючих елементів, а також відлітання під час роботи стружки або деталей машин через погане їх скріплення або ламання. Крім цього, відповідний простір біля машини також є небезпечною зоною. При роботі обертових частин машини може створюватися зона захоплення, в яку можуть втягуватися частини тіла і травмуватися через це. Навіть вал, який рухається повільно, може захватити кінці одягу або волосся, втягнути руку, плече, голову в небезпечну зону.

Тому при розташуванні технологічного обладнання необхідно враховувати: габаритні розміри і конструкцію машин; зону технологічного обслуговування, ремонту та розміщення сировини; робочі проходи, розриви між сусідніми машинами, між машинами і стінами; евакуаційні проходи для евакуації людей, центральний і пристінний, зі смугою транспорту або без неї і т. ін.

Габаритні розміри машин відіграють вирішальну роль при розташуванні технологічного обладнання. Встановлюють їх за даними експлуатаційних паспортів.



Обладнання, яке створює значну вібрацію, не встановлюють на міжповерхових перекриттях, щоб не виникало додаткового навантаження.

При розташуванні обладнання потрібно виходити з розмірів зони технологічного обслуговування і ремонту машин.

Зона технологічного обслуговування машин — це робочі проходи між суміжними машинами, які забезпечують безпечне виконання робочих операцій.

Правильне визначення зони технологічного обслуговування кожної машини дає можливість перевести горизонтальне планування всього виробничого приміщення і, перш за все, розташування технологічного обладнання. Це дасть можливість здійснити поточність технологічного процесу, раціональну організацію робочих місць, забезпечити високу продуктивність та безпеку праці.

Зона ремонту машини необхідна для виконання ремонтних робіт, а також для демонтажу і монтажу обладнання і зберігання запасних частин, вузлів та ін. Оскільки технологічне обслуговування, профілактичний ремонт і чищення обладнання здійснюються практично в різний час, доцільно влаштовувати робочу зону і зону ремонту сумісно.

Зона технологічного обслуговування машин визначається за паспортними даними в залежності від розмірів місця, яке необхідно для виконання робіт. Залежно від робочої пози працівника, який обслуговує машину, зона технологічного обслуговування може бути від 0,5 до 0,9 м.

При визначенні ширини проходів в габарити машини включаються огороження, робочі місця, а також місця для інструментів, сировини і готової продукції.

При визначенні ширини робочих проходів визначають мінімальні розриви між сусідніми машинами для вільного руху обслуговуючого персоналу.

Якщо сусідні машини обслуговує один працівник, який знаходиться в проході понад 50 % робочого часу, то ширина його має бути не менше 1,3 м, а якщо працюючий рідко буває у проході, тоді



ширина його становить 1 м. При обслуговуванні кожної машини одним або декількома працівниками понад 50 % робочого часу, ширина прохода повинна бути 2 м.

Ширину вільного проходу між машинами визначають виходячи з висоти виступаючих елементів сусідніх машин. Цей прохід безпосередньо не використовують для обслуговування і ремонту машин, але він необхідний для переходів працівника з однієї ділянки обслуговування машини на іншу. Якщо виступаючі частини машини мають висоту 0,5 м, ширина проходу має бути не менше 0,5 м, а при висоті понад 0,9 м — не менше 0,7 м.

Монтажний розрив між машинами передбачається в тому випадку, коли між сусідніми машинами не потрібна зона обслуговування та ремонту.

Мінімальна висота проходу до виступаючих над проходами конструктивних елементів, труб і вентиляційних повітроводів становить не менше 2 м.

Евакуаційні проходи призначаються для масового руху людей після зміни або перерви, для евакуації працюючих в екстрених випадках, а також для руху транспортних засобів. По розташуванню проходи можуть бути центральними або пристінними, за призначенням — головними або допоміжними. Головні призначені для виходу з виробничого приміщення, а допоміжні — до запасних виходів і санітарно-побутових приміщень.

Ширина проходів визначається сумою значень ширини проходу для руху людей і транспорта, зон обслуговування або ремонту машин. Смуга руху людей у всіх випадках входить у ширину проходу. Ширина проходу — від 2 до 2,5 м.

Ширину будь-якого евакуаційного проходу приймають рівною ширині зони ремонту машини, якщо ця зона виявиться ширшою, ніж прохід.

Евакуаційних виходів з виробничих будівель або приміщень має бути не менше двох. Розміри їх вибирають відповідно до існуючих норм та рекомендацій.



У кожному конкретному випадку габарити безпеки регламентуються відповідними стандартами, нормами технологічного проектування та правилами охорони праці.

### 3.1.7. Організація робочих місць

Для створення безпечних умов праці велике значення має організація робочих місць. Вона передуює початку будь-якого технологічного процесу.

Робочим місцем є ділянка приміщення або території підприємства, де постійно або періодично перебувають працівники для виконання технологічних операцій. Якщо окремі операції виконуються на різних ділянках приміщення, то робочим місцем слід вважати все приміщення.

Простір, який охоплює всю площу робочого місця і має висоту 2 м над її рівнем, називається робочою зоною.

Від правильної організації робочого місця в значній мірі залежать умови праці і її ефективність. Основним елементом організації робочого місця вважають його планування, визначення основних і допоміжних робочих рухів, компоновку обладнання, вибір інструменту, пристосувань та інвентаря, а також допоміжних пристроїв, які забезпечують безпеку праці.

Планування робочого місця передбачає таке його положення в приміщенні по відношенню до інших робочих місць, яке забезпечує найкращі умови для освітлення, вентиляції і опалення, подавання матеріалів або сировини, видалення відходів виробництва, а також готової продукції.

При правильній організації робочого місця у виробничих приміщеннях знижується потреба в транспортних засобах, які завжди являють собою небезпеку для працюючих та захаращують приміщення. Вільна площа робочого місця має становити не менше 4,5 м<sup>2</sup>.

Найбільш важливим питанням при організації робочих місць є положення працюючого і його поза.



Зону основних робочих рухів слід визначати з антропометричних даних людини — поля її зору, росту, довжини рук і ніг. Вона має розташовуватися в місці найбільшого огляду і найбільш легкої досяжності. При цьому не допускається надмірний поворот голови (понад  $40^\circ$  у горизонтальній і  $30^\circ$  у вертикальній площині від лінії зору) або корпуса (не більше  $45^\circ$  вліво або вправо), а також витягування рук (не більше 500 мм в сторони і 300 мм уперед) або ніг (не більше 350 мм уперед і 300 мм угору).

Найбільш характерними позами робітників різних спеціальностей є поза стоячи або поза сидючи.

У положенні стоячи людина має найбільш сприятливі умови для зорового огляду, переміщення і координації рухів. Зручність цієї пози визначається величиною кутів у суглобах.

При раціональному плануванні робочих місць обов'язково враховують антропометричні дані людини (рис.3.4).

Таблиця 3.1

Антропометричні дані

Номер позиції (рис. 4)	Найменування величини	Чоловіки	Жінки
Положення стоячи			
1	Зріст (довжина тіла)	172,29	159,52
2	Висота очей над підлогою	159,66	147,81
3	Розмах рук	178,96	163,23
4	Розмах зігнутих в ліктях рук	94,18	86,61
5	Досяжність руки спереду	84,23	77,12
6	Максимальна досяжність руки	134,53	126,57
Положення сидючи			
7	Висота тіла над сидінням	90,49	85,59
8	Висота очей над сидінням	77,44	73,39
9	Висота ліктя над сидінням	32,85	28,15
10	Висота колін над підлогою	56,47	52,02
11	Довжина стопи	26,72	24,03

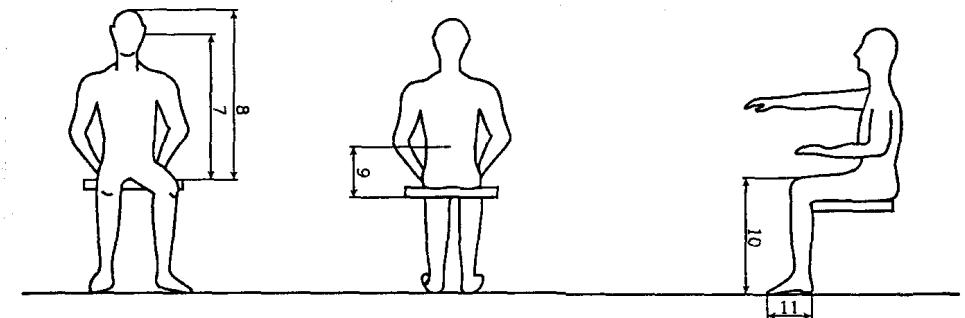
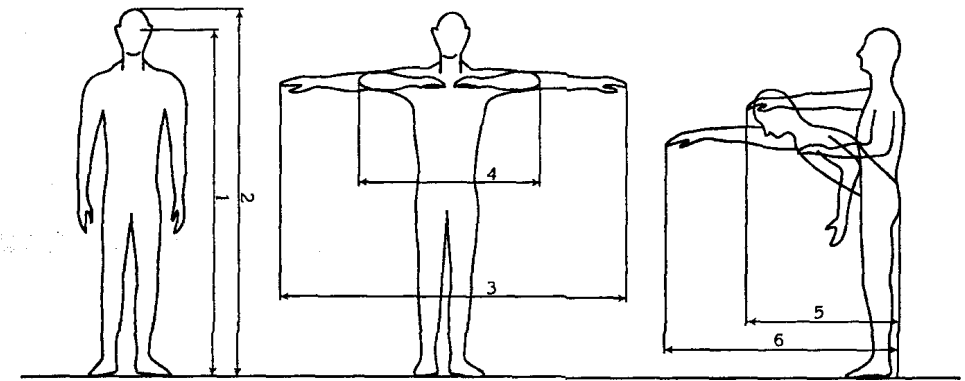


Рис. 3.4

Розміри тіла людини, які використовуються при проектуванні виробничого обладнання: а — у положенні стоячи; б — у положенні сидючи

Від антропометричних даних залежить зона досяжності, тобто та частина робочої зони, яка обмежена дугами, що описуються максимально витягнутими руками. У табл. 3.1 наведені середньостатистичні антропометричні ознаки чоловіків і жінок, що враховуються при проектуванні робочих місць.



До оснащення робочих місць відносяться засоби праці, які необхідні для виконання тих або інших робочих функцій, наприклад засоби механізації, інструменти, пристосування, що забезпечують виконання робіт.

Зона допоміжних робочих рухів (при заміні інструментів, складуванні матеріалів та ін.) має розташовуватись за межами зон основних рухів, але в місцях найкращої досяжності.

Компоновка обладнання в плані і по висоті має відповідати наступним вимогам: забезпечувати мінімальну кількість основних і допоміжних робочих рухів, не допускати систематичного піднімання або спускання з основної площадки робочого місця для контролювання роботи технологічного обладнання (машини), виключати перехресні рухи рук або ніг. Допоміжні механізми і пристосування не повинні заважати управлінню основним обладнанням.

Вибір інструментів, пристосувань і інвентаря залежить від характеру основних трудових операцій і має забезпечувати фронт роботи з мінімальними витратами енергії та часу. При розташуванні інструментів на робочому місці треба враховувати, якою рукою їх бере працююча людина і як часто ними користується.

Додаткові пристосування та пристрої, які забезпечують безпеку праці, використовують для захисту працюючих від дії шкідливих чинників з боку суміжних робочих місць (ширми, екрани, огороження та ін.) і переохолодження ніг при теплопровідних підлогах (дерев'яні решітки, теплоізоляційні килимки та ін.)

Якщо технологічні процеси належать до особливо небезпечних або небезпечних у пожежному відношенні (категорії А або Б), робоче місце обладнують первинними засобами пожежогасіння та пожежної сигналізації.

Положення технологічного обладнання, пристосувань та інвентаря має бути стійким, щоб не створювати їх випадкового зрушення.

Робоче місце необхідно утримувати в належному порядку і чистоті. На ньому не дозволяється знаходження сторонніх предметів, пристосувань та інструментів, які тривалий час не використовують-

ся в роботі. На підлозі під ногами працюючих не повинно бути стружки, різних відходів, надлишкової вологи, а також масляних плям або будь-яких хімічно активних речовин (кислот, лугів та ін.).

Продумане розташування технологічного обладнання і пристосувань дозволяє найбільш ефективно використовувати виробничі площі, уникати зайвої тісноти, створювати зручні та безпечні умови праці.

Отже організація робочих місць — це комплекс заходів, які забезпечують зручність, раціоналізацію трудових процесів, прийомів і рухів з метою зниження втоми.



## 3.2. Безпека при експлуатації систем під тиском і криогенної техніки

### 3.2.1. Загальні вимоги безпеки до посудин, що працюють під тиском

У різних галузях промисловості і будівництва значна кількість обладнання працює за рахунок використання енергії стисненого повітря, газу або пари. До обладнання, що працює під тиском, відносяться парові і водяні котли, компресори і балони зі стисненими або зрідженими газами. Ці установки бувають стаціонарними і пересувними. Стаціонарні встановлюються на нерухомому фундаменті, а пересувні мають ходову частину.

Пересувні посудини з високим тиском експлуатуються в будівлях тимчасового типу або на відкритому повітрі.

За правильність конструкції посудин з високим тиском, за розрахунок їх на міцність і вибір матеріалу, за якість виготовлення, монтажу і ремонту, а також за відповідність їх вимогам «Правил влаштування і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів» відповідає підприємство (організація), що виконує відповідні роботи.

Елементи посудин, що працюють під тиском, у відношенні до конструкції, вибору матеріалів і розрахунків на міцність мають відповідати діючим «Нормам розрахунку елементів парових котлів на міцність».

При проектуванні елементів, що працюють під тиском, мають бути враховані напруги, що виникають при гідравлічному випробуванні, яке не повинно перевищувати 1,25 величини допустимих напруг при температурі 20 °С, прийнятої у відповідності до вказаних норм розрахунку.

Конструкція посудин з високим тиском має бути надійною і безпечною в експлуатації; повинна бути передбачена можливість огляду, очищення з використанням засобів механізації, промивання і продування, а також ремонту їх елементів.

Температура стінок елементів посудин з високим тиском не повинна перевищувати величин, прийнятих у розрахунках на міцність відповідно «Єдиному нормативному методу теплового розрахунку котельних агрегатів».

Конструкція і гідравлічна схема вказаних посудин має забезпечувати надійне охолодження стінок елементів, що знаходяться під тиском.

Посудини, конструкція яких не виключає можливості перегрівання стінок окремих їх елементів, в період розпалювання або при раптовому припиненні споживання пари мають бути оснащені спеціальними пристроями, що запобігають підвищенню температури металу цих елементів вище норми.

Недотримання правил експлуатації обладнання і посудин, що працюють під тиском в несприятливих умовах, може призвести до нещасних випадків внаслідок вибуху.

При вибуху обладнання і посудин, що працюють під тиском, травми і каліцтва може отримати не тільки обслуговуючий персонал, а й люди, що знаходяться в районі дії вибуху. Вибух викликає забиття, струси мозку, переломи кісток, опіки, призводить до руйнування будівель і споруд.

До посудин, що працюють під тиском, відносяться ємності, у яких  $p \geq 0,7 \text{ кгс/см}^2$  (0,07 МПа) або  $pV \geq 200$ , де  $V$  — внутрішній об'єм посудини, л.

Основна вимога до котельних установок полягає в тому, щоб підтримувати поряд з постійним тиском постійну номінальну температуру пари без значних відхилень. Допустиме відхилення температури перегрітої пари  $\pm 5^\circ \text{C}$ .

При експлуатації котельних установок нерідко бувають випадки значного відхилення температури пари від номінальної. Причини, які викликають порушення нормальної роботи котельних установок, розглянуто нижче.



### 3.2.2. Основні причини аварій і несправностей котельного агрегату

Недотримання правил улаштування і безпечної експлуатації обладнання, що працює під тиском більше атмосферного, призводить до вибуху, а відтак і до руйнування обладнання, будівель і до травматизму.

Основними причинами більшості аварій і несправностей обладнання є недостатня кваліфікація персоналу, порушення експлуатаційним персоналом правил технічної експлуатації, правил техніки безпеки і виробничих інструкцій, низька трудова і технологічна дисципліна, погана якість ремонтних робіт.

Практика показує, що багато аварій і несправностей носять ідентичний характер або є повторними, що свідчить про недостатню роботу щодо боротьби з аваріями. Для запобігання таким явищам необхідно, щоб кожна аварія, несправність або брак у роботі обладнання ретельно розслідувались і вивчались експлуатаційним персоналом з метою своєчасного їх усунення.

Причиною багатьох аварій з тяжкими наслідками є переповнення або упускання води в паровому котлі. При значному переповненні вода разом з паром потрапляє в паропровід на великій швидкості, що стає причиною виникнення гідравлічних ударів такої сили, яка призводить до розриву паропровода.

Тривалість вибуху обладнання становить десяті долі секунди, тому потужність під час вибуху досягає величезної сили. Вибух посудини під тиском — це таке руйнування її стінок, при якому внутрішній тиск миттєво знижується до атмосферного. Перегріта (понад 100 °С) вода має величезний запас енергії. При миттєвому падінні тиску вона раптово перетворюється на пару, збільшуючись в об'ємі приблизно в 1700 разів. Це явище носить назву адіабатичного розширення (вибуху).

Енергію при адіабатичному розширенні обчислюють за формулою:



$$A = \frac{P_1 \cdot V}{n-1} \left[ 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right], \quad (3.1)$$

де  $A$  — енергія вибуху, Дж;

$P_1, P_2$  — початковий і кінцевий тиск у посудині, Н/м<sup>2</sup>;

$V$  — об'єм посудини, м<sup>3</sup>;

$n$  — показник адіабати (для повітря  $n = 1,41$ ).

Потужність, що розвивається під час вибуху, кВт визначається за формулою:

$$N = \frac{A}{1000 \cdot \tau}, \quad (3.2)$$

де  $\tau$  — тривалість вибуху, с.

Основні причини вибухів посудин, що працюють під тиском, різноманітні, але в загальному вигляді їх можна звести до таких: підвищення тиску вище за допустиме, механічна або хімічна дія, дефекти виготовлення, порушення технологічного режиму і правил експлуатації, несправність приладів і арматури, корозія металу. Вибух посудин під тиском супроводжується великими руйнівними наслідками. Найнебезпечнішими є вибухи парових котлів.

Причиною вибухів котлів є перенапруження металу. Метал посудин, що працюють під тиском вище атмосферного, постійно знаходиться під дією високих температур і тиску. Внаслідок цього у металі відбуваються пластичні деформації. Тому міцність металу знижується, збільшується відносне подовження стінок посудин і зменшується поперечний переріз стінок котла. При дії великих напружень з підвищенням температури в металі розвивається явище повзучості.



Корозія металу буває двох типів: загальна, при якій вся поверхня металу руйнується з однаковою швидкістю, і місцева, яка активно розвивається в місцях клепки внаслідок порушення структури металу.

Механічний розрив стінок котла виникає тоді, коли у посудині недостатня кількість води. Коли за недоглядом у котлі падає рівень води, тоді теплота, що розрахована на її нагрівання і випаровування, не відводиться, а перегріває стінки котла. Внаслідок явища повзучості металу стінки котла випинаються, потоншуються до утворення тріщин, з появою яких котли розриваються. До появи тріщин причиною аварії може стати подача води у такий перегрітий котел. У цьому випадку, при появі на котлі випучин, треба перекрити подачу теплоти і випустити пар, а не подавати в нього воду.

Перекачка або упускання води в котлі відбувається в основному внаслідок халатного відношення до обов'язків або недостатньої кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Досвід експлуатації парових котлів показує, що несправності і аварії бувають внаслідок порушення водного режиму (наприклад, незадовільне хімводоочищення, неправильний режим фосфотування та ін.). Усе це призводить до утворення на внутрішніх стінках накипу. Накип небезпечний для котла, як з фізичної, так і з хімічної точки зору. Статистичні дані свідчать, що на кожні 100 аварій, які пов'язані з порушенням водного режиму, 83 виникають внаслідок відкладання накипу і шлаку, 17 — внаслідок корозії металу. Накип і шлак характеризується низьким коефіцієнтом теплопровідності, що призводить до недопустимого підвищення температури стінок, в результаті чого міцність металу різко падає і елементи котла руйнуються.

Причиною несправності обладнання під тиском може бути потрапляння сторонніх предметів (піску, бруду, та ін.) під час монтажу або капітального ремонту, що веде до порушення циркуляції. Несправності труб виникають також і з інших причин, наприклад, внаслідок зносу їх летючими речовинами при спалюванні багатозольного палива або агресивності котельної води, а також низької якості металу або його зварювання.



Вибухи і спалахи палива часто є причиною пошкодження котельних установок. Вони переважно відбуваються внаслідок недотримання правил роботи на пилоподібному, рідкому та газоподібному паливі.

Пошкодження барабанів котла є найбільш небезпечним, тому що може призвести до великих аварій — вибухів.

Вибухи котлів відбуваються також внаслідок міжкристалічної корозії. Це дуже небезпечний вид корозії. Міжкристалічна корозія починає розвиватися в місцях, не доступних для огляду — в заклепочних і завальцьованих з'єднаннях барабанів. Тому при зовнішніх оглядах цих з'єднань тріщини важко виявити. При сильному розвитку вони призводять до вибуху котла.

#### **Контрольно-вимірювальні прилади котельного агрегату**

Для спостереження за правильною роботою та безпечною експлуатацією котли обладнують арматурою, контрольно-вимірювальними приладами та приладами безпеки.

Контрольно-вимірювальні прилади слугують для систематичного контролю відповідності основних параметрів котла (тиск, температура та ін.) номінальним, а також для вимірювання кількості отриманої пари, витрати води, палива, повітря та ін. За показниками цих приладів визначають режим роботи котла. Тому всі контрольно-вимірювальні прилади мають бути встановлені на видному місці, зручному для спостереження за їх показниками.

Усі контрольно-вимірювальні прилади умовно поділяються на дві основні категорії: показуючі та реєструючі. Показуючі застосовують тоді, коли допускаються періодичні записи режиму роботи котла.

Реєструючі самописні прилади застосовують, коли необхідно знати параметри роботи агрегату постійно або за будь-який проміжок часу.

На щитку управління котла переважно встановлюються всі як показуючі так і реєструючі контрольно-вимірювальні прилади. За





допомогою цих приладів здійснюється спостереження (і контроль) за такими величинами і параметрами:

температурою і тиском перегрітої пари на виході;

- тиском пари в котлі;
- тиском і температурою води, що живить котел;
- розрідженням в топці котла і перед димосмоком;
- температурою і тиском повітря до і після повітропідігрівання;
- рівнем води в котлі;
- кількістю пари, що виробляє котел;
- кількістю води, яка надходить в котел;
- вмістом  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2$  в димових газах;

Для вимірювання тиску використовуються манометри різної конструкції, що можуть вимірювати надлишковий тиск у дуже широких межах — від десятих долей до тисяч  $\text{кг/см}^2$ . За шкалою манометра, яка градуйована в одиницях тиску ( $\text{кг/см}^2$ ), судять про величину тиску.

Манометр на котлі встановлюється так, щоб його показчик було добре видно обслуговуючому персоналу. Циферблат манометра має знаходитися у вертикальній площині або з нахилом вперед до  $30^\circ$ . На циферблаті манометра має бути нанесена червона риска по тиску, який відповідає вищому допустимому робочому тиску для даного котла.

Бувають випадки, коли манометри дають хибні показники. Тому за манометрами необхідно ретельно спостерігати. Не менше одного разу на шість місяців слід виконувати контрольну перевірку манометрів за допомогою контрольного манометра. Результати перевірки записують у спеціальний журнал контрольних перевірок.

Манометри повинні знаходитися у справному стані і мати пломбу. Не можуть допускатися до роботи манометри з просроченим терміном перевірки, а також з розбитим склом, зігнутою стрілкою або іншими несправностями.

Для вимірювання температури використовуються термометри. Простішими з них є рідинні ртутні термометри. Для дистанційного



вимірювання високих температур перегрітої пари і димових газів використовуються термопари.

Для регулювання теплових процесів вводиться автоматичне управління котельним агрегатом. Сутність усякого регулювання полягає у підтримуванні заданих кількісних і якісних показників виробничих процесів. Так, якщо споживання пари збільшиться або зменшиться, то щоб уникнути пониження або підвищення тиску зверх нормального, одночасно має бути збільшений або зменшений її виробіток.

Для виробітки 1 кг пари необхідно витратити відповідну кількість палива, води і повітря. Тому подача в котел палива, води і повітря має строго відповідати виробництву пари і змінюватися разом зі зміною її споживання. Автоматизація управління котельним агрегатом дозволяє здійснювати автоматичну подачу палива, повітря та води при змінюванні режиму роботи.

Автоматикою безпеки передбачається автоматичне відключення подачі газу до пальників у випадку ненормальної роботи окремих пристроїв котла.

Основними деталями автоматики безпеки є запобіжні клапани.

Запобіжні клапани автоматично спрацьовують, якщо тиск у котлі підвищується до відповідного значення. За принципом дії запобіжні клапани бувають важільно-вантажні, важільно-пружинні та пружинні, за конструктивним виконанням — відкритими або закритими. Вони встановлюються на котлі спарено або поодинокі.

Запобіжні клапани забезпечуються пристроями, які захищають обслуговуючий персонал від опіків, коли спрацює клапан або перевіряється їх дія. Крім цього, запобіжні клапани мають сигнальні пристрої у вигляді свистка, щоб при виході пари з котла на робочому місці подавався сигнал.

За допомогою автоматики передбачено спеціальні пускові прилади, що забезпечують безпечно розпалювання котлів. Пускові прилади автоматики безпеки допускають подачу газу в газопровід перед робочими пальниками тільки при наявності в топці полум'я запалюваль-



ного пальника і при умові, що крани перед робочими пальниками і на скиді в атмосферу закриті. Автоматика безпеки здійснює контроль за процесом горіння і нагрівання води у котлі. У випадку порушення нормальної роботи котла і його параметрів, контролюючі прилади діють на запобіжну систему і відключають подачу газу до котла.

Перед пуском котла в роботу прилади автоматики мають бути перевірені і відрегульовані за заданим режимом.

До арматури котельних установок належать водовказівні прилади, за допомогою яких контролюється рівень води у котлі. Водовказівні прилади діють за законом рівності рівнів рідин в сполучених посудинах.

Водовказівні прилади безпосередньо приєднуються до котла за допомогою верхньої і нижньої труб, включених в паровий і водяний простір.

На кожному водовказівному приладі проти допустимого нижнього рівня води у котлі встановлюється покажчик з написом «Нижній рівень води». Цей рівень має бути на 50 мм нижче нормального рівня і не менше ніж на 25 мм вище нижньої видимої кромки скельця.

Аналогічний покажчик «Вищий рівень води» у котлі встановлюється на 50 мм вище нормального рівня в котлі і не менше ніж на 25 мм нижче верхньої видимої кромки скельця.

У відповідності до вимог безпеки на всіх котлах паропроductивністю 2 т/год. і вище, крім водовказівних приладів, мають встановлюватися автоматичні звукові і світлові сигналізатори верхнього і нижнього рівнів води.

Парові котли обладнують приладами безпеки, які автоматично припиняють подачу теплоти до котла при низькому чи високому рівні води або при високому тиску пари.

### Безпека при експлуатації котельних установок

У наш час існує велика кількість різноманітних типів і конструкцій парових і водогрійних котлів, які широко використовуються в різних галузях промисловості.

Паровий котел — це установка, що має топку, яка обігривається паливом і призначається для отримання пари з тиском вище атмосферного, що використовується поза самою установкою.

Водогрійний котел — це установка, що має топку. Топка обігривається паливом і призначається для нагрівання води, що знаходиться під тиском вище атмосферного і використовується як теплоносієм поза самою установкою.

Вимоги до безпечної експлуатації посудин, що працюють з тиском вище атмосферного визначені, Правилами влаштування і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів. Ці правила розповсюджуються на парові котли, що працюють під тиском 0,07 МПа, водогрійні котли з температурою води більше 115 °С.

Найбільше розповсюдження отримали вертикально-водотрубні котли, у яких кип'ятильні труби розташовуються або вертикально, або під великим кутом (біля 50 °С) до лінії горизонту.

Поверхні нагріву котла, розташовані в топці, що сприймають тепло випромінюванням, прийнято називати радіаційними поверхнями нагріву; всі інші поверхні, в яких переважає теплообмін через стискання гарячих газів з поверхнями нагріву, — конвективними поверхнями нагрівання.

Кожний паровий котел характеризується трьома основними показниками (параметрами): паропроductивністю, тиском і температурою перегрітої пари при заданій температурі води, яка живить котел, а водогрійний котел — теплопроductивністю і температурою гарячої води.

Продуктивність парового котла вимірюється в тонах пари за годину (т/год), а водогрійного котла — в мільйон кілокалорій за годину (м · ккал/год) або в мільярдах калорій (гігакалорій) за годину (Гкал/год).

Номинальною паротеплопроductивністю котла називається найбільша паротеплопроductивність, яку котел має забезпечити в тривалій експлуатації при номінальних величинах параметрів пари і води, якою живиться.



Усі котли з природною циркуляцією заповнюються водою до відповідного рівня. При цьому об'єм, заповнений водою, називають водяним простором, а об'єм, що лежить вище рівня води, — паровим простором.

Поверхня води в котлі називається дзеркалом випаровування. Лінія дотику обмуровки з обігріваною частиною котла називається вогневою лінією. Щоб уникнути перегрівання металу котла, найнижчий рівень води в котлі має знаходитись на 100 мм вище вогневої лінії.

Обмуровка котельного агрегату має виконуватися з матеріалу, що має невелику теплопровідність і володіє достатньою механічною міцністю і температуростійкістю. Конструкція обмуровки вибирається таким чином, щоб температура зовнішньої поверхні її в області топки і всього котлоагрегату не перевищувала проектної при температурі зовнішнього повітря 25 °С. Крім цього, обмуровка має забезпечувати достатню щільність, щоб уникнути всмоктування повітря в топку і газоходи.

Вибір того або іншого типу обмуровки залежить від паропродуктивності котла, його габаритів і конструкції, від системи топочного пристрою та ін. Для котлів невеликої продуктивності застосовується проста обмуровка з червоної цегли, облицьованої в зонах високих температур (вище 700 °С) вогнетривкою шамотною цеглою.

Парові або водогрійні котли дозволяється встановлювати в окремих будівлях або приміщеннях, що прилягають до виробничих, але відокремлених від них капітальною вогнетривкою стіною з межею вогнестійкості не менше 4 г (брандмауером). Приміщення котельні повинно мати висоту не менше 3,2 м. Відстань від стіни до фронту котлів, які опалюються твердим паливом, має становити не менше 3 м, а тих, що опалюються рідким паливом і газом — 2 м.

Ширина проходів між котлами або між котлом і стіною приміщення допускається не менше 1 м, а між окремими частинами будівлі, які виступають, драбинами, робочими площадками — не менше 80 см.



У приміщенні котельні площею до 200 м<sup>2</sup> обладнують одні вхідні двері, а площею понад 200 м<sup>2</sup> — двоє дверей, які мають відкриватися назовні та бути розміщені з протилежних боків приміщення.

Виходи з приміщення котельні назовні (крім запасних) слід обладнувати тамбурами для затримання холодного повітря.

Температура повітря в приміщенні котельні зимою не повинна бути нижчою ніж +12 °С, а влітку — не більше ніж на 5 °С нижче температури зовнішнього повітря в затінку.

Для зручності і безпеки обслуговування котлів біля них влаштовують постійні драбини і площадки з вогнестійких матеріалів, які обладнують металевими перилами.

Приміщення котельні обладнують вентиляцією та протипожежним інвентарем, а на видному місці вивішують правила техніки безпеки та інструкцію з обслуговування.

Норма освітлення щитків, пультів управління має бути не менше 50 лк. Для штучного освітлення котельні використовується струм напругою не більше 36 В, якщо висота над підлогою лампи загального і місцевого освітлення нижче 2,5 м. Приміщення котельні повинно мати аварійне освітлення. Огляд і роботу всередині котла виконують при освітленні переносних електричних ламп напругою до 12 В.

Усі елементи котла і допоміжного обладнання з температурою стінок зовнішньої поверхні понад 45 °С, розташовані в місцях, доступних для обслуговуючого персоналу, мають бути покриті тепловою ізоляцією, температура якої не повинна перевищувати 45 °С.

Рівень підлоги котельної має бути не нижчим від рівня території, прилеглої до приміщення котельні.

До котельні не допускаються особи, які не мають відношення до експлуатації котлів.

Кожний встановлений котел може бути допущений до роботи на підставі письмового розпорядження адміністрації підприємства після прийомки комісією від монтажної організації і при наявності дозволу інспектора Держнаглядохоронпраці.



### Реєстрація посудин та їх обслуговування

Адміністрація підприємства має забезпечувати утримання котлів у справному стані, а також повинно створити безпечні умови для їх роботи відповідно до Правил обслуговування, ремонту та нагляду за їх експлуатацією.

Власник, на балансі якого є водогрійні і парові котли, зобов'язаний зареєструвати їх в органах Держкомнаглядохоронпраці, якщо вони відповідають таким вимогам:

$$(t - 100) V \geq 5, \quad (3.3)$$

де  $t$  — температура насиченої пари при робочому тиску;  
 $V$  — водяний об'єм котла, м<sup>3</sup>.

Реєстрація котла здійснюється на підставі письмової заяви адміністрації підприємства — власника котла. До заяви додаються наступні документи:

- а) паспорт встановленої форми;
- б) посвідчення про якість монтажу;
- в) креслення приміщення котельні (план, поздовжній і поперечний розріз);
- г) справка про якість води.

Згадані документи, крім паспорта, підписуються керівником підприємства і подаються разом із паспортом. При відповідності документів вимогам Правил органи Держнаглядохоронпраці здійснюють реєстрацію котла з присвоєнням йому реєстраційного номера і повертають паспорт власнику котла.

Відмітка про реєстрацію посудин під тиском ставиться в паспорті. Перереєстрацію котла проводять після демонтажу і установки його на новому місці. На кожному котлі має бути табличка, де вказується:

- а) реєстраційний номер;
- б) дозволений робочий тиск;
- в) дата (рік, місяць) наступного внутрішнього огляду і гідравлічного випробування.



Надійність роботи котельного обладнання в значній мірі залежить від кваліфікації обслуговуючого персоналу. Персонал котельної має чітко знати і точно виконувати всі вимоги, наведені в Правилах технічної експлуатації. До обслуговування котлів допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичне обслуговування і мають посвідчення кваліфікаційної комісії про право керувати ними. Переатестація обслуговуючого персоналу котельної проводиться кожні 12 місяців.

Дозвіл на експлуатацію котельних установок надається після їх реєстрації та технічного Огляду. Технічне Огляд посудин проводиться перед запуском (первинне), періодично в процесі експлуатації (планове) і в необхідних випадках (позачергове).

Технічне Огляд посудин під тиском полягає у зовнішньому і внутрішньому огляді та гідравлічному випробуванні.

Мета первинного зовнішнього і внутрішнього огляду посудин полягає у тому, щоб визначити відповідність їх вимогам Правил, а при планових і позачергових оглядах визначають їх справність і можливість подальшої експлуатації.

Первинний зовнішній огляд котлів проводиться інспектором Держнаглядохоронпраці після їх монтажу і реєстрації.

Зовнішньому огляду підлягають усі зварні з'єднання. Зовнішній огляд проводиться, щоб виявити в них такі можливі дефекти:

- а) неперпендикулярність осей з'єднувальних елементів;
- б) зміщення кромок з'єднувальних елементів;
- в) відступи щодо розмірів і форми швів від вимог креслення;
- г) тріщини всіх видів і напрямків;
- д) напливи, подрізи, пропалини, незаварені кратери та ін. технологічні дефекти.

Поверхня зварного шва шириною не менше 20 мм в обидві сторони перед зовнішнім оглядом має бути добре очищена від забруднення.

Оцінка якості зварного з'єднання за результатом зовнішнього огляду повинна проводитись у відповідності з вимогами ГОСТу, Правил та Технічних умов на виготовлення зварних з'єднань. Якість зварних з'єднань вважається незадовільною, якщо в них виявлені внутрішні або зовнішні дефекти, що виходять за межі, встановлені нормами.



У зварних з'єднаннях елементів посудин під тиском не допускаються наступні дефекти:

- а) тріщини всіх видів і напрямків як у зоні шва, так і в основному металі;
- б) непровари у вершинах кутових і таврових зварних з'єднань і по перерізу зварного з'єднання;
- в) пори, розташовані у вигляді суцільної сітки, напливи, незаварені кратери, свищі, зміщення кромок та ін.

Після задовільних результатів зовнішнього і внутрішнього огляду проводиться гідравлічне випробування. Гідравлічне випробування котлів проводиться під тиском (табл. 3.2).

Під робочим тиском в котлі розуміють тиск пари або води на виході з котла.

Для гідравлічного випробування використовується вода з температурою не нижче 5 °С. Вимірювання тиску проводиться за двома перевіреними манометрами, один з яких має бути контрольним. Тиск має підніматись і знижуватись поступово. Час витримки котла під пробним тиском має бути не менше 5 хв.

Після зниження пробного тиску до робочого здійснюють ретельний огляд усіх зварних швів і прилеглих до них ділянок.

Котел вважається таким, що витримав гідравлічне випробування, якщо не виявлено:

- а) ознак розриву;
- б) течі, сльозин і потіння в зварних з'єднаннях і на металі;
- в) залишкової деформації.

Таблиця 3.2

Робочий тиск для випробування котлів

Найменування	Робочий тиск котла, $P$	Пробний тиск
Паровий котел	Не більше 5 кгс/см <sup>2</sup>	1,5 $p$ , але не більше 2 кгс/см <sup>2</sup>
Паровий котел	Понад 5 кгс/см <sup>2</sup>	1,25 $p$ , але не менше $p + 3$ кгс/см <sup>2</sup>
Водогрійний котел	незалежно	1,25 $p$ , але не менше $p + 3$ кгс/см <sup>2</sup>

Періодичне технічне Огляд зареєстрованих у місцевих органах нагляду котлів, що знаходяться в експлуатації, здійснюється інспектором нагляду в наступні терміни:

- а) внутрішній огляд — не рідше одного разу на 4 роки;
  - б) гідравлічне випробування — не рідше одного разу на 8 років.
- Перед гідравлічним випробуванням в обов'язковому порядку має здійснюватися внутрішній огляд.

Дострокове технічне Огляд котла здійснюється в таких випадках:

- а) якщо котел не експлуатувався більше одного року;
- б) якщо котел був демонтований і знову встановлений;
- в) якщо здійснювалася заміна елементів котла за допомогою зварювання;
- г) якщо здійснювалось випростання випучин і вм'ятин основних елементів котла;
- д) якщо за станом котла адміністрація підприємства або інспектор з органів нагляду вважають за необхідне зробити таке Огляд.

Якщо при технічному огляді котла не виявлено дефектів, які знижують його міцність, він допускається до експлуатації при номінальних параметрах.

Адміністрація підприємства на підставі Типової інструкції для персоналу котельної має розробити і затвердити у встановленому порядку виробничу інструкцію для персоналу котельні.

Відповідальним за безпечну експлуатацію котлів є завідувач котельні, а при відсутності такої одиниці в штаті наказом призначається особа з числа інженерно-технічних працівників. Така особа згідно з наказом є також відповідальною за справний стан і безпечну експлуатацію котлів, які не підлягають реєстрації в органах Держнаглядохоронпраці.

Обслуговуючий персонал котельної установки має вести змінний журнал для записування результатів перевірки котлів і котельного обладнання, водовказівних приладів, сигналізаторів граничних рівнів води, манометрів, запобіжних клапанів, живлячих приладів, засобів автоматики та ін. даних.



Змінна здача і приймання котлів має оформлюватися у цьому журналі підписами відповідальних за зміну осіб. Записи в журналі має щоденно перевіряти особа, яка відповідає за безпечну експлуатацію котлів, розписуючись у журналі.

Якщо в результаті Огляд подальшу експлуатацію котла буде заборонено або знизиться робочий тиск чи скоротиться термін наступного технічного випробовування, то в паспорті котла має бути зроблений відповідний мотивований запис.

Обслуговуючий персонал зобов'язаний в аварійних випадках негайно зупинити котел і повідомити про це завідувача котельні або особу, яка його заміщає.

Котел негайно зупиняють у такому випадку:

- а) якщо перестануть діяти понад 50 % запобіжних клапанів або пристроїв, які їх замінюють;
- б) якщо тиск піднявся вище дозволеного більше ніж на 10 % і продовжує зростати після припинення подачі палива;
- в) при витіканні води підживлення котла водою категорично забороняється;
- г) якщо рівень води знижується, незважаючи на його посилене живлення;
- д) якщо рівень води піднявся вище верхньої видимої кромки водовказівного приладу і продувкою котла не вдається знизити його;
- е) при припиненні дії всіх живлячих і водовказівних приладів;
- ж) якщо в основних елементах котла будуть виявлені тріщини, випучини та ін;
- з) при загазованості котельні або вибуху газів, припиненні подачі електроенергії, пошкодженні елементів котла і його обмуровки, які створюють небезпеку для обслуговуючого персоналу або загрожують руйнуванням котла.

При виникненні пожежі в котельній, що загрожує персоналу або котлу, негайно викликати пожежну охорону і приступити до гасіння пожежі.

Можливі причини аварійної зупинки котла мають бути вказані у виробничій інструкції і записані у змінному журналі.

Обслуговуючий персонал несе відповідальність за порушення інструкцій, які стосуються безпосередньо їх роботи і встановлені правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства та Кримінальним кодексом.

### 3.2.3. Безпека при експлуатації компресорних установок

Компресор — це машина для отримання стисненого повітря, що є енергетичним джерелом для приведення в дію багатьох технологічних процесів, пневматичних інструментів та механізації інших трудомістких видів робіт.

Компресія (від латинського compressio — стиснення) — стиснення повітря, газу або горючої паливно-повітряної суміші в циліндрах поршневих машин-компресорів або двигунах внутрішнього згорання та ін.

Компресорні установки бувають стаціонарні і пересувні. Поршневі компресори є основним типом машин для створення високого тиску (до 2000 кг/см<sup>2</sup>).

Пересувні компресорні установки бувають причіпні, переносні або такі, що монтуються на шасі автомобіля.

Стаціонарні компресорні станції являють собою централізовані установки, які подають стиснене повітря в цехи або обслуговують цілі групи підприємств.

Вимоги до безпечної експлуатації компресорних установок визначені Правилами влаштування і безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок повітряпроводів і газопроводів.

Компресорні станції мають три основні блоки: компресор з приводом і холодильником, ресівер (резервуар-повітрозбірник) та повітропроводи. Повітряні компресори продуктивністю понад 10 м<sup>3</sup>/хв обладнуються кінцевими холодильниками і вологомасловідокремлювачами.



До обладнання компресорних установок входять фільтри, призначені для очистки повітря від пилу і димових газів. Не дозволяється встановлювати компресорні станції в тих місцях, де до всмоктуемого повітря може потрапити пил, волога, газ або інша вибухонебезпечна суміш. Не дозволяється здійснювати збір повітря біля тепло-випромінюючих апаратів або відкритих джерел тепла. Забір повітря має відбуватися в зоні, яка захищена від сонячної радіації в незагазований і незапиленій стороні на висоті не менше 3 м від рівня землі. Повітря, що засмоктується компресором, повинно мати вологість не більше 60 %. Для конденсації водяних парів з метою відокремлення води зі стисненого повітря компресорні станції обладнуються проміжними і кінцевими холодильниками. Кінцеві холодильники ставляться у тому випадку, якщо на виході з компресора температура повітря становить більше 120 °С. У цьому випадку кінцевий холодильник знижує температуру повітря на виході до 60 °С.

Холодильне устаткування встановлюється на компресорних станціях при високократному стисненні повітря. На стінціях, де відбувається 4–6-кратне стиснення повітря, холодильники не встановлюються. Температура стисненого повітря на таких компресорах знижується шляхом водяного охолодження. З цією метою використовують чисту проточну воду. Водяні резервуари для охолодження забезпечуються вимірювальними приладами і вказівними поплавками.

У тих випадках, коли необхідно мати сильно осушене повітря, крім кінцевих холодильників компреси обладнують спеціальними осушувальними установками. Осушувальні установки працюють за методом виморожування вологи за допомогою аміачних холодильних установок. Такі установки розташовують в ізольованих від компресора приміщеннях.

До обладнання компресорної станції входить повітрязбірник або ресивер, призначення якого полягає у поглинанні поштовхів повітря, що надходить з компресора, тобто для вирівнювання пульсації тиску в трубопроводі.



У ресивері відбувається також охолодження повітря і відокремлення вологи і масла. При неправильній експлуатації ресивер може взорватися. Тому його встановлюють на фундамент поза будівлею компресорної установки, у тих місцях, де немає скупчення або руху людей. Краще ресивер встановити на північній стороні будівлі, щоб уникнути нагрівання його сонячним промінням.

Для кращого звільнення ресивера від води і масла повітря подають знизу, а відводять в розподільчу мережу зверху.

Воду і масло з ресивера видаляють не менше 2–3 разів за зміну. Чистять ресивер через лаз або люк один раз у 6 місяців.

Масло і вода, що виділяються з ресивера, мають відводитися у спеціально обладнані пристрої (збірники), щоб уникнути забруднення виробничих приміщень, стін будівлі і оточуючої території.

На ресивері встановлюють манометр, на циферблаті якого є червона риска, що відповідає найбільшому допустимому тиску, і запобіжний клапан, який відрегульований на тиск, що на 10 % перевищує робочий.

Перед пуском в експлуатацію ресивер випробовують під гідравлічним тиском, що має бути в 1,5 раза більшим від робочого.

Після монтажу компресорної установки повітропровід випробовують гідравлічним тиском, що в 2,5 раза перевищує робочий. Результати гідравлічних випробувань і оглядів заносять у спеціальну книгу, зареєстровану в органах Держнаглядохоронпраці.

Пересувні повітряно-компресорні станції тиском до 10 ат і продуктивністю до 15 м<sup>3</sup>/хв експлуатуються з дотриманням основних положень з безпечної експлуатації стаціонарних повітряних компресорів.

Ці станції в органах Держнаглядохоронпраці не реєструються, і відповідальність за безпечні умови праці на них несе відповідальна згідно з наказом особа.

У повітропровідну мережу стиснене повітря з компресорної установки має надходити по можливості сухим, тому що повітропроводи і ресивер під впливом вологи кородують, що різко знижує продуктивність компресора і викликає швидкий знос обладнання.



При транспортуванні стисненого повітря трубопроводами може виникати гідравлічний удар, а в зимовий час волога, що випадає з повітря, може замерзати на внутрішніх поверхнях труб і призводити до їх розривання. Для відводу конденсату на повітропроводах у зручних для продувки місцях встановлюють маслотовологовідокремлювачі з дренажним пристроєм.

### Основні причини аварій при експлуатації компресорних установок

При експлуатації компресорних установок найбільшу небезпеку викликає вибух в циліндрах, повітрозбірниках або повітропроводах. Вибух може статися внаслідок різних причин, основними з яких є:

- збільшення тиску повітря вище допустимого;
- перегрівання стінок циліндра компресора внаслідок значного підвищення температури стисненого повітря;
- неправильна робота системи змащування і низька якість мастила;
- неправильний монтаж, обслуговування і утримання установки;
- забір запиленого повітря;
- накопичення нагару, відкладання окислів заліза в холодних частинах системи;
- самоспалахування газо-повітряної суміші;
- виникнення зарядів статичного струму на корпусі при інтенсивному витрачанні стисненого повітря;
- несправність контрольного манометра, запобіжних клапанів та інших приладів безпеки.

Однією з основних причин вибухів компресора є підвищення розрахункового тиску і температури, що призводить до зміни структури металу і порушення його механічної міцності, а відтак і до вибуху.

При адіабатичному стисненні повітря в компресорі збільшується температура стисненого повітря, яку можна визначити за формулою:



$$T_2 = \frac{T_1 \cdot P_2 (m-1)}{P_1 \cdot m}, \quad (3.4)$$

де  $T_1, T_2$  — температура повітря до і після стиснення, °С;  
 $P_1, P_2$  — тиск повітря до і після стиснення, Па;  
 $m$  — показник адіабати ( $m = 1,2-1,4$ )

Цей процес протікає при перемінних величинах об'єму, тиску, температури і теплообміну.

Контроль і регулювання величини тиску стисненого повітря в компресорі здійснюється запобіжними клапанами, які встановлюються на всіх ступенях стиснення автоматичним регулятором тиску, що при збільшенні допустимого тиску переводить компресор на холостий хід.

Запобіжні клапани автоматично знижують тиск до нормального, випускаючи надлишок повітря в атмосферу. Кількість і пропускну спроможність запобіжних клапанів при робочому тиску від 3 до 60 ат приймають виходячи з того, щоб тиск повітря не перевищував робочий понад 15 %. Вони перевіряються під тиском щомісяця. Один раз в шість місяців опробовуються всі манометри контрольним манометром, а їх перевірка і опломбування — не менше одного разу на рік.

При адіабатичному процесі стиснення без охолодження температура повітря, підрахована за формулою 3.3, при тиску 1 кг/см<sup>2</sup> становить 86 °С, при 5 ат — 221, при 10 ат — 290, а при 50 ат — 563 °С, тобто температура стисненого повітря збільшується зі збільшенням тиску.

Отож при збільшенні тиску метал, з якого виготовлено компресор, нагрівається до вказаних вище температур, внаслідок чого початкова механічна міцність його знижується. При подальшому підвищенні тиску метал руйнується, внаслідок чого настає неминучий вибух компресора.





При тиску  $5 \text{ кг/см}^2$  температура металу досягає, як вказано вище,  $221 \text{ }^\circ\text{C}$ . При такій температурі компресорне мастило починає випаровуватись і окислюватись з утворенням нагару і вибухонебезпечної суміші, що може призвести до вибуху.

Крім цього, всмоктуване в компресор повітря навіть при незначному забрудненні також утворює вибухонебезпечну суміш.

Для запобігання вибуху від вказаних причин в компресорних станціях передбачають повітряне або водяне охолодження, про яке писалося вище, та використовують спеціальне компресорне мастило з температурою спалаху не нижче  $216 - 240 \text{ }^\circ\text{C}$  і температурою самоспалахнення понад  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура спалаху компресорного мастила має бути вищою за температуру стисненого повітря. Це обумовлюється тим, що при підвищенні тиску температура спалаху і самоспалахнення компресорного масла знижується. Тому повітря, яке виходить з компресора, має охолоджуватися до температури, яка на  $55-75 \text{ }^\circ\text{C}$  нижча за температуру спалаху компресорного масла.

Отже однією з причин аварій на компресорних установках є загоряння і вибух мастильних парів.

Компресорне масло при високій температурі частково випаровується, а при великому надлишку розпилюється у стисненому повітрі.

Концентрація парів компресорного мастила в повітрі від 6 до 11 % стає вибухонебезпечною, а при температурі  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  така суміш може вибухнути. З іншого боку, коли температура стисненого повітря підвищується, компресорне масло починає розкладатися і на установці відкладаються тверді продукти розпаду. Вони викликають місцеве перегрівання, що при русі повітря може стати причиною аварії і вибуху компресорної установки. Щоб в компресор не потрапило забруднене мастило, його заливають через фільтри, які один раз на 2 місяці підлягають очищенню.

Кожна партія компресорного мастила повинна мати паспорт-сертифікат з наданими в ньому даними про фізико-хімічні властивості мастила. Кожен компресор має паспорт, в якому вказується строго регламентована витрата мастила.



Перевезення і зберігання мастила здійснюється в спеціальних металевих закритих ємностях, на яких вказується «Чисте компресорне мастило».

Використання нечистого або низькосортного мастила призводить до відкладання на стінках компресора нагару у вигляді смоли, сажі і коксу. Таке відкладання збільшує тертя, призводить до заклинювання поршнів і поломки поршневої групи компресора. У компресорному мастилі не допускається будь-яка наявність бензину або гасу тому, що пари їх у суміші з повітрям утворюють високонебезпечні суміші. Компресори періодично очищують від твердих продуктів розкладання компресорних мастил.

Причиною вибуху і руйнування компресорної установки може стати несправність фільтра на всмоктувальному патрубку, внаслідок чого у циліндр може потрапити пил, який утворює вибухонебезпечну пило-повітряну суміш. До подавання повітря в порожнину циліндрів його необхідно очистити від пилу, бризок мастила, водяної пари, окалини та інших домішок. А коли ні, то в компресорі від тертя утворюються заряди статичного струму, причому довжина електричної іскри може досягати 20 мм.

Захист від дії статичного струму забезпечується заземленням корпусу компресора і повітропроводів. Повітропроводи приймають такого діаметру, щоб при тиску  $400-800 \text{ кПа}$  швидкість руху повітря не перевищувала  $15-20 \text{ м/с}$ .

Замірювання опору заземлюючих пристроїв виконується не менше одного разу на рік. Результати замірювань оформляються протоколом, а висновок заноситься до паспорту заземлюючого пристрою.

### Обслуговування компресорних установок

Відповідно до Правил та інших нормативних документів, що стосуються техніки безпеки, адміністрація підприємства має розробити інструкцію з безпечного обслуговування установки і вивісити її на робочому місці.



Усім робітникам, що обслуговують компресорні установки, під розписку видається інструкція з безпечних методів роботи.

До обслуговування компресорних установок допускаються особи не молодші 18 років, придатні до цієї роботи за станом здоров'я, які навчені за відповідною програмою і мають посвідчення на право експлуатації компресорних установок.

Знання обслуговуючого персоналу з питань технічної і пожежної безпеки обов'язкові при роботі на компресорній установці і мають перевірятися не менше одного разу на рік.

Перед пуском кожного компресора машиніст зобов'язаний оглянути установку, впевнитися в її справності, перевірити систему змащування і охолодження і здійснити пуск відповідно до інструкції.

При експлуатації компресорних установок ведуть щозмінний запис про витрату змащувального мастила. Витрату мастил для змащування циліндрів і сальників необхідно контролювати кожну зміну. Витрата мастил не повинна перевищувати вказану в заводській інструкції.

Запобіжні клапани компресорної установки, що працює під тиском до 12 кгс/см<sup>2</sup>, щодобово перевіряються примусовим відкриттям під тиском. Термін перевірки встановлюється технічним регламентом, але не менше одного разу в 6 місяців. Після закриття клапан має зберігати повну герметичність. Під час перерви в роботі, а також при виявленні будь-яких несправностей в компресорній установці, її необхідно зупинити.

Компресор негайно зупиняють у таких випадках:

- якщо манометри на будь-якому ступені компресора показують тиск, вищий від допустимого;
- якщо манометр системи змащування механізму руху показує тиск, нижчий від допустимого (нижня межа);
- при раптовому припиненні подачі води для охолодження;
- якщо відчутні стуки, удари в компресорі або двигуні або виявлені інші несправності, що можуть призвести до аварії;
- при температурі стисненого повітря вище гранично допустимої норми, встановленої паспортом і Правилами;



- при пожежі, наявності запахів горіння або диму з компресора або електродвигуна;
- при помітному збільшенні рівня вібрації компресора або електродвигуна.

При виявленні несправності навіть в одному з приладів компресорна установка не може бути допущена до роботи. Усувати несправності контрольно-вимірювальної апаратури дозволяється тільки в присутності особи, яка відповідає за безпечну експлуатацію компресорних установок.

Кожний запобіжний клапан компресорної установки повинен бути відрегульований і опломбований, мати пристрій для примусового відкриття під час роботи; натяжні гайки пружинних запобіжних клапанів також повинні бути заплomboвані. Вантаж важільних запобіжних клапанів після регулювання закріплюють, закривають металевими кожухами і опломбовують. Після регулювання запобіжних клапанів необхідно скласти акт.

Перед пуском компресора в роботу необхідно встановити продувочні крани холодильника і повітрязбірника, а також розподільчий вентиль в положення «Відкрито». Включивши двигун, перевірити роботу компресора на холостому ході, закрити спочатку розподільчий вентиль, а потім продувочні крани. Після цього за допомогою розподільчого вентиля або продувочних кранів відрегулювати робочий тиск повітря в повітрязбірнику (ресивері).

Після аварійної зупинки компресора пуск його в роботу дозволяється особою, яка за наказом несе повну відповідальність за безпечну експлуатацію.

Обслуговуючий персонал під час експлуатації компресорної установки має контролювати:

- а) тиск і температуру повітря після кожного ступеня стиснення та після холодильників;
- б) безперервність надходження в компресори і холодильники охолодженої води;
- в) тиск, температуру і рівень масла в системі змащування.



У журналі роботи має записуватись час пуску і зупинки компресора, причина зупинки, проведені періодичні перевірки запобіжних клапанів і манометрів, спуск конденсата і масла і т. ін. Журнал роботи перевіряється і підписується щодобово особою, яка відповідає за безпечну експлуатацію компресорної установки. Крім цього на кожну компресорну установку, що знаходиться в роботі, має бути заведена технічна документація у відповідності до Правил.

### 3.2.4. Безпека при експлуатації трубопроводів

Трубопроводи з'єднують між собою різноманітні технологічні апарати і машини. Особливо багато технологічних трубопроводів використовують у хімічній, нафтовій, нафтохімічній, газовій та інших суміжних галузях промисловості. У різних галузях промисловості широко експлуатуються трубопроводи пари і гарячої води.

Трубопроводи пари і гарячої води бувають діаметром від декількох сантиметрів до декількох метрів, маса їх також буває різноманітною.

Із всіх трубопроводів самими небезпечними є паропроводи, що відводять від котлів пар та трубопроводи, по яким під тиском подається вода. Аварії паропроводів і трубопроводів спричинюються низькою якістю метала, незадовільним виконанням монтажних робіт, зварних з'єднань, фланцевих кріплень та несправною арматурою.

Небезпеку чинять також гідравлічні удари, які відбуваються внаслідок конденсації насиченої пари і скупчення води в паропроводі при прогріванні його перед початком роботи.

Для запобігання гідравлічним ударам в паропроводах влаштовують дренажні пристрої, які являють собою відводні лінії з вентелями і відкритими лійками.

Безпечна експлуатація трубопроводів залежить від середовища, в якому вони працюють, від величини тиску і температури нагріву.

Для захисту обслуговуючого персоналу від опіків, а також для зменшення тепловтрат трубопроводи підлягають ізоляції. Трубопро-

води з гарячими теплоносіями при нагріванні їх до 250 °С азбестки-зильгуром; від 250 до 450 °С сумішшю азбесту (15–20 %) і магнезії (85–80 %).

Складність монтажу та експлуатації трубопроводів полягає в тому, що вони мають різноманітну конфігурацію, велику кількість різних і нерознімних з'єднань трубої арматури, багато різних фланців, трійників, переходів та заглушок.

Конструкція і геометричні розміри труб, патрубків, що зварюються на прямих ділянках трубопроводів, повинна відповідати вимогам галузевих стандартів, нормативів технічних умов.

Проект трубопроводів має передбачати можливість виконання всіх видів контролю, якого вимагають Правила улаштування і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води.

Вказані Правила визначають вимоги до улаштування, виготовлення, монтажу, експлуатації і Огляд трубопроводів, що транспортують водяний пар з робочим тиском понад 0,7 кгс/см<sup>2</sup> або гарячу воду з температурою понад 115 °С.

Усі трубопроводи, на які розповсюджуються ці Правила, поділяються на чотири категорії (табл. 3.3).

При визначенні категорії трубопровода робочими параметрами середовища, що транспортується, потрібно вважати:

- для паропроводів від котлів — тиск і температуру пари за їх номінальним значенням на виході з котла;
- для подаючих і зворотних трубопроводів водяних теплових мереж — найбільший тиск води на трасі і максимальну температуру води в подаючому трубопроводі.

Категорія трубопроводів визначається за робочими параметрами середовища, які відносяться до всього трубопроводу, незалежно від його довжини.

Якість і властивість матеріалів трубопроводів має відповідати вимогам стандартів і технічних умов, які завірені сертифікатами заводів-постачальників.



Таблиця 3.3

Категорія трубопроводів

Категорія трубопроводу	Найменування середовища	Робочі параметри середовища	
		Температура, °С	Тиск (надлишковий), кгс/смІ
1а	Перегріта пара	Понад 580	Не обмежено
1б	Перегріта пара	Від 540 до 580	Не обмежено
1в	Перегріта пара	Від 450 до 340	Не обмежено
1г	Перегріта пара	До 450	понад 39
1д	Гаряча вода, насичена пара	понад 115	понад 80
2а	Перегріта пара	від 350 до 450	до 39 включно
2б	Перегріта пара	до 350 включно	від 22 до 39
2в	Гаряча вода, насичена пара	понад 115	від 39 до 80 включно
3а	Перегріта пара	від 250 до 350 включно	до 22 включно
3б	Перегріта пара	до 250 включно	від 16 до 22
3в	Гаряча вода	понад 115	від 16 до 39
4а	Перегріта й насичена пара	від 115 до 250 включно	від 0,7 до 16 включно
4б	Гаряча вода	понад 115	до 16 включно

За вибір раціональної схеми трубопровода і його конструкцій, правильність розрахунків на міцність, вибір способу прокладки і системи дренажу відповідає організація, що розробляла проект трубопровода.

З'єднання елементів трубопроводів здійснюється шляхом зварювання. Використання фланцевого з'єднання допускається тільки для приєднання трубопроводів до арматури і обладнання, що має фланці.

Привід арматури трубопровода має відкриватися рухом маховика проти годинникової стрілки, а закриватися — за годинниковою стрілкою. Крім цього передбачається можливість закриття вентилів і засувок на ланцюги і замки. На шкалі покажчика відкривання арматури крайні положення помічають написами, що не стираються.

Трубопроводи, що працюють під тиском нижче тиску живлячого джерела, повинні мати пристрій з манометром і запобіжним клапаном, які встановлюються з боку меншого тиску.

Усі елементи трубопроводів з температурою зовнішньої поверхні стінки понад 45 °С, які доступні для обслуговуючого персоналу, покриваються тепловою ізоляцією, температура якої не має перевищувати 45 °С.

У стикових зварних з'єднаннях елементів трубопроводу з різною товщиною стінок має бути забезпечений плавний перехід від більшого перерізу до меншого. Кут нахилу поверхонь не повинен перевищувати 15 °С.

Для поперечних стикових зварних з'єднань відстань між осями сусідніх зварних швів на прямій ділянці трубопроводу має становити не менше трикратної товщини стінки труб чи елементів, але не менше 100 мм, а для трубопроводів 4-ї категорії — не менше 50 мм.

При виготовленні трубопроводів зварювання елементів, призначених для роботи під тиском, здійснюють за температури навколишнього середовища не нижче 0 °С. Підчас монтажу допускається зварювання трубопроводів за від'ємних температур до -20 °С.

#### Вимоги до прокладання трубопроводів

Монтаж трубопроводів, як правило, здійснюється окремими вузлами. Вузлом вважається частина лінії трубопровода, що виготовлена окремо і доставлена на місце монтажу. Вузли бувають плоскі та просторові. Перед монтажем декілька вузлів можна збільшувати у блоки. Перед збіркою в блоки всі елементи і деталі трубопроводів ретельно очищають, а ті, що стикаються з атмосферою закривають заглушками.



Трубопроводи збираються за монтажними кресленнями і аксонометричними схемами.

Перед початком монтажу виконують наступні роботи: приймають вузли для монтажу, обладнання під монтаж трубопроводів; перевіряють чи відповідає кресленням розташування, тип і розміри з'єднувальних штуцерів на обладнанні; комплектують лінії трубопроводів вузлами, елементами і деталями, арматурою і допоміжними матеріалами; влаштовують площадки для зборки.

При монтажі трубопроводів великого діаметру на них попередньо встановлюють всю арматуру і площадки для обслуговування.

Арматура розташовується в місцях, зручних для обслуговування і ремонту; при необхідності встановлюють драбини і площадки. Чавунна арматура має бути захищеною від згинаючих напруг. Засувки і вентиля, які вимагають для відкриття великих зусиль, мають забезпечуватися механічним або електричним приводом.

Трубопроводи, а також несучі металеві конструкції надійно захищають від корозії.

Прокладка трубопроводів буває підземною, надземною і безканальною.

Підземна прокладка трубопроводів 1-ї категорії сумісно з продуктопроводами забороняється. При підземній прокладці трубопроводів 2, 3 і 4-ї категорій допускається прокладка інших трубопроводів (нафтопроводів, повітропроводів та ін.) за винятком трубопроводів з хімічно агресивними отруйними і легкозаймистими летючими речовинами.

При надземному прокладанні трубопроводів на естакадах або окремо стоячих опорах дозволяється сумісне прокладання трубопроводів усіх категорій різного призначення, за винятком прокладання в галереях естакадного типу, а також випадків, коли це йде всупереч вимогам інших правил безпеки.

При повітряному прокладанні трубопроводів через вулиці і дороги висота розташування трубопроводів від рівня дороги до поверхні ізоляції має бути не менше 4500 мм. При прокладанні через залізнич-



ні колії відстань від головки рельса до поверхні ізоляції має бути не менше 6400 мм, а не електрифікованих дорогах — не менше 7000 мм.

При прокладанні трубопроводів у прохідних тунелях (колекторах) висота камер обслуговування має становити не менше 2 м, а ширина проходу між ізольованими трубопроводами — не менше 0,6 м. У місцях розташування запірної арматури (обладнання) ширина тунелю має бути достатньою для зручного їх обслуговування. При прокладанні декількох трубопроводів їх взаємне розташування має забезпечувати зручне проведення ремонтних робіт або заміну окремих елементів трубопроводу.

Камери для обслуговування підземних трубопроводів 1, 2 і 3-ї категорій повинні мати не менше 2 люків з драбинами або скобами. У камерах трубопроводів 4-ї категорії дозволяється влаштування одного люка. Відстань між люками має бути не більше 300 м, а при прокладанні в тунелях і продуктопроводах — не більше 50 м.

Горизонтальні ділянки паропроводів прокладають так, щоб вони мали нахил не менше 0,002 з улаштуванням дренажу.

Усі роботи з монтажу трубопроводів і їх елементів здійснюються за технологією спеціалізованої монтажної організації до початку відповідних робіт. Технологія і якість робіт мають забезпечувати високу експлуатаційну надійність трубопроводів. Відповідальність за якість монтажу трубопроводу і його відповідність Правилам несе монтажна організація.

### Гідравлічне випробування трубопроводів

З метою перевірки міцності і щільності трубопроводів та їх елементів, а також всіх зварних та інших з'єднань здійснюється гідравлічне випробування.

Гідравлічному випробуванню підлягають:

- а) всі елементи і деталі трубопроводів;
- б) блоки трубопроводів;
- в) трубопроводи всіх категорій із всіма їх елементами і арматурою після закінчення монтажу.



Гідравлічне випробування блоків елементів і деталей трубопроводів не є обов'язковим, якщо вони при виготовленні були перевірені методом дефектоскопії (ультразвуком або просвічуванням) по всій довжині.

Гідравлічне випробування окремих і збірних елементів сумісно з трубопроводом допускається тоді, коли вони при виготовленні не випробувалися. Трубопроводи, їх блоки і окремі елементи підлягають гідравлічному випробуванню пробним тиском, який перевищує робочий тиск на 1,25.

Арматура і фасонні деталі трубопроводів підлягають гідравлічному випробуванню пробним тиском відповідно до ГОСТу. Гідравлічне випробування трубопроводів проводять при позитивних температурах оточуючого середовища. У виняткових випадках таке випробування може бути допущене при від'ємних температурах повітря, якщо будуть вжиті заходи, що виключають можливість замерзання рідини.

Для гідравлічного випробування використовується вода з температурою не нижче + 5 °С. Вимірювання тиску здійснюється двома перевіреними манометрами, один з яких має бути контрольним. Тиск при гідравлічному випробуванні має підніматися і опускатися поступово. Час витримки трубопровода і його елементів під пробним тиском має бути не менше 5 хв. Після зниження пробного тиску до робочого здійснюють ретельний огляд трубопровода по всій його довжині.

Трубопровід і його елементи вважаються такими, що витримали гідравлічне випробування, якщо не виявлено:

- а) ознак розриву;
- б) течії сльозин і потіння у зварних з'єднаннях і в основному металі;
- в) видимих залишкових деформацій.

При гідравлічному випробуванні паропроводів, що працюють з тиском 100 кгс/см<sup>2</sup> і вище, температура їх стінок має бути не меншою за +10 °С.

Дефекти, що виявлені в процесі монтажу і гідравлічного випробування, повинні бути усунені, після чого здійснюють контроль відремонтованих ділянок.

Методи усунення дефектів і порядок контролю відремонтованих ділянок встановлюються технічними умовами на виготовлення, спеціальними інструкціями заводу-постачальника або монтажної організації.

### Дозвіл на експлуатацію

Власником трубопровода вважається підприємство, на балансі якого знаходиться трубопровід.

На всі трубопроводи, експлуатація яких здійснюється відповідно до Правил, складаються паспорти установленної форми.

Трубопроводи 1-ї категорії з умовним проходом понад 70 мм, а також трубопроводи 2 і 3-ї категорій умовним проходом понад 100 мм мають бути до пуску в роботу зареєстровані в місцевих органах Держнаглядохоронпраці. Інші трубопроводи, на які розповсюджуються Правила, підлягають реєстрації на підприємстві, що є власником трубопровода.

Реєстрація в місцевих органах Держнаглядохоронпраці здійснюється на підставі письмової заяви власника з поданням наступних документів:

- паспорта на трубопровід встановленого зразка;
- схеми трубопровода з визначенням даних про діаметр і товщину труб, розташування арматури та інших пристроїв;
- посвідчення про якість виготовлення і монтажу трубопровода;
- акта прийомки в експлуатацію трубопровода власником від монтажної організації.

Органи нагляду при відповідності документації ставлять в паспорт трубопровода штамп про реєстрацію і повертають її власнику трубопровода.

При відмові у реєстрації трубопровода власнику у письмовій формі повідомляють причини відмови з посиланням на відповідну статтю Правил.



Після реєстрації трубопроводів дозвіл на їх експлуатацію видають органи Держнагляду, а на ті трубопроводи, що не реєструються в органах нагляду дозвіл видає особа, відповідальна за їх справний стан і безпечну експлуатацію на підставі перевірки документації і результатів проведеного нею Огляд.

Дозвіл на експлуатацію зареєстрованих трубопроводів записується в паспорт інспектором Держнаглядохоронпраці, а в ті, що не реєструються, запис в паспорті робить відповідальна особа.

У процесі експлуатації трубопроводи, на які розповсюджуються Правила, підлягають технічному опосвідченню, зовнішньому огляду і гідравлічному випробуванню.

Зареєстровані в органах нагляду трубопроводи підлягають технічному опосвідченню в такі строки:

- а) зовнішньому огляду і гідравлічному випробуванню — перед пуском змонтованого трубопровода в експлуатацію;
- б) зовнішньому огляду — не рідше одного разу на 3 роки;
- в) зовнішньому огляду і гідравлічному випробуванню — після ремонту з використанням зварювання, або перед пуском трубопровода, який знаходився в стані консервації понад 2 роки.

Зовнішній огляд трубопроводів, прокладених відкритим способом або в проходних каналах, може проводитись без зняття ізоляції. Зовнішній огляд трубопроводів, прокладених під землею, проводиться після відкопування окремих ділянок та знімання ізоляції через кожні 2 км довжини трубопровода.

Результати технічного Огляд і висновок про можливість експлуатації трубопровода записуються в паспорт з визначенням терміну наступного Огляд.

Якщо в процесі Огляд трубопровода буде встановлено, що він знаходиться в аварійному стані або має серйозні дефекти, що викликають сумнів у його міцності, то подальша його експлуатація забороняється, а в паспорті робиться відповідний мотивований запис.

Адміністрація підприємства несе відповідальність за справний стан і безпечну експлуатацію трубопроводів. Власник трубопровода

має забезпечувати належну організацію обслуговування, ремонту і нагляду в повній відповідності з вимогами Правил.

З числа ІТР наказом призначається особа, що відповідає за справний стан і безпечну експлуатацію трубопровода. Призначена особа підлягає періодичній перевірці знань щодо експлуатації трубопровода не рідше одного разу в три роки.

До обслуговування трубопроводів допускаються особи не молодші 18 років, що навчені за відповідною програмою і мають посвідчення. Повторна перевірка знань персоналу, який обслуговує трубопровід, проводиться не рідше одного разу на 12 місяців.

Ремонтні роботи в каналах і камерах трубопроводів виконуються тільки за наявності наряду-допуску.

Для запобігання аваріям паропроводів, що працюють при температурах, які викликають текучість металу, власник зобов'язаний встановити систематичний нагляд за ростом залишкових деформацій. Це стосується паропроводів з вуглецевої і молібденової сталі, що працюють при температурі 450 °С і вище, із хроммолібденової сталі — при температурі 500 °С і вище і із високолегірованої термостійкої сталі — при температурі пари 540 °С і вище.

Трубопроводи пари і гарячої води повинні фарбуватися по всій довжині відповідно до вказівок, наведених у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Забарвлення трубопроводів і написи на них

Найменування теплоносія	Умовні позначки	Забарвлення	
		Основний	Кільця
Перегріта пара до 39 кгс/см <sup>2</sup>	П.п. З. т.	червоний	-
Перегріта пара від 39 до 140 кгс/см <sup>2</sup>	П.п. в.д.	червоний	чорний
Перегріта пара понад 140 кгс/см <sup>2</sup>	П.п.З. в.д.	обшивка листовим металом	червоний
Пара проміжного перегріву	П. пр	червоний	голубий
Насичена пара	П.п.	червоний	жовтий



### Закінчення таблиці 3.4

Найменування теплоносія	Умовні позначки	Забарвлення	
		Основний	Кільця
Відбірна пара	П.в.	червоний	зелений
Конденсат	В.к.	зелений	без кілець
Хімічно очищена вода	В.к.	зелений	білий
Дренаж і продувка	В.д.	зелений	червоний
Технічна вода	В.т.	чорний	-
Пожежний водопровід	В.пож.	оранжевий	-
Теплофікаційна водяна мережа:			
- пряма	П.м.	зелений	жовтий
- зворотна	З.м.	зелений	коричневий

Крім пофарбування на трубопроводи наносяться кольорові кільця, розміри яких наведені в табл. 3.5.

На кожному трубопроводі після його реєстрації на спеціальних табличках наносять такі дані: реєстраційний номер, дозволений тиск, температура середовища і дата наступних зовнішнього і внутрішнього оглядів.

Таблиця 3.5  
Розмір кілець

Ширина кольорового кільця, мм	50	70	100
Зовнішній діаметр трубопровода або ізоляції, мм	До 150	150-300	Понад 300

### 3.2.5. Безпека при експлуатації балонів

У багатьох галузях виробництва здійснюється газополум'яна обробка металів з використанням ацетилену, кисню та інших газів.

Для зберігання, транспортування і споживання цих газів використовуються балони.

Балони — це закриті металеві посудини різних ємностей, що працюють під тиском. Вони виготовляються з тих же матеріалів, що і конструкції котлів. Для газів, що знаходяться під тиском до 30 ат, використовуються зварні балони з п'ятикратним запасом міцності, а при тиску понад 30 ат безшовні конструкції з трикратним запасом міцності.

Стійкість балонів у вертикальному положенні досягається за допомогою сталюого башмака, впресованого у нижню частину конструкції у гарячому стані.

Вибух балонів супроводжується потужною вибуховою хвилею від миттєвого розширення газу, яка розносить осколки на відстань радіусом понад 150 м. Особливо небезпечним є вибух балона з горючим газом, який супроводжується пожежею.

Причиною вибухів балонів може бути: переповнення їх рідиною для зріджених газів, підвищення тиску в балонах, нагрівання або переохолодження, потрапляння в балон жирових речовин, накопичення в них металевих часток, тривале зберігання газу без використання, помилкове заповнення балона іншим газом, а також неправильна експлуатація.

Для запобігання неправильному використанню балонів штуцера запірного вентиля мають неоднакову різьбу: для кисневих балонів і балонів з інертними газами — праву, для горючих газів — ліву.

Крім того введено чітке маркування корпусів балонів для запобігання неправильному наповненню іншим газом. Корпуси балонів фарбуються різними кольорами, залежно від їх призначення. Зовнішня поверхня балона фарбується відповідно до даних, наведених у табл. 3.6.

Написи на балонах наносять по периметру не менше 1/3 периметру, а смуги — по всьому периметру шириною 25 мм.





Таблиця 3.6  
Пофарбування балонів

Найменування газу	Колір балона	Текст напису	Колір напису
Азот	Чорний	Азот	Жовтий
Ацетилен	Білий	Ацетилен	Червоний
Водень	Темно-зелений	Водень	Червоний
Повітря	Чорний	Стиснене повітря	Білий
Кисень	Голубий	Кисень	Чорний
Всі інші горючі гази	Червоний	Найменування газу	Білий
Всі інші негорючі гази	Чорний	Те ж	Жовтий

На верхній сферичній частині кожного балона наносяться шляхом клейміння такі дані:

- товарний знак заводу, номер і об'єм балона, л;
- фактична маса порожнього балона;
- дата виготовлення і рік наступного Огляду
- робочий тиск  $p$ , кгс/см<sup>2</sup>; пробний гідравлічний тиск  $P$ , кгс/см<sup>2</sup>.

Місце на балоні, де вибито паспортні дані, покривається безбарвним лаком і обводиться помітною фарбою у вигляді рамки.

Особливу небезпеку для балонів становить їх падіння або удар в умовах низьких температур близько 30–40 °С, оскільки за таких умов дуже сильно знижується ударна в'язкість металу і настає явище холодоламкості.

Граничний робочий тиск в балоні приймається для стиснених газів при температурі + 20 °С, а для зріджених газів + 50 °С. Якщо температура балонів буде збільшуватися, тоді тиск всередині його може перевищувати допустиме значення, що призведе до неминучого вибуху. При збільшенні температури газу всього на 1 °С, тиск всередині балону збільшується на 0,5 ат. Враховуючи таке об'ємне розширення газів у балоні, не дозволяється їх переповнення.

Практично нормований незаповнений об'єм має становити 10 % від об'єму балона.

Зберігання балонів має виключати можливість їх нагрівання сонячними променями або іншими джерелами тепла. У приміщеннях балони з газом встановлюють на відстані не менше 1 м від радіаторів опалення і не менше 5 м — від джерел тепла з відкритим полум'ям.

За високих температур ударна в'язкість металу не знижується, однак удари балонів о тверді предмети при транспортуванні за таких умов також можуть призводити до вибуху.

При швидкому відкриванні вентиля на горловині балона різко підвищується температура газу всередині вентиля внаслідок підвищення тиску. Для деяких газів таке підвищення температури у вентилі призводить до спалахування, тому що в балоні і вентилі завжди знаходиться іржа, окалина від зносу різьби вентиля. При пошкодженні різьби на вентилі або балоні може статися виривання вентиля з горловини тиском газу, а забруднення горловини кисневих балонів маслом або жиром може викликати займання їх в результаті активного окислення при виході кисню з балону.

Пластмасові ущільнювачі вентиля в кисневому середовищі можуть спалахувати. До того ж деякі пластмаси електризуються, внаслідок чого виникає електростатичний іскровий розряд, який призводить до спалахування кисню. Електростатичний заряд може виникати також при швидкому витіканні кисню.

Зберігання ацетиленових балонів дуже небезпечно тому, що вони чутливі до різноманітних імпульсів. Для запобігання самочинного вибуху ацетиленові балони заповнюють пористою масою, просоченою ацетоном. За якість пористої маси (деревне активоване вугілля) і за правильність заповнення балонів несе відповідальність завод, який наповнював балони пористою масою. У 1 л ацетону розчиняється 23 л ацетилену при тиску 1 кгс/см<sup>2</sup>, а з підвищенням тиску кількість розчиненого ацетилену пропорційно зростає.

При наявності пористої маси вибухове розкладання ацетилену не розповсюджується по всьому балону, бо молекули ацетону роз'єднують молекули ацетилену. Балони заповнюють розчиненим ацетиленом на 90 %. При підвищенні температури до 50 °С допускається збільшен-



ня його об'єму без небезпечного зростання тиску в балоні. Якщо зрідженим газом буде заповнений весь об'єм балона, тоді з підвищенням температури може значно підвищуватись допустимий тиск.

Тому з метою запобігання вибухів балони зі зрідженим газом завжди заповнюються не повністю.

### Огляд балонів

Перевірка якості і огляд балонів здійснюється відповідно до вимог ГОСТів на балони і технічних умов на їх виготовлення.

Огляд балонів, крім ацетиленових, включає: огляд внутрішньої і зовнішньої поверхні, перевірку маси і об'єму, гідравлічне випробування.

Огляд балонів здійснюють з метою виявлення на стінках корозії, тріщин, вм'ятин та інших пошкоджень для визначення придатності їх до подальшої експлуатації.

Перед оглядом балони очищують і промивають водою, в деяких випадках розчинником або засобами дегазації.

Балони, на яких при огляді зовнішньої і внутрішньої поверхні виявлено тріщини, вм'ятини, раковини, надриви, вищерблення, знос різьби горловини, а також на яких відсутні деякі паспортні дані, повинні выбраковуватись.

Об'єм балона визначають за різницею між масою балона, наповненого водою, і масою порожнього балона.

При втраті в масі 10–15 % або при збільшенні об'єму в межах 2–2,5 % балони переводяться на тиск, зменшений проти встановленого не менше ніж на 50 %. При втраті в масі понад 20 % або збільшенні об'єму понад 3 % балони бракують.

Усі балони, крім ацетиленових, при періодичних Оглядах підлягають гідравлічному випробуванню пробним тиском, що в 1,5 раз перевищує робочий тиск.

Балони для ацетилену випробовуються стисненим азотом під тиском 35 кгс/см<sup>2</sup> без видалення пористої маси. Стан пористої маси в балонах перевіряється на заводах не рідше ніж через 24 місяці.

Терміни випробувань балонів залежать від ступеня небезпечності газів. За ступенем безпеки і токсичності всі гази поділяють на такі групи:

- а) горючі і вибухонебезпечні;
- б) інертні і негорючі;
- в) такі, що підтримують горіння;
- г) отруйні.

Періодичність огляду балонів для хлору, фосгену, сірководню, сірчаного газу становить 2 роки, для інертних газів — 5 років.

Результати огляду балонів заносять в журнал випробувань за підписом особи, яка здійснювала огляд. При задовільних результатах балони продовжують експлуатувати.

Відповідно до Правил, забороняється наповнювати газом балони, у яких:

- а) закінчився термін періодичного огляду;
- б) несправні вентиля або відсутні встановлені клейма;
- в) пошкоджений корпус (тріщини, корозія, зміна форми);
- г) забарвлення і написи не відповідають Правилам.

Балони з газом повинні зберігатися на складах окремо відповідно до груп безпеки. Балони з отруйними газами необхідно зберігати в спеціальних закритих приміщеннях, влаштування яких регламентується відповідними нормами і положеннями. Балони з іншими газами можуть зберігатися як в спеціальних приміщеннях, так і на відкритому повітрі, захищені при цьому від атмосферних опадів і сонячних променів. Заборонено зберігати в одному приміщенні балони з киснем і балони з горючим газом.

Балони з газами зберігають у вертикальному положенні, закріплюючи їх біля стіни хомутами.

Перевезення наповнених газом балонів здійснюють в горизонтальному положенні обов'язково з прокладками між балонами. Для прокладання використовують дерев'яні бруски з вирізаними для балонів гніздами, а також шнурові або гумові кільця товщиною не менше 25 мм (по два кільця на балон) або інші прокладки, що захища-



ють балони від ударів один об другий. Усі балони при транспортуванні мають укладатися вентилями в один бік.

Під час навантаження, розвантаження, транспортування і зберігання балонів вживаються заходи для запобігання падінню, пошкодженню і забрудненню балонів.

Стандартні балони об'ємом 12 л транспортуються і зберігаються з навернутими ковпаками.

Ковпаки мають отвори для запобігання утворенню під ними надлишкового тиску при витіканні газу з-під вентиля. Відсутність такого отвору викликала б відрив ковпака на останніх витках різьби при відкручуванні, що призводило б до травмування людей.

Основним пристроєм, який забезпечує безпеку при користуванні балонами зі стисненими газами є редуктор. Редуктор знижує тиск стисненого газу до робочого. За принципом дії редуктори поділяються на редуктори прямої дії, коли газ, діючи на клапан редуктора, намагається відкрити його, і зворотної дії, коли газ, діючи на клапан, намагається закрити його. За кількістю камер редуктори бувають одно- і двокамерні. Двокамерні редуктори забезпечують більшу постійність робочого тиску, ніж однокамерні. Їх використовують при великих витратах газу. Редуктор використовується тільки для того газу, для якого він призначений, і має пофарбування, яке позначає цей газ.

Приєднання балонів з газом до споживачів цього газу здійснюється за допомогою шлангів, виготовлених з вулканізованої гуми з льняною прокладкою.

У зимовий час, внаслідок потрапляння в кисневий редуктор парів води, він може не відкриватися. Відігрівають редуктор чистою, не замащеною маслом або жиром ганчіркою, змоченою гарячою водою. Забороняється відігрівати редуктори відкритим полум'ям.

Посадові особи, інженерно-технічні робітники і працівники, зайняті проектуванням, виготовленням, монтажем, експлуатацією, ремонтом балонів, зобов'язані виконувати вимоги Правил безпеки при роботі з посудинами, що працюють під тиском.



Посадові особи і працівники, винні в порушенні Правил, несуть відповідальність незалежно від того, чи привели ці порушення до аварії або нещасних випадків з людьми, в порядку, встановленому чинним законодавством.

### 3.2.6. Безпека при експлуатації криогенної техніки

Технічне використання низьких температур тривалий час обмежувалося незначною кількістю технологічних процесів. Їх використовували переважно для виробництва кисню, азоту, гелію, вилучення водню і вуглецю з промислових газів та ін. Наприкінці ХХ ст. використання низьких температур значно розширилось — виробництво холоду необхідне для створення сильних магнітних полів, для охолодження електронних і радіотехнічних пристроїв, космічних польотів та ін. У зв'язку з цим область криогенної техніки, яка використовує температури нижче 80 °К, значно розширилась.

При використанні криогенних систем виникає небезпека спалахування криогенних речовин і вибуху криогенного обладнання внаслідок спалахування або через використання газів при високому тиску.

При дуже низьких температурах криогенних систем речовини можуть знаходитися не тільки в газоподібному але і в рідкому (і в твердому) стані. Характер небезпеки в різних частинах цих систем може бути різним і змінюватися в часі залежно від складу суміші пального — окислювач — розбавлювач. Причина такого явища полягає в тому, що суспензії рідин і твердих частин в рідинах або газах можуть бути цілком однорідними за складом в різних його частинах. Таким чином, вибухонебезпека систем пального — окислювач залежить від фазової рівноваги, відносної щільності і відносної летючості компонентів різних фаз.

Існує деяка критична концентрація горючого в рідкому кисні, аналогічна нижній концентраційній межі спалахування. Для добре розчинних речовин ця концентрація є межею спалахування в рідкій фазі, а для мало розчинних речовин небезпечною буде концентрація насиченого розчину.



Отже розчинність має важливе значення. Низька розчинність характеризує більшу небезпечність. Так, ацетилен в рідкому кисні розчиняється в мізерній кількості, і тому при випаровуванні рідкого кисню легко випадає з розчину і спричиняє вибух криогенної системи.

Отже, перевищення ступеню розчинності або нижньої межі спалахування горючого в рідкому кисні створює вибухонебезпечну ситуацію.

Крім розчинності має значення летючість забруднень в рідкому кисні, від яких залежить зміна концентрацій хімічних домішок в ньому при роботі та зберіганні. Слаболетючі речовини повністю залишатимуться в рідкій фазі, а концентрація сильно летючих речовин може зменшуватись.

Речовини, які легші за кисень, переважно спливають і накопичуються на поверхні рідини. Особливо небезпечні горючі забруднення, наприклад мастило.

Розчинність кисню в рідкому водні надзвичайно мала. Небезпеку чинять тверді частки, які можуть виноситись потоком водню і осідати на холодних ділянках криогенної техніки.

Небезпеку чинить забруднення газів, що може призвести до горіння. Ініціювати горіння можуть непередбачені хімічні реакції з утворенням чутливих хімічних сумішей, робота клапанів та інших технічних пристроїв, що створюють теплоту тертя або енергію удару, ерозія поверхонь обладнання та ін.

Бульбашки газу, що знаходяться в рідині, при адіабатичному стисненні призводять до дуже високих локальних температур. Гідравлічні ударні хвилі можуть викликати миттєве стиснення бульбашок до надзвичайно високих тисків і нагрівання газу до високих адіабатичних температур стиснення. Бульбашки і горюча система, яка з ними стикається, можуть виявитися нагрітими до температури вище точки спалахування цієї суміші.

Стиснений газ під високим тиском рухається трубопроводами з великою швидкістю і може виносити з собою іржу, пісок та інші



тверді частки. Кінетична енергія цих часток може перейти в теплоту тертя, викликати утворення зарядів статичного струму, ініціювати хімічні реакції, викликати ерозію металу трубопроводів.

Потенційно небезпечними є стиснені до високого тиску газу внаслідок накопиченого в них великого запасу енергії стиснення. При високому ступеню стиснення газу нагріваються до високих температур.

Специфічною особливістю криогенних процесів є те, що багато криогенних речовин не може існувати в рідкому стані при кімнатній температурі у відкритій апаратурі. При нагріванні закритих посудин з криогенними рідинами до температури навколишнього середовища, в них виникає дуже високий тиск пари.

Швидкий відбір стисненого газу створює значну реактивну тягу, під дією якої трубопровід може прийти в рух і зруйнуватись.

Для безпечного протікання криогенних процесів велике значення мають конструкційні матеріали, що працюють в умовах низьких температур і високих тисків. Особливо недопустиме використання крихких матеріалів. Крихкий злам виникає при наявності одночасно трьох умов: високого напруження, місцевої текучості матеріалу і робочої температури переходу до «нульової» в'язкості.

При виборі конструкційних матеріалів враховують допустиме робоче напруження, межу міцності, межу текучості, ударну в'язкість, втомлювану міцність та ін.

Важливим чинником при виборі конструкційних матеріалів має їх хімічна стійкість, або інертність. Просочений рідким киснем асфальт вибухає при ударі. Так само поводить себе просочена рідким киснем деревина.

### Дія криогенних продуктів на організм

Криогенні рідини і газу чинять шкідливу дію на організм людини, особливо на очі.

При контакті з криогенними речовинами (киплячим метаном, азотом, киснем та ін.) шкіра людини стає крихкою (ламкою), відбу-



вається руйнування шкіряного покриву, яке подібне до опіків під дією високої температури. Холодні гази можуть і не пошкодити тканини тіла, якщо їх турбулентність невелика, але сильно турбулентний холодний газ, що омиває тіло, відбирає тепло у більшій кількості, ніж організм може забезпечити охолоджену ділянку (приблизно  $2,26 \cdot 10^{-3}$  кал/см<sup>2</sup> · с).

Кожен, хто працює з криогенною технікою, повинен мати відповідний костюм, рукавиці і протигаз.

У збагаченій киснем атмосфері одяг просочується киснем і легко спалахує. Особливо небезпечно спалахування одягу в кисневій атмосфері, тому що повітряний прошарок між тілом і одягом здатний сильно збагачуватися киснем, а жирові виділення людського організму збагачують одяг горючим матеріалом. Люди з рясним волосяним покривом обгоряють сильніше. У кисневій атмосфері порівняно з повітряною фронт полум'я рухається по одязі значно швидше, а кількість тепла, що утворюється при цьому, приблизно у 5 разів більша і температура горіння внаслідок відсутності розбавлення азотом значно вища.

При проведенні криогенних процесів і роботі з криогенним обладнанням виникають також інші небезпеки і шкідливості, пов'язані з використанням механічного обладнання, токсичних газів і рідин, інертної атмосфери, зменшенням кисню в оточуючому середовищі та ін.

Усі ці чинники мають враховуватися при розробці способів захисту.

### Заходи безпеки

До обслуговування криогенної техніки допускають осіб, які пройшли спеціальне навчання, інструктаж з техніки безпеки, склали іспит і мають посвідчення на право обслуговування цих систем.

Криогенна техніка допускається до експлуатації тільки в тому випадку, якщо на ній встановлені справні і запломбовані манометри і мановакуумметри.



Ці прилади перевіряються не рідше одного разу на рік, а також після кожного ремонту. Не рідше двох разів на рік перевіряють справність і регулювання запобіжних клапанів. Вони повинні бути відрегульовані на початок відкривання з нагнітального боку при тиску 1,8 МПа, а з всмоктувального — 1,25 МПа.

Усі запірні вентиля на нагнітальних магістралях пломбуються у відкритому положенні. Знімати пломби має право тільки відповідальна особа, за винятком аварійних випадків, коли обслуговуючий персонал має право зірвати пломбу і закрити вентиль.

Проходи біля машин і апаратів мають бути завжди вільними, а підлога — справною.

Особливо небезпечним при експлуатації холодильних установок є витікання фреону.

Витікання фреону виявляють галоїдною лампою. Якщо витікання фреону незначне, полум'я забарвлюється в зелений колір, а при значному — в синій чи блакитний.

При виявленні витікання фреону слід негайно відчинити вікна і двері та включити вентилятор. Витікання аміаку визначають спеціальними паровими індикаторами.

Відкривати фреонові апарати дозволяється тільки в захисних окулярах, а аміачні — в протигазах і гумових рукавицях, після того як тиск в системі знижено до атмосферного і залишається постійним не менше як 30 хв.

Забороняється відкривати апарати, якщо температура стінок нижче — 30 °С.

У приміщенні, де встановлена криогенна техніка, забороняється користуватися відкритим вогнем і курити.

Персонал має бути ознайомлений з правилами пожежної безпеки в повному обсязі, що охоплює як нормальний хід експлуатації, так і можливі аварійні ситуації.

У процесі експлуатації потрібно постійно контролювати чистоту криогенних речовин обладнання та якість горючого.



У приміщеннях розраховують вентиляцію на аварійне забруднення повітря. Електричне обладнання має бути у вибухопожежозахисному виконанні.

Під час заповнення криогенної системи стежать, щоб тиск з нагнітального боку не перевищував 0,9 МПа для фреону і 1,2 МПа для аміаку, а з всмоктувального — не більше як 0,4 і 0,6 МПа.

Балони з холодоагентом зберігають у спеціально відведеному приміщенні, в якому не повинно бути джерел тепла.

Трубопроводи холодильних установок фарбують у різні кольори (табл. 3.7).

Потенційна небезпека при використанні криогенного обладнання пов'язана з конструкційними матеріалами. Трубопроводи повинні мати ділянки з нержавіючої сталі або кольорових металів, мінімальну кількість фланців, надійне кріплення, яке виконується шляхом паяння або зварювання.

Необхідно уникати швидкої зміни тиску в апаратурі, щоб тертя при відкриванні і закриванні вентилів було мінімальним. Щоб при відкриванні вентилів перепад тиску в системі був мінімальним і не виникала ударна хвиля, великі вентиля на трубопроводах з високим тиском кисню спарюють паралельно з вентилями малого прохідного перерізу, які відкриваються раніше великих вентилів. Транспортування криогенних речовин вимагає дотримання заходів безпеки.

**Таблиця 3.7**

*Фарбування трубопроводів в залежності від їх типу*

Трубопроводи	Колір для фреонових	Колір для аміачних
Всмоктувальні	Синій	Синій
Нагнітальні	Червоний	Червоний
Рідинні	Сріблястий	Жовтий
Розсольні	Зелений	Зелений
Водяні	Блакитний	Блакитний



### 3.3. Безпека при вантажно-розвантажувальних роботах і на транспорті

#### 3.3.1. Заходи безпеки при організації вантажно-розвантажувальних робіт

Рациональна організація вантажно-розвантажувальних робіт і створення при цьому нормальних санітарно-гігієнічних умов праці є запорукою високої продуктивності праці і запобігання виробничому травматизму у цих видах виробничої діяльності.

Способи виконання цих видів робіт мають добиратися таким чином, щоб попередити або знизити дію на працівників небезпечних і шкідливих чинників шляхом механізації і автоматизації, застосування пристроїв, що відповідають вимогам безпеки, використання сигналізації, правильного розташування і складування вантажів, виконання вимог безпеки праці в охоронній зоні ліній електропередач, біля інженерних комунікацій та ін.

Навантажувальні і розвантажувальні роботи досі залишаються найбільш травмонезбезпечними і трудомісткими процесами.

Недотримання вимог безпеки при виконанні цих видів робіт, неправильне укладання, ув'язка і штабелювання вантажів або неправильне використання вантажопідіймальних пристроїв і транспортних засобів можуть призвести до тяжких нещасних випадків та аварій.

Вантажопідіймальні і транспортні засоби часто стають джерелом травмування під час маневрування під навантаження внаслідок обмеженої видимості або незадовільних шляхів під'їзду.

При вантажно-розвантажувальних роботах з використанням піднімально-транспортних машин і механізмів призначається відповідальна особа, яка перед початком робіт перевіряє справність механізмів, такелажного та іншого інвентарю.

До навантажувально-розвантажувальних робіт допускаються особи не молодші 18 років, які проінструктовані з техніки безпеки і мають дозвіл на виконання цих робіт.



У зоні роботи вантажопідіймальних і транспортних засобів забороняється знаходитись особам, які не мають прямого відношення до цих робіт.

При виконанні ручних операцій виробничі травми частіше всього виникають у працівників, які не мають достатнього досвіду і навичок. Часте піднімання і перенесення вантажів на велику відстань призводить до перевантажень організму, внаслідок чого можуть виникати фізіологічні зміни. Нещасні випадки частіше всього бувають при підніманні і перенесенні вантажу, вага якого перевищує допустимі чинним законодавством норми.

Вага вантажу, що переноситься вручну по горизонтальній площині на відстань не більше 60 м для чоловіків становить 50 кг. Дорослі жінки можуть переносити вантаж вагою не більше 20 кг, а при роботі вдвох з використанням носилок — не більше 50 кг.

Підлітки від 16 до 18 років допускаються до розвантажування і навантаження тільки відповідних вантажів (навалочних, легковагових, штучних та ін.).

### Вимоги безпеки до обладнання майданчика

Важливу роль для забезпечення безпеки навантажувально-розвантажувальних робіт відіграє підготовка території для їх виконання. Така територія включає в себе майданчики, на яких безпосередньо відбувається навантаження вантажів на транспортні засоби чи їх розвантаження і складування.

Майданчики поділяють на постійні (бази) і тимчасові (будівельні об'єкти та ін.). На постійних майданчиках робота виконується регулярно протягом тривалого часу, на тимчасових — невеликий проміжок часу або з деякими інтервалами. Постійні майданчики обладнуються необхідними засобами механізації з урахуванням часу їх експлуатації. Територія майданчика має бути спланованою так, щоб забезпечити нормальний фронт робіт для необхідної кількості транспортних засобів.

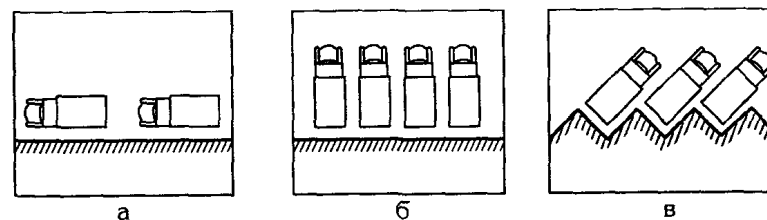


Рис. 3.5

Схеми розташування транспортних засобів

У межах фронту робіт можна використовувати бокову, торцеву і косокутну схеми розташування транспортних засобів під навантаження або розвантаження (рис. 3.5).

Бокове розташування транспортних засобів під навантаження або розвантаження особливо вигідне, коли використовуються автопричепи.

Торцеве розміщення транспортних засобів використовується для навантаження і розміщення вантажів на складах, які обладнані вантажними рампами, що дозволяє одночасно здійснювати роботу на декількох транспортних засобах.

Косокутне розташування транспортних засобів дозволяє виконувати роботу з заднього і бокового бортів транспортних засобів.

При установці транспортних засобів під навантаження або розвантаження інтервал між складом і заднім бортом кузова має бути не менше 0,5 м.

Під'їзні шляхи повинні мати тверде покриття і утримуватися в справному стані. Ширина під'їзних шляхів при двобічному русі транспортних засобів повинна бути не меншою 6,2 м, а при однібічному — не менше 3,5 м. Територію і під'їзні шляхи не дозволяється захарашувати сторонніми предметами, а в зимовий період її необхідно очищати від снігу та льоду і посипати піском.



Робітники, які виконують навантажувально-розвантажувальні роботи з залізничних вагонів чи працюють біля прирельсових колій, повинні знати значення сигналізації, яку встановлено на залізниці.

Для безпечного руху транспортних засобів на майданчиках встановлюють написи «В'їзд», «Виїзд», «Розворот» та ін.

### Класифікація вантажів залежно від їх небезпечності

Для забезпечення вимог техніки безпеки при навантаженні, розвантаженні і транспортуванні вантажів необхідно знати їх фізико-хімічні і механічні властивості, розміри, способи упаковки, ув'язки і їх транспортабельність.

За властивостями вантажі поділяють на такі основні класи: навалочні, штучні, наливні та спеціальні. За вагою вони поділяються на три категорії: I категорія — вантажі вагою одного місця до 80 кг, а також сипучі, штучні, що перевозяться навалом та ін., II — вантажі вагою одного місця від 80 кг до 500 кг; III — вантажі вагою одного місця понад 500 кг.

За ступенем небезпеки при навантаженні, розвантаженні і транспортуванні вантажі поділяються на сім груп:

- 1 — вантажі малонебезпечні;
- 2 — вантажі горючі;
- 3 — пилові і горючі вантажі;
- 4 — балони зі стиснутим газом;
- 5 — обпікаючі рідини;
- 6 — вантажі, небезпечні за своїми розмірами;
- 7 — вантажі особливо небезпечні.

Кожен вантаж має своє маркування. Знання маркування дозволяє правильно вибрати способи складування, зберігання і переміщення вантажів, а також безпечні прийоми при виконанні вказаних операцій.

Вантажі маркують шляхом нанесення фарби, паперових бірок, випалюванням на бірках та ін. Маркування вантажів буває товарним, вантажним, транспортним і спеціальним. Спеціальне маркування наноситься на вантажі, перевезення і зберігання яких вимагає особливих зусиль та уваги, у вигляді умовних знаків.



Знаки маркування небезпечних вантажів мають знати робітники, зайняті на вантажно-розвантажувальних роботах.

### Загальні вимоги безпеки при перевезенні вантажів

Безпека навантажування, розвантажування і транспортування вантажів залежить від того, наскільки правильно розміщені вантажі у кузові транспортних засобів. Вантажі вкладаються рівномірно по всій площі, щоб вони не виступали за борти, тому що при роз'їзді з зустрічним транспортом, особливо на вузьких дорогах, вони будуть чинити небезпеку.

Висота вантажу не повинна перевищувати допустиму висоту переїздів під мостами, шляхо- і трубопроводами і не може бути більшою за 3,8 м над поверхнею дороги.

При перевезенні вантажів з габаритами, на 0,5 м більшими за задній борт автомашини, обов'язково встановлюють червоні прапорці з кожної виступаючої сторони, а у нічний час вивішують охоронне освітлення. Вантажі мають бути укладені щільно, щоб при русі або різкому гальмуванні вони не пересувалися по кузову. На перевезення великогабаритних вантажів потрібно отримати дозвіл ДАІ.

Для перевезення вибухових, радіоактивних, легкозаймистих і отруйних речовин існують відповідні правила та інструкції.

Рідкі хімічні небезпечні вантажі перевозять у скляних суліях, в дерев'яних ящиках чи у корзинах, які надійно закріплюються в кузові. Гарячі рідини (бітум) перевозять тільки у металевій тарі чи у спеціальних цистернах.

Транспортування нафтопродуктів в автоцистернах, бензо- і паливозаправщиках являє собою певну небезпеку. Ці транспортні засоби повинні мати іскрогасники на вихлопних трубах, при наливі і зливі нафтопродуктів ємності заземлюють. Основна умова при транспортуванні нафтопродуктів — герметичність. Не дозволяється переповнювати ємності нафтопродуктами, оскільки при нагріванні вони розширюються, а це може призвести до деформації і розриву посудини.





Автоцистерни заповнюють паливом до рівня тарифовочного покажчика. Автоцистерни, які не мають такого покажчика, заповнюються на 95–98 %.

Якщо нафтопродукти перевозять бочками у кузові, їх укладають пробками догори, а між посудинами ставлять дерев'яні прокладки, щоб вони не бились одна об одну при транспортуванні.

На бортових транспортних засобах такі вантажі, як цемент, вапно та інші перевозять лише у щільних кузовах. Для захисту їх від розпилення кузов прикривають брезентом чи рогожею.

Ящики, бочки та інші вантажі укладають щільно, без проміжків, щоб при гальмуванні під час руху вони не пересувалися по кузову, оскільки це може порушити рівновагу транспортного засобу.

Перед пуском на лінію транспортних засобів необхідно перевірити надійність і справність рульового керування, гальм, правильність укладання і кріплення вантажу, відповідність його маси вантажопідйомності агрегату, провести інструктаж, пояснити порядок руху та особливості маршруту. Транспортні засоби повинні мати справну систему освітлення і звукову сигналізацію. Рух транспортних засобів на території підприємства регулюють знаками дорожнього руху. На під'їзних дорогах і у проїздах швидкість руху машин не повинна перевищувати 10 км/год., а в межах виробничих цехів — 2 км/год.

Якщо виникає необхідність переїзду через льодові переправи, призначається відповідальна особа, яка перевіряє переправу, вимірює найменшу товщину льоду по всій трасі для визначення допустимої маси транспортування, щоб забезпечити безаварійний переїзд.

Товщина льоду для колісного транспортного засобу при загальній масі 3,5 т має становити 0,24 м, якщо температура повітря не перевищує — 5° С, а при короткочасній відлизі — 0,31 м. Агрегати повинні рухатися на відстані не менш як 25–35 м один від одного.

Якщо біля берега лід ненадійний, зависає, має тріщини і розломи, між берегом і надійною частиною льоду необхідно обладнати дерев'яні настили.

Трасу при льодовій переправі позначають вішками, відстань між якими за шириною становить 6 м, а за довжиною — 30 м. На переправах через лід одночасно дозволяється плавно рухатись тільки в одному напрямку при швидкості не більше як 10 км/год, двері кабінки мають бути відкритими і зафіксованими. У кабінці дозволяється перебувати лише одному водію.

При переправі транспортних засобів через водні перешкоди брід треба позначити вішками, ширина його має бути не менше 3 м. Дно річки в місці переправи має бути твердим і рівним.

При переїзді транспортних засобів через річки глибина води не повинна перевищувати вісь коліс або висоту верхнього полотна гусениці. Рухатись треба на пониженій передачі і без зупинок. Переключати передачі не дозволяється. Забороняється переправа через водні перешкоди будь-якої ширини в повінь, під час сильного дощу, снігопаду, туману, льодоходу або при сильному поривчастому вітрі.

#### Карта технологічних процесів вантажно-розвантажувальних робіт

У технологічних картах на виконання вантажно-розвантажувальних робіт встановлюється порядок доставки вантажів з урахуванням послідовності виконання робіт, типу транспортних засобів, характеру вантажів, якості доріг і місцевих кліматичних умов та ін.

Відстань між автомобілями, що одночасно знаходяться під навантаженням, має бути не менше 1 м, а між автомобілями, що розташовані по фронту робіт, — не менше 1,5. Наближення автомобіля до елементів будівлі дозволяється на відстані не менше 0,5 м. Відстань між автомобілем і штабелем вантажу приймають не менше 1 м.

Для безпечної організації робіт важливе значення має правильний вибір вантажопідйомних механізмів, транспортних засобів та пристосувань.

Способи складування вантажів залежать від призначення конструкцій і деталей, методів строповки і монтажу та ін.

Матеріали, вироби і обладнання при зберіганні їх на будівельному майданчику слід укладати таким чином:



- цегла в пакетах на піддонах — не більше ніж у два яруси, в контейнерах — в один ярус, без контейнерів — висотою до 1,7 м;
- сваї — ярусами висотою не більше 2 м;
- ригелі і колони — в штабелі такої ж висоти на прокладках і підкладках;
- блоки фундаментні і підвальні — у штабелі на прокладках до 2,6 м; панелі стінові — в касети; плити перекриття — в штабелі висотою до 2,5 м на підкладках і прокладках;
- великогабаритне обладнання і його частини — в один ряд на підкладках;
- скло в ящиках і рулонний матеріал — вертикально в один ряд і на підкладках;
- бітум — у щільній тарі, що виключає його розтікання, або у спеціальні ями з улаштуванням надійного огороження;
- теплоізоляційні матеріали — в штабелі висотою до 1,2 м у закритому сухому приміщенні;
- сходові марші — в штабелі до 6 рядів на прокладках;
- віконні і дверні блоки — у спеціальних контейнерах у вертикальному положенні, за сортом;
- труби діаметром до 300 мм — у штабелі висотою до 3 м на підкладках з кінцевими упорами проти розкочування, а труби діаметром понад 300 мм — у такі самі штабелі у сідло без прокладок; труби чавунні — в штабелі висотою до 1 м.

Технологічне обладнання і його деталі складують, як і збірні конструкції, у відповідності з послідовністю їх монтажу на інвентарні дерев'яні прокладки.

Сипучі матеріали (пісок, гравій, щебінь та ін.), які зберігаються у штабелях, повинні мати укуси крутизною, що відповідає куту природного укусу даного виду матеріалів.

Пиловидні матеріали (цемент, алебастр та ін.) зберігають в силосах, бункерах та інших закритих ємностях із заходами проти розпилення при навантаженні і розвантаженні.



При влаштуванні зон складування виходять з того, що ширина проходів між штабелями вказаних вище вантажів має бути не меншою 1 м.

Підвищені вимоги безпеки висуваються до зберігання отруйних, легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин. Як правило, отруйні речовини дозволяється зберігати тільки в окремих закритих приміщеннях, віддалених від житла. На вході в таке приміщення висувають попереджувальні написи. Склади для зберігання кислот, як правило, забезпечують нейтралізаторами.

Кислоти (соляна, сірчана, карболова та ін.) необхідно транспортувати і зберігати у скляних і оплетених бутлях. Кошики для упаковки бутлів повинні мати ручки для зручного перенесення і безпеки роботи. Лако-фарбувальні матеріали, що мають шкідливі домішки, зберігають в герметичній закритій тарі. Фенол треба зберігати у скляному посуді або в металевих бочках. Хлорне вапно зберігають в сухому приміщенні, що добре провітрюється, у щільно закритій тарі.

Горючі і легкозаймисті рідини, а також мастильні матеріали зберігають у приміщеннях з неспаленими конструкціями або заглибленими у землю з дотриманням правил пожежної безпеки.

Працівники, зайняті на вантажно-розвантажувальних роботах, зобов'язані проходити попередні і періодичні медичні огляди у відповідності з чинним законодавством. Особи, допущені до навантаження і розвантаження небезпечних і особливо небезпечних вантажів, проходять спеціальне навчання з наступною атестацією.

### **3.3.2. Безпека підіймально-транспортного обладнання. Вимоги безпеки до вантажопідіймальних кранів**

Найбільша кількість нещасних випадків, а також аварій при експлуатації вантажопідіймальних кранів, механізмів і знімних вантажозахватних пристроїв виникає внаслідок низької кваліфікації обслуговуючого персоналу і порушення діючих правил та виробничих інструкцій.



Вантажопідіймальні крани за характером є рухомими машинами і у процесі експлуатації становлять небезпеку не тільки для робітників, що працюють на них, а і для інших людей, що перебувають на будівельному майданчику.

Рівень травматизму при роботі цих машин залежить від конструктивних недоліків, несправного стану, самодовільного переміщення кранів та їх рухомих органів, втрати стійкості, поломки деяких деталей внаслідок прихованих дефектів, недотримання режимів роботи та ін.

Найнебезпечнішим з точки зору травматизму є перевертання машин, особливо тих, у яких стійкість проти перевертання забезпечується тільки їх власною масою. Особливо небезпечними є самохідні крани, на прикладі яких розглянемо питання стійкості машин.

Стійкість крана є необхідною умовою його безпечної експлуатації. Узагальнення характеристик, що діють на кран, приводиться в коефіцієнтах запасу стійкості. З метою забезпечення стійкості крана дотримується відповідна залежність між перекидаючим моментом  $M_n$  і утримуючим моментом  $M_y$ , тобто  $M_y$  має перевищувати  $M_n$  не менше ніж на 40 %. Коефіцієнт стійкості

$$K = \frac{M_y}{M_n} = 1,4, \quad (3.5)$$

де  $M_y$  визначається як добуток величини ваги  $Q$  крана на відстань  $b$  від центру ваги крана до ребра перекидання (ребром перекидання вважаються колеса крана при невстановлених додаткових опорах, а при встановлених додаткових опорах ребром перекидання буде додаткова опора):

$$M_n = Q \cdot b, \quad (3.6)$$



де  $M_n$  визначається як добуток ваги вантажу  $P$  на відстань  $a$  від центра ваги вантажу до ребра перекидання крана:

$$M_n = P \cdot a. \quad (3.7)$$

Крім маси крана, вантажу і вантажозахватних пристроїв, на кран діють різні зовнішні навантаження — інерційні сили, що виникають в період пуску чи гальмування механізмів крана (механізми повороту крана, висування стріли, переміщення крана); вітрове навантаження при тиску вітру на вантаж і елементи крана; доцентрові сили, що виникають при русі поворотної частини крана.

Ефект дії зовнішнього навантаження залежить не тільки від його величини, але й від точки прикладання. Що далі розміщується точка прикладання сили від ребра перевертання, то більший ефект її дії, тому дія навантаження на кран характеризується моментами діючих сил.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт автокраном (колісним та іншим з висувною стрілою) центр ваги вантажу, що піднімається, знаходиться за межами опорного контуру крана. Стійкість крана проти перекидання забезпечується тільки власною вагою. Використання додаткових опор збільшує опорну базу і дозволяє більш повно використовувати вантажопідйомність крана. Тому під час роботи автокран необхідно установити на виносні передні і задні опори (аутригери). Під опори підкладають прокладки, щоб при підніманні вантажу або його повороті опора не могла зрушитися.

Якщо кран не встановлений на аутригери, тоді його розрахункова вантажопідйомність має знижуватись. Дотримання норм вантажопідйомності має неухильно виконуватись, бо нехтування цим положенням може призвести до перекидання крана і нещасних випадків.

Вантажопідйомність знаходиться у зворотній залежності від вильоту стріли: чим він більший, тим менша вантажопідйомність і навпаки.

Додаткові навантаження, що діють на кран, залежать також від кута нахилу площини, на якій стоїть кран.



При встановленні кранів під нахилом значно зменшується  $M_y$  внаслідок скорочення відстані від центру ваги крана до ребра перекидання. При такій установці необхідно використовувати аутригери для горизонтального вирівнювання крана слідкуючи при цьому за показником креноміра. Нахил не повинен перевищувати  $3^\circ$ .

Кран перекинеться тоді, коли несприятливі чинники діють на його стійкість одночасно. Тому крани проектують з таким розрахунком, щоб за будь-яких умов як у робочому, так і у неробочому стані була забезпечена їх стійкість. При визначенні стійкості крана в розрахунках розглядаються всі чинники, що несприятливо діють на кран (перевантаження, вітрові навантаження, незадовільний стан площадки, на якій стоїть кран, де можуть виникати поздовжні і поперечні укоси, динамічні сили та ін.)

Отже всі зовнішні навантаження, які прикладаються до крана за межами опорного контуру, створюють перекидаючий момент  $M_n$  відносно його контуру. Утримуючий момент, під дією якого машина перебуває у стані рівноваги, створюється власною масою крана і противагою.

При визначенні стійкості крана розрізняють вантажну і власну стійкість, які перевіряються за допомогою обчислень.

Вантажна стійкість — це здатність крана протидіяти перевертанню в бік стріли, власна здатність крана протидіяти перевертанню в бік, протилежний розташуванню стріли.

Ступінь стійкості крана в робочому стані визначається коефіцієнтом вантажної стійкості, а в неробочому — коефіцієнтом власної стійкості.

З урахуванням всіх додаткових навантажень, що діють при роботі кранів, коефіцієнт власної і вантажної стійкості вважається задовільним, коли його значення становить не менше 1,15. При визначенні коефіцієнтів стійкості не враховуються дії захватів, додаткових опор і стабілізаторів.

Щоб забезпечити стійкість крана і зменшити дію додаткових навантажень, необхідно всі рухи при підніманні, опусканні, гальмуванні і повертанні вантажу здійснювати плавно.



### Заходи безпеки при роботі кранів

До обслуговування вантажно-піднімальних машин допускаються робітники після проходження ними інструктажу з техніки безпеки і перевірки їх знань і навичок кваліфікаційною комісією, в роботі якої бере участь представник органів нагляду.

Періодична перевірка знань кранівників, їх помічників і обслуговуючого персоналу (слюсарів, електромонтерів, стропальників) здійснюється кваліфікаційною комісією підприємства не рідше одного разу на 12 місяців.

Для забезпечення безпечної роботи вантажопідіймальних кранів важливе значення має правильний добір робочих параметрів.

Параметрами називаються основні технічні величини, які характеризують конструкцію крана і його можливості при роботі.

До параметрів стрілових самохідних кранів відносяться вантажопідйомність, вантажна характеристика, виліт стріли, висота підйому гака, вантажний момент, найбільший радіус поворотної рами, швидкість переміщення крана, частота обертання, загальна вага крана і т. ін.

Основним параметром кранів усіх типів є вантажопідйомність — найбільша допустима маса робочого вантажу, на піднімання якого розрахований кран. У вантажопідйомність крана включається маса вантажозахватних пристроїв і тари.

Стрілові самохідні крани в паспорті машини можуть мати кілька вантажних характеристик, які залежать від вильоту стріли.

Якщо робочі параметри крана не відповідають розмірам забудови, масі вантажів (завеликі або замалі), можуть виникати небезпечні ситуації з точки зору травматизму і можливих аварій.

Для виконання робіт крани встановлюють відповідно до Правил влаштування і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів після розробки ПВР. У ПВР передбачають марку крана, характеристику вантажозахватних пристроїв і перелік вантажів із зазначенням маси; вимоги до встановлення крана; відстань до ЛЕП; умови роботи біля укосів котлованів, місця складування, схеми строповки та ін. Розробка ПВР відповідно до Правил дозволяє підвищувати активну безпечність машин у процесі виконання ними відповідних робіт.



**Таблиця 3.8**

Найменша допустима відстань від брівки укусу до найближчої опори крана, м

Глибина	Грунт насипний				
	піщаний і гравійний	супіщаний	суглинок	глина	лес сухий
1	1,5	1,25	1,0	1,0	1,0
2	3,0	2,4	2,0	1,5	2,0
3	4,0	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5,0	4,4	4,0	2,0	3,0
5	6,0	5,3	4,75	2,25	3,5

Перевірку надійності установки крана здійснюють шляхом піднімання максимально допустимого вантажу на висоту 5 см і повороту стріли з вантажем в обидві сторони на 180–200°. При просіданні коліс або аутригерів потрібно змінити місце установки крана або утрамбувати і укріпити площадку.

Встановлювати кран на краю траншеї дозволяється при дотриманні відстані від брівки укусу або траншеї до найближчої опори згідно даним, наведеним у табл. 3.8.

Установлювати стрілові самохідні крани (автомобільні, гусеничні, пневмоколісні) і працювати на них під проводами ліній електропередачі (ЛЕП) будь-якої напруги не дозволяється. У випадку необхідності виконання робіт краном біля ліній електропередачі на відстані ближче 30 м від крайнього проводу необхідно видати наряд-допуск, який визначає безпечні умови роботи.

**Таблиця 3.9**

Безпечні відстані по горизонталі при виконанні робіт біля ЛЕП

Напруга ЛЕП, кВт	1	1-20	35-110	154	220	330-550
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	9



**Таблиця 3.10**

Безпечні відстані по вертикалі при переміщенні кранів під ЛЕП

Напруга ЛЕП, кВт	1	1-20	35-100	154-200	330	500
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	4	5	6

Виконання робіт біля ЛЕП дозволяється при дотриманні відстаней по горизонталі між крайньою точкою ферми стріли крана і найближчим проводом електропередачі, що наведені в табл. 3.9.

Кран перед початком роботи необхідно заземлити і установити на всі опори, під які покласти надійні підкладки.

При переміщенні (транспортуванні) кранів під ЛЕП необхідно дотримуватися відстані (по вертикалі) від проводів до конструкції крана (табл. 3.10).

Переміщення крана під ЛЕП або біля неї дозволяється тільки з опущеною стрілою.

Козлові крани більш стійкі порівняно з автомобільними, пневмоколісними та іншими кранами, що мають виносну стрілу. Ці крани мають три робочі рухи (переміщення крана по підкрановим шляхам, переміщення возика по фермі або балці і рух гака вгору і вниз), що дозволяє переміщувати вантаж у будь-яке місце вантажно-розвантажувального майданчика.

Перед початком роботи необхідно здійснити огляд крана і перевірити на холостій ході справність вантажно-підіймального механізму і його кінцевих вимикачів; справність звукового сигналу, освітлювальної мережі і аварійного вимикача; справність механізму переміщення крана і гальмів (гальмівний шлях має бути не більше 1 м). Усі виявлені несправності вносяться у вахтовий журнал.

Важливою умовою в забезпеченні безпечної роботи вантажопідіймальних кранів та інших механізмів є надійність гальмівних пристроїв як механізму піднімання вантажу, так і механізму переміщення возика і крана.



При огляді гальм необхідно звернути увагу на відсутність заїдання у шарнірах, на стан швів і колодок і не допускати на їх верхні осідання мастил.

У випадку припинення живлення крана струмом необхідно поставити штурвали в нульове положення і виключити рубильник у кабіні. При відновленні роботи треба подати попереджувальний сигнал.

Козлові крани рухаються по рейкових коліях, які закріплені на полушпал, укладених на баласт. Для захисту машиніста від ураження електричним струмом крани підлягають заземленню.

Заземлення козових кранів здійснюють через підкранові рельси, при цьому стики мають бути надійно з'єднані. Обидві колії з'єднують перемичками з круглої або смугової сталі. Заземлення здійснюють за допомогою сталених труб, з'єднаних трикутником. Для покращення електропровідності ґрунту в труби заливають 2–3 %-й розчин солі.

При силі вітру понад 6 балів (що відповідає швидкості вітру 12 м/с) або наближенні грози роботу потрібно припинити, а кран закріпити протиугонними захватами за рельси.

При обслуговуванні козових кранів необхідно слідкувати за станом підкранових колій. Перекіс крана, тобто забігання вперед однією стороною може бути від неточної роботи привода або неоднакового зносу ходових коліс.

Внаслідок перекосу кран може зійти з рейок підкранової колії.

Після закінчення роботи кран необхідно установити на місце, що визначене для стоянки, а гак підняти у верхнє положення. При покиданні кабіни штурвал поставити в нульове положення, вимкнути рубильник захисної панелі і закрити кабіну.

### Запобіжні пристрої та прилади

Активну безпечність вантажопідіймальних машин у процесі експлуатації підвищують прилади та пристрої безпеки. За призначенням прилади і пристрої безпеки поділяють на три групи:



- обмежувачі руху (пересування крана, обертання крана, підйому вантажів, вильоту стріли);
- пристрої, що забезпечують стійкість машин (протиугонні захвати, виносні опори, обмежувачі вантажопідйомності);
- пристрої, що сигналізують про стан стійкості (вітроміри, покажчики нахилу), прилади освітлення та сигналізації.

Обмежувачі висоти підйому обоими гака призначені для вимикання механізму піднімання вантажів на кранах при підході обоими гака до крайнього верхнього положення і вимикання механізму зміни вильоту стріли під час її опускання, якщо при цьому обійма гака досягає крайнього верхнього положення. Підіймати гак вище допустимої межі не можна, бо підтягування його до нерухомої конструкції підйомного механізму може призвести до обриву каната і падіння вантажу. Автоматичне обмеження висоти піднімання вантажу і зупинки гака або іншого захватного органу має працювати надійно: зупинка здійснюється на відстані 200 мм у кранів і на відстані 50 мм у електротельферів.

Обмежувач зміни вильоту стріли призначається для вимикання механізму зміни вильоту стріли в її крайніх положеннях і попереднього включення гальм для зниження швидкості її руху. У граничних положеннях стріли, небезпечних для стійкості крана, двигун стрілової лебідки автоматично вимикається за допомогою кінцевих вимикачів важільного типу.

Покажчики вантажопідйомності показують граничне значення вантажопідйомності самохідного стрілового крана залежно від вильоту стріли. Їх встановлюють у нижній частині стрілового обладнання в полі зору машиніста, що дозволяє візуально визначити, який вантаж можна підняти краном при даному вилеті стріли. Для кожного виду стрілового обладнання виготовляють свою шкалу, яка відповідає вантажній характеристиці крана з цим видом обладнання.

Обмежувач поворотів крана призначений для запобігання перекручування і обриву пучка канатів і забезпечення обертання крана лише на 720° (два обороти). За 30° до спрацювання обмежувача, що



вимикає поворот в одну чи іншу сторону, в кабіні машиніста загоряється застережне світлове табло.

Обмежувач руху крана служить для відключення приводу механізму руху, при підході баштового чи козлового крана до обох кінців підкранового шляху. При цьому відстань між тупиками і будь-якою ходовою частиною крана становить не менш як 1 м з урахуванням гальмівного шляху.

Показчики нахилу, чи креноміри, показують нахил машини відносно горизонту. На автокранах використовують показчики нахилу, принцип дії яких ґрунтується на властивості вільно підвішеного маятника зберігати вертикальне положення (маятникові) або на властивості вільної поверхні рідини зберігати горизонтальне положення (рідинні).

На автокранах встановлюють автоматичні сигналізатори небезпечної напруги (АСНН), що попереджають машиніста включенням аварійної і звукової сигналізації про наближення стріли крана на небезпечну відстань до лінії електропередач. Прилад складається з антени, підсилюючого блоку і блоку сигналізації.

Для запобігання перевертання стрілових кранів їх обладнують обмежувачами вантажопідйомності чи вантажного моменту. Ці обмежувачі автоматично вимикають механізми піднімання вантажу, маса якого перевищує номінальну вантажопідйомність більше як на 10 %. Крім того обмежувачі вантажопідйомності кранів мають попереджувати про втрату стійкості не при нормальному розрахунковому вантажі, а за умов небезпечних чинників: вітрового навантаження, нахилу шляху, динамічних та інерційних навантажень.

Обмежувачі мають зелену і червону сигнальні лампи. При нахилі крана загоряється червона лампа. Крім того, при перенавантаженні електричне коло управління краном розмикається, вмикається звуковий сигнал і робота крана призупиняється. Обмежувачі вантажопідйомності бувають як механічні, так і електричні. Більшість кранів мають електричні обмежувачі.



На кранах з перемінною вантажопідйомністю встановлюють обмежувачі вантажного граничного моменту, наприклад для запобігання аваріям при підніманні примерзлого до землі вантажу.

На кранах, що працюють на відкритому повітрі і піддаються великим вітровим навантаженням, встановлюють прилади автоматичної вітрової сигналізації і захисту від вітрових перенавантажень.

На баштових та порталних кранах встановлюється сирена при досягненні швидкості вітру в 5 балів, а при силі вітру у 6 балів розмикається автоматичне коло управління краном.

До пристроїв, що забезпечують стійкість машин, належать протиугонні захвати для прикріплення крана до рейок у неробочому стані. Під дією сильного вітру гальма не можуть утримати кран від мимовільного переміщення. Якщо не закріпити кран протиугінними захватами, він почне рухатись і, дійшовши до кінцевого упору підкранового шляху, зупиниться або перевернеться залежно від швидкості руху в момент зупинки. Дія протиугінних захватів базується на принципі кліщового рейкового захвату. При дуже сильному вітрі баштові крани закріплюють розвилками.

Для встановлення стрілових кранів велике значення має майданчик, тобто основа під краном. Один із чинників, що призводить до нахилу крана, є нерівномірне просідання підкранового шляху, особливо коли цей шлях влаштований на свіжонасипних ґрунтах, де ще не закінчився процес природного ущільнення. Для встановлення кранів добирають надійну ґрунтову основу чи влаштовують її, укладаючи ґрунт шарами товщиною 200–300 мм із обов'язковим ущільненням кожного шару.

Для збільшення стійкості стрілових самохідних кранів використовують допоміжні опори, а саме висувні балки чи кронштейни (аутригери). Під допоміжні опори підкладають міцні інвентарні підкладки. Використовувати прокладки із випадкових предметів забороняється.



### Державний і відомчий нагляд за вантажопідіймальними кранами і механізмами

Експлуатація вантажопіднімальних кранів і механізмів, підконтрольних Держнаглядохоронпраці, здійснюється у відповідності до Правил улаштування безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

Згадані Правила розповсюджуються на такі вантажопідіймальні машини:

- на крани всіх типів, включаючи автомобільні;
- електричні й ручні талі та лебідки, призначені для піднімання вантажів і людей;
- екскаватори, призначені для роботи з гаком, грейфером або магнітом у тих випадках, коли стріла, а також гак або грейфер підвішені на канатах;
- змінні вантажозахватні органи і вантажозахватні пристосування (стропи, траверси, тара, кліщі), що навішуються на гак вантажопідіймальної машини.

Державний нагляд за технічним станом і експлуатацією вантажопідіймальних машин здійснюють органи Держнаглядохоронпраці.

Перед пуском машин у роботу їх необхідно зареєструвати. Згідно з Правилами, реєстрації підлягають наступні вантажопідіймальні машини: крани всіх типів, екскаватори, призначені для роботи з гаком, грейфером або магнітом, вантажопідйомність яких перевищує 1 т, а також крани мостового типу (мостові, козлові, крани-балки), управління яких здійснюється з підлоги вантажопідйомністю більше 10 т.

Не підлягають реєстрації в органах нагляду такі вантажопідіймальні машини: крани всіх типів з ручним приводом, а також ті, у яких при ручному приводі використовуються пневматичні підіймальні циліндри; яким керують з підлоги або за допомогою пульта; одноблочні крани мостового типу вантажопідйомністю до 10 т; стрілові крани вантажопідйомністю до 1 т включно, а також крани з постійним вильотом стріли без вантажного возика, не забезпечені механізмом повороту незалежно від вантажопідйомності.



Згадані вантажопідіймальні машини, а також змінні вантажозахватні пристосування забезпечуються індивідуальним номером і записуються в журнал обліку вантажопідіймальних машин і змінних пристосувань. Дані про машини заносяться в журнал із їх паспорта, а про змінні вантажозахватні пристосування — на підставі їх маркування.

Реєстрація вантажопідіймальних кранів і механізмів здійснюється на підставі письмової заяви власника і паспорта машини. В заяві вказується, що нагляд за машинами буде здійснюватись відповідно до діючих Правил, що технічний стан машини, яка реєструється, допускає безпечну її експлуатацію, і що для її обслуговування є навчений персонал.

При реєстрації мостового крана до паспорта додається креслення його установки із вказівками щодо розташування головних проводів і посадкової площадки для входу на кран. Для реєстрації кранів, що переміщуються по надземних рейкових коліях, має бути довідка про те, що підкрановий шлях розрахований на їх роботу.

Дозвіл на пуск у роботу кранів видається за результатами їх технічного опосвідчення і перевірки стану крана, проведеного інспектором органу державного нагляду.

Дозвіл на пуск у роботу крана записується в його паспорт. У паспорт крана заноситься також фамілія особи, яка призначена відповідальною за виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Указана особа повинна мати відповідне посвідчення і періодично проходити перевірку знань Правил — не менше одного разу на 3 роки.

Особа, відповідальна за роботу крана, має слідкувати за утриманням його у справному стані, за правильним використанням кранових механізмів і пристосувань, дотриманням графіка регулярних оглядів і ремонтів, проведенням випробувань, журналом періодичних оглядів, виконанням обслуговуючим персоналом виробничих інструкцій.

При роботі вантажопіднімальних кранів адміністрація призначає стропальників, кількість яких визначається обсягом робіт. При





обслуговуванні крана двома і більше стропальниками, один з них призначається старшим, він несе відповідальність за правильність виконання стропальних робіт.

Машиністами кранів, слюсарями, електромонтерами, стропальниками і сигнальниками можуть бути особи не молодші 18 років, що пройшли медичний огляд, а також атестацію. Атестація машиністів та їх помічників проводиться у присутності представника Держнаглядохоронпраці. Повторну перевірку знань правил техніки безпеки проводить кваліфікаційна комісія не рідше одного разу на 12 місяців.

#### Технічний огляд вантажопіднімальних машин

Вантажопіднімальні машини допускаються до експлуатації тільки при їх повній справності. Справність машини визначається технічним оглядом.

Перед пуском у роботи всі вперше встановлені вантажопіднімальні машини, механізми, а також вантажозахватні пристосування, на які поширюється дія Правил, підлягають технічному огляду, а ті машини, що знаходяться у роботі — періодичному технічному огляду.

Технічний огляд машин буває повним і частковим. Повне технічний огляд полягає у зовнішньому обстеженні машин, статичному і динамічному випробуванні. Частковий технічний огляд — це обстеження машин без випробування їх вантажем. Повний технічний огляд машин здійснюють раз на три роки, а частковий — через 12 місяців.

Позачерговому технічному огляду підлягають крани у наступних випадках: після монтажу, або перевезення їх на інше місце, після реконструкції або капітального ремонту металевих конструкцій чи піднімального механізму; після зміни гака, а також вантажних, стрілових, несучих або вантових канатів та після аварій.

Технічний огляд покладається на особу, яка здійснює державний нагляд за кранами і механізмами, і проводиться у присутності особи, яка відповідає за їх справний стан.



Технічний огляд вантажопіднімальних машин складається з ретельного огляду механізмів машини і її окремих вузлів, статичного і динамічного випробування вантажем. У процесі опосвідчення оглядаються і перевіряються в роботі механізми, машини і електрообладнання, запобіжні і блокуючі прилади, прилади і пристрої безпеки, гальма і апарати управління, а також освітлення і сигналізація.

Крім цього, перевіряється стан металоконструкцій, клепані й зварні з'єднання. При огляді звертається увага на наявність тріщин, деформацій, послаблення клепальних з'єднань та інші дефекти. Перевіряється стан гака, деталі його підвіски.

Результати огляду і перевірки кранів оформляються актом, складеним особою, яка відповідає за справний стан вантажопіднімальних машин. Згаданий акт прикладається до паспорту крана і зберігається до наступного технічного опосвідчення.

При статичному випробуванні перевіряється міцність крана і механізмів, їх окремих вузлів і елементів, а у стрілових кранах — також вантажна стійкість. Статичне випробування при первинному технічному огляді й при огляді капітально відремонтованих кранів і механізмів здійснюється навантаженням, що перевищує нормальну вантажопідйомність на 25 %.

Статичне випробування мостових і козлових кранів здійснюється таким чином. Кран встановлюється над опорами підкранових колій, а його возик з гаком — почергово всередині прольоту і на консолях.

При статичному випробуванні вантаж піднімають гаком на висоту 200–300 мм від рівня землі або майданчика і витримують у підвішеному стані протягом 10 хв; потім його опускають і оглядають кран з метою виявлення залишкових деформацій.

Для вимірювання залишкової деформації перед підніманням вантажу до металоконструкції крана закріплюють на тонкому дротику вантаж вагою 100–200 г і відмічають його положення. При випробуванні крана вантаж на дротику у випадку відсутності залишкової деформації займе попереднє положення. Якщо є деформація, тоді з'ясовують її причини. Кран до роботи в цей час не допускається.



Випробування автомобільних баштових і гусеничних кранів, що мають механізм для зміни вильоту стріли, здійснюються при найменшому і найбільшому вильотах стріли.

При статичному випробуванні стрілових кранів стріла їх встановлюється у положення, що відповідає найменшій стійкості крана. Періодичне випробування стрілових кранів, що мають постійний виліт стріли, здійснюється при встановленому на момент випробування вильоті. Вантаж також піднімається на висоту 200–300мм, після чого перевіряється положення опор.

Кран вважається таким, що витримав випробування, якщо протягом 10 хв. піднятий вантаж не опустився на землю і не виявлені тріщини, залишкові деформації або інші пошкодження.

Якщо результати статичного випробування позитивні, тобто немає деформації, тоді проводять динамічне випробування.

Динамічне випробування кранів здійснюється вантажем, що на 10 % перевищує вантажопідйомність крана. Дозволяється також випробування робочим вантажем, при цьому здійснюють повторне піднімання і опускання вантажу.

При динамічному випробуванні перевіряється надійність всіх механізмів крана в роботі. Особливу увагу звертають на дію гальм, апаратів управління, приладів, що забезпечують безпеку піднімання вантажу та ін.

У вантажопіднімального крана, який має два і більше механізмів піднімання, випробовують кожний механізм. Величина вантажу при статичному і динамічному випробуванні цих кранів визначається залежно від умов їх роботи і може бути сумісною або роздільною.

Результати технічного опосвідчення записуються в паспорті крана особою, яка проводила опосвідчення, і вказується термін наступного опосвідчення. Такий запис в паспорті свідчить про те, що кран відповідає вимогам діючих Правил і знаходиться у справному стані.



### Вимоги безпеки до канатів

Відповідальною частиною вантажопіднімальних машин і механізмів щодо безпеки робіт є сталі канати, що використовуються в ролі вантажних, стрілових, вантових, несучих, тягових і чальних тросів.

Сталі канати повинні відповідати державним стандартам і мати заводський сертифікат відповідно до ГОСТу «Канати сталі. Технічні вимоги». У сертифікаті зазначають підприємство, що виготовило канат, його призначення, вид покриття, діаметр, напрямок скрутки (лівий чи правий), масу каната, довжину (500–1000 м), розривне зусилля, матеріал сердечника (пластмасовий, органічний, металевий) і дату виготовлення.

За конструктивними ознаками канати бувають одинарної, подвійної і потрійної скрутки. При подвійній скрутці спочатку скручують окремі дротики у жмути, а потім жмути скручують у канат. За способом скрутки канати бувають такі, що розкручуються, і такі, що не розкручуються. За механічними властивостями дроту канати бувають високої якості, нормальної якості марки I; канати марки II і бензельні канати для перев'язування вантажів. За призначенням канати поділяють на вантажолюдські, вантажні і бензельні.

Сталі канати відрізняються кількістю жмутів, діаметром дротиків і кількістю дротиків у кожному жмуті. За типом звивання канати бувають хрестового і одностороннього звивання. На кранах переважно використовують сталі канати з пеньковим сердечником, хрестового звивання з кількістю дротиків  $6 \times 19 = 114$ ;  $6 \times 37 = 222$ ;  $6 \times 61 = 366$ ;  $18 \times 19 = 342$ .

Сталі канати, що встановлюють на вантажопіднімальних машинах і механізмах, перевіряють на міцність наступним розрахунком:

$$\frac{P}{S} \geq K, \quad (3.8)$$

де  $K$  — коефіцієнт запасу міцності каната (3–9);  
 $P$  — розривне зусилля каната, кгс;  
 $S$  — найбільше натягіння витка каната, кгс.

Кріплення і розташування канатів на вантажопіднімальній машині повинно виключати його зміщення або спадання. При оглядах крана необхідно перевірити кріплення кінців каната.

Петля на кінці каната для кріплення його на машині або для з'єднання з елементами стропів виконується за допомогою коуша шляхом заклепки. У місці кріплення канат згинають у петлю, в неї встромляють коуш і ставлять затискачі (рис. 3.6).

Кількість затискачів залежить від діаметра каната, але має бути не менше трьох (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Кількість затискачів

Діаметр каната, мм	8,8	15,5	17	19,5	22	24	28	35	37
Число затискачів	3	3	3	4	4	5	5	7	8

Крок розташування затискачів і довжина вільного кінця каната від останнього затискача дорівнює не менше 6 його діаметрів.

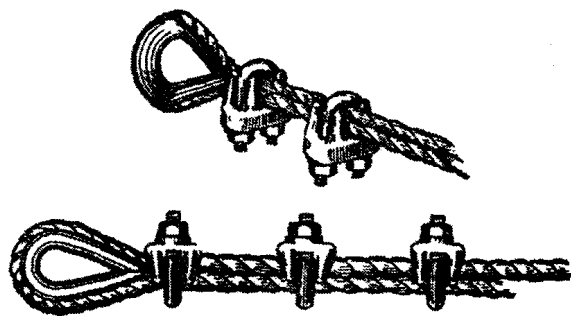


Рис. 3.6  
Кріплення канатів

Із сталених дротикових канатів виготовляють стропа. Стропами називають відрізки канатів, що забезпечують швидке, зручне і безпечне закріплення вантажів.

Існує кілька різновидів вантажних строп (рис. 3.7). На монтажних роботах використовуються стропа канатні (СК), ланцюгові (СЛ) та універсальні (УСК).

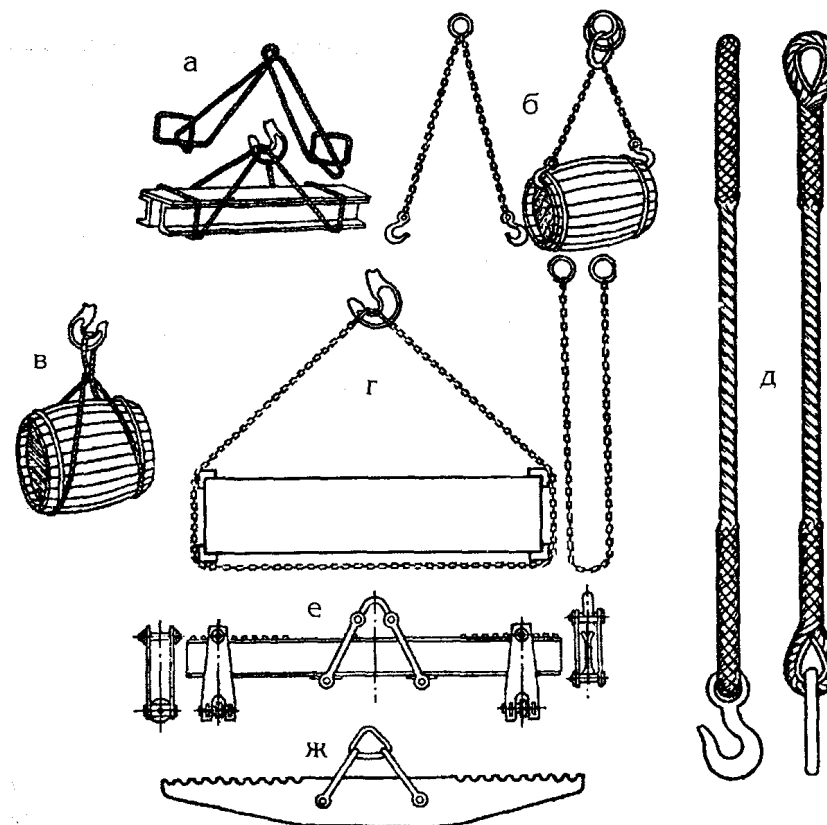


Рис. 3.7

Стропа і траверси: а — строп для обв'язування довгих вантажів; б — ланцюговий строп з гачками; в — петельний строп; г — ланцюговий строп з двома кільцями; д — одновитковий строп; е, ж — траверси



За кількістю витків стропа поділяють на одновиткові (1СК), двовиткові (2СК), тривиткові (3СК), чотиривиткові (4СК), двопетельні (СКП), кільцеві (СКК).

Багатовиткові стропа служать для піднімання вантажів за 2, 3 чи 4 точки. При строповці чотиривитковим стропом потрібно слідкувати за тим, щоб вони працювали в рівних умовах і навантаження передавалось на всі витки рівномірно.

Канатні стропа виготовляються з суцільного куска каната. Перед розрубкою сталевий канат необхідно у двох місцях на відстані 3–3,5 діаметра каната обмотати м'яким дротиком по довжині 5–6 діаметрів каната і тільки після цього розрубати зубилом. Зрощення канатів не допускається. При виготовленні витків строп кінці канатів закріплюються способом заплітання, гільзозклиновим з'єднанням або за допомогою алюмінієвої втулки.

Правильний добір канатно-чалочних пристосувань дуже важливий з точки зору безпеки робіт. Ці пристосування мають бути міцними, зручними, легкими, забезпечувати надійне зачеплення вантажу і добре триматися на гаку. Стропа і ланцюги добирають такої довжини, щоб кут між їх витками не перевищував 90°. Для обв'язування вантажів добираються чалочні пристосування, які відповідають вазі вантажу з урахуванням витків каната і кута їх нахилу.

Збільшення кута між витками до 120° дозволяється тільки у виключних випадках, коли висота піднімання не дозволяє використати більш довгі стропа. При розрахунку стропів, призначених для піднімання вантажів з обв'язуванням або зачепленням гаками чи кільцями, коефіцієнт запасу міцності канатів береться не менше 6. Запас міцності таких деталей стропів, як гаки і кільця, при розрахунках на згин має бути не менше 1,25 від межі текучості металу, а на розрив — не менше 5.

Навантаження  $S$  (кгс), що припадає на один строп (рис. 3.8), залежно від кута нахилу визначається за формулою:



$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{P}{a} = m \cdot \frac{P}{n}, \quad (3.9)$$

де  $n$  — число строп;

$P$  — вага вантажу, кг;

$m$  — коефіцієнт, що враховує кут нахилу стропа до вертикалі (при  $\alpha = 45^\circ$ ,  $m = 1$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ,  $m = 1,15$ ;  $\alpha = 45^\circ$ ,  $m = 1,42$ ;  $\alpha = 60^\circ$ ,  $m = 2$ ).

Зачалювання вантажів здійснюють тільки випробуваними стропами, що мають бірки, де вказано термін випробування і вантажопідйомність.

Змінні вантажозахватні пристосування (стропа, ланцюги, траверси, кліщі та ін.) після виготовлення підлягають технічному огляду на заводі, який їх виготовив. При цьому вони підлягають огляду і випробуванню навантаженням, що в 1,25 раза перевищує їх номінальну вантажопідйомність. Випробування проводиться протягом 10 хв.

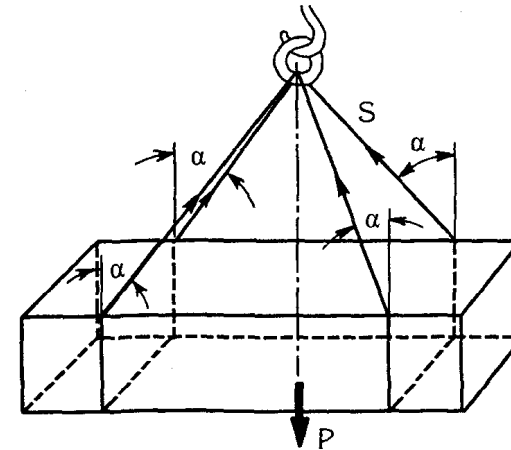


Рис. 3.8

Розрахунок навантаження, що припадає на один строп

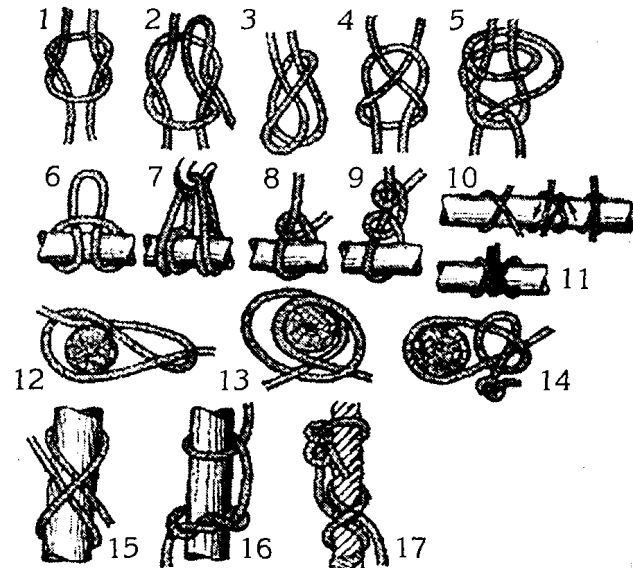


Рис. 3.9

Типи вузлів для підв'язування тросів і канатів при підніманні вантажів

1 — прямий вузол для з'єднання двох кінців одного каната або кінців двох канатів; 2 — рифтовий вузол для тієї ж мети, що і прямий вузол; 3 — подвійна петля; 4 — одинарний і 5 — подвійний шкотові вузли для з'єднання канатів різної товщини і для закріплення кінців каната в петлі; 6 — проста, 7 — подвійна петля; 8 — простий, 9 — подвійний вузли для підв'язування вантажів, закріплених в горизонтальному положенні; 10 — вантовий вузол; 11 — подвійний вантовий вузол; 12-15 — морські вузли; 16 — удавка для піднімання валів або колод, закріплених вертикально; 17 — вузол для підв'язування каната до кінця троса

Конструкція траверс, стропів, кліщів для піднімання вантажів повинна виключати їх довільне відчіплення і зберігати стійкість вантажу під час його піднімання і переміщення.

Перед початком робіт потрібно оглянути чально-стропальні пристосування і не допустити до роботи ті з них, які не відповідають технічним вимогам і вазі вантажу. Типи вузлів для підв'язування тросів і канатів при підніманні показані на рис. 3.9.

Обв'язування (зачіплення) вантажів стропами має виключати можливість зісковзування їх з вантажем, при цьому стропа накладаються без вузлів, скруток і петель.

Для забезпечення безпечної роботи при навантажуванні і розвантажуванні встановлюється єдина сигналізація.

Сигналізація може подаватися прапорцем або руками, подача сигналів голосом, крім сигналу «Стоп», забороняється. Сигнал «Стоп» кранівник зобов'язаний виконати незалежно від того, хто його подав.

При використанні строп з гаками вантаж підвішують до стропу за петлі, скоби, рами. При підніманні вантажів з гострими ребрами, підкладають спеціальні підкладки з дерева, тканини, а на вузли встановлюють спеціальні металеві кутники, які дозволяють уникати перетирання каната.

Стропальник має правильно накладати канат на гак, а якщо є петлі, то надівати їх по осі пащі гака. Основні прийоми накладання стропа на гак показані на рис. 3.10.

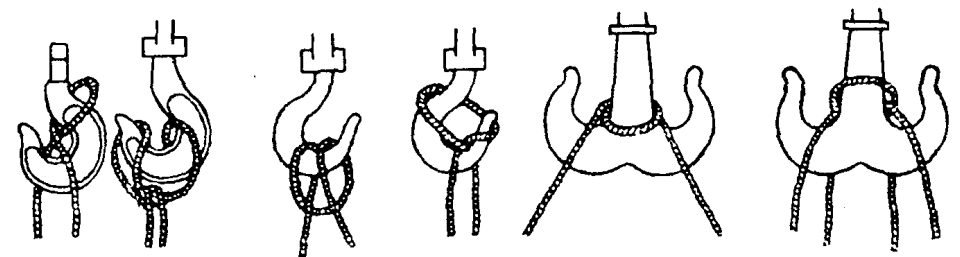


Рис. 3.10

Способи закріплення стропів на гак



Однією з причин травматизму є завчасна подача сигналу на піднімання вантажу, коли стропальник ще не забрав рук зі строп. Внаслідок натягування строп можливо прищипування пальців. Тому дії кранівника і стропальника мають бути чітко узгоджені.

Піднімання вантажів краном дозволяється тільки тоді, коли відома їх вага, яка не може перевищувати вантажопідйомність крана і стропів. При обв'язуванні вантажу стропи накладаються на основний масив відносно його центра ваги. Для піднімання вантажу несиметричної форми попередньо визначають центр ваги і відповідно з цим здійснюється стропування вантажу; при цьому гак крана має знаходитись над центром ваги.

Для збереження рівноваги при підніманні довгомірних і важких вантажів кріплення здійснюється не менш ніж двома стропами.

Під час піднімання великогабаритних і довгомірних вантажів для запобігання їх розгойдуванню, особливо при вітрі, слід використовувати з двох боків відтяжки з пенькових канатів діаметром не менше 25 мм або з тонкого сталюго троса.

При підніманні великогабаритних і важких вантажів попередньо вантаж піднімають на висоту не більше 200–300 мм від землі і оглядають закріплення його стропальником. Після впевнення у надійності накладання строп, а також справної дії гальм, подається сигнал до піднімання вантажу.

Вантаж, який переміщується у горизонтальному напрямку, необхідно підіймати на 0,5 м вище предметів, які зустрічаються на його шляху, і не дозволяється переносити його над людьми.

При вантажно-розвантажувальних роботах забороняється знаходження в зоні дії стріли не тільки сторонніх людей, але і стропальника. Після стропування вантажу стропальник відходить на безпечну відстань і тоді подає сигнал кранівнику. Попередньо визначається центр ваги і відповідно з цим здійснюється стропування вантажу, при цьому гак крана має знаходитись над центром ваги.



### Бракування сталюних канатів і ланцюгів

Термін служби сталюних дротових канатів може коливатись від кількох тижнів до кількох років. Оцінка придатності каната до роботи у значній мірі залежить від досвіду обслуговуючого персоналу.

Сталюні дротові канати руйнуються поступово: спочатку розриваються окремі дротики на поверхні каната, а потім у середині.

Найхарактернішими дефектами стропів є обрив дротиків чи пасом сталюго каната, недоброякісне заплітання кінців каната, розплющення і розплетення жмутів, знос дротинок і корозійне пошкодження жмутів канату, тріщини, розплющення, надриви і корозійні раковини на поверхні підвіски, гака, втулки, зрощення кінців канатів за допомогою вузлів. При роботі бувають випадки падіння вантажів внаслідок висмикування каната з затискувачів, якими він закріплюється за кран, або його розривання.

На передчасний знос канатів впливає безліч чинників, у тому числі частота і кількість згинів, тертя, вплив вологості, тепла та ін. Велике значення має правильне навішування вантажів і своєчасне проведення опосвідчення.

У процесі роботи всі вантажозахватні пристрої, що знаходяться в експлуатації, підлягають огляду: стропи через 10 днів, захвати через 1 місяць, траверси через 6 місяців експлуатації. Результати оглядів заносять у журнал обліку вантажозахватних пристроїв. Під час огляду звертають увагу на те, щоб на них не було вузлів, перекручування, ознак поверхневого зносу, розірваних дротин і жмутів. Зовнішні ознаки зносу каната з'являються в процесі роботи на його поверхні у вигляді розірваних дротинок та ін.

Бракування канатів, що знаходяться у роботі, здійснюють за числом обривів дротинок на повному кроці скручування і порівнюють їх з нормою.

Кроком скручування називається довжина каната, на якій жмут робить повне обертання навколо його осі.

На поверхні каната, де виявлено найбільшу кількість обірваних дротинок, відмічають крок скручування шляхом нанесення мітки.



Крок скручування визначають таким чином: на поверхні одного пасма канату крейдою наносять мітку, потім вздовж осі каната відраховують число пасом, з яких він складається, і на наступному витку наносять другу мітку. Відстань між мітками і буде кроком скручування. При цьому кроці підраховують кількість обривів і порівнюють з нормативними даними.

Якщо число обривів на кроці скручування більше за допустиме, канат бракують, тобто знімають з експлуатації. При цьому враховується також корозія і поверхневий знос каната. У випадку зменшення діаметра дротин внаслідок корозії чи поверхневого зносу, число допустимої кількості обірваних дротин зменшується.

Поверхневий знос чи корозію дротинок визначають за допомогою мікрометра чи штангенциркуля. Якщо за сертифікатом діаметр дротинок мав 1 мм, а після вимірювання встановлено, що він має 0,85 мм, поверхневий знос становить 15 %. У такому разі відповідно зменшується число обривів на одному кроці скручування.

Канат необхідно вибракувати при поверхневому зносі або корозії, якщо вони досягли 40 % початкового діаметра дротинок. При виявленні обірваного цілого пасма, канат також підлягає вибракуванню.

Своєчасне і правильне змащування сталевих дротових канатів у значній мірі подовжує термін їх служби.

Ланцюги змінних вантажозахватних пристосувань підлягають вибракуванню, якщо знос ланки перевищує 10 % початкового діаметра ланцюга.

### **3.3.3. Безпека внутрішньозаводського і внутрішньоцехового транспорту. Внутрішньозаводські проїзди, дороги і тротуари**

На території підприємства потрібно створювати найпростішу схему магістральних транспортних шляхів.



Схема транспортних шляхів підприємства має відповідати характеру виробництва, забезпечувати зручний і найкоротший зв'язок між будівлями і спорудами.

Транспортні шляхи на території підприємства проектується з мінімальною кількістю перетинів і зворотних рухів. Бажано, щоб транспортні шляхи по можливості поділяли територію підприємства на рівновеликі ділянки, були прямолінійними та забезпечували переміщення працюючих по найкоротшій відстані від прохідної до основних цехів.

Транспортні магістралі не дозволяється суміщати з доріжками, по яких проходять працюючі. Напрямок наскрізних проїздів має відповідати напрямку панівних вітрів.

Ширина магістральних шляхів має відповідати спеціальним вимогам і бути кратною шести або трьом. У всіх випадках ширину проїжджої частини доріг з двостороннім рухом приймають рівною не менше 6 м.

Відстань від будівель до проїжджої частини дороги має бути не більше 25 м. Особливу увагу при проектуванні магістральних шляхів звертають на правильний вибір радіусів заокруглення і поворотів, маючи на увазі ті транспортні засоби, які використовують у межах даного виробництва.

При неправильному виборі радіусу заокруглення створюється небезпека заносу або перекидання транспортних засобів.

На основних внутрішньозаводських магістральних проїздах необхідно уникати розміщення залізничних шляхів. Ширина проїжджої частини автомобільних доріг у місцях перетину із залізничними коліями приймається рівною 10 м.

Внутрішньозаводські залізничні колії (1,52 м) прокладають, дотримуючись відстані 6 м від осі залізничного шляху до стін споруд і будівель, які мають виходи.

Тротуари на території підприємства розміщують уздовж проїздів шляхом забезпечення зручного і безпечного пішохідного руху між прохідними і окремими будівлями.



Ширину тротуару проектують кратною смузї руху шириною 0,75 м. Кількість смуг руху залежить від чисельності працюючих. Мінімальна ширина тротуару приймається рівною 1,5 м.

Тротуари і пішохідні доріжки розміщують з відступом від проїжджої частини дороги до краю тротуару (не менше 2 м). Як виключення, при тісних умовах забудови дозволяється примикання тротуарів до проїжджої частини дороги. При цьому тротуари мають бути на рівні верху бортового каменя і відокремлені від дороги смугою зелених насаджень.

Розміщення тротуарів біля стіни будівлі допускається тоді, коли здійснюється відведення води від покрівлі будівлі. При відсутності відведення води тротуар розміщують не менше ніж на 1,5 м від будівлі.

Правила техніки безпеки і виробничої санітарії передбачають, що швидкість руху внутрішньоцехового транспорту не повинна перевищувати 5 км/год, а транспортні засоби мають бути забезпечені відповідною сигналізацією.

### Безпечна експлуатація рейкових засобів

На промислових підприємствах використовуються різноманітні види транспортних засобів: рейкові, автомобільні, монорейкові, електровозики, електрокари, конвеєри, пневматичний транспорт. Різні види транспорту, що використовується на промислових підприємствах, створюють потенційну небезпеку виникнення нещасних випадків.

Використання залізничних транспортних засобів є причиною виникнення більш небезпечних ситуацій порівняно з безрейковим транспортом, використання якого значно знижує потенційну небезпеку травматизму. При безрейкових транспортних засобах немає перехресних залізничних колій, виключається затримка вантажів через маневрування составів.

При перетині внутрізаводських залізничних колій автодорогами і пішохідними доріжками необхідно установити переїзди і переходи

зі світло-звуковою сигналізацією. Охороняемі переїзди повинні мати закриті шлагбауми з ліхтарем і добре освітлення вночі. З обох боків переїзду встановлюють попереджувальні знаки на відстані гальмівного шляху. Освітленість залізничних колій і переїздів повинна бути не менше 0,5 лк.

Залізничні платформи і вагони вздовж фронту розвантаження (навантаження) мають переміщуватися локомотивами або мотовозами. Забороняється переміщення їх машинами нерейкового транспорту. При зупинці залізничних составів під уклін крім включення гальм під колеса вагонів підкладають гальмівні башмаки.

Стан залізничних колій, стрілок має щоденно перевірятися із занесенням результатів перевірки до шляхового журналу. Працівники, які обслуговують залізничний транспорт, мають бути навчені правилам охорони праці.

Для переміщення вантажів всередині цеха досить поширеними є вузькоколіїні шляхи, їх укладають на міцну основу з точним дотриманням стикування рейок.

Нахил вузькоколіїних шляхів всередині цеха не допускається, а поза цехом він має бути не більше 0,02. Вузькоколіїні шляхи повинні утримуватися у справному стані і регулярно перевірятися. Для вимкнення довільного перевodu стрілок при проході по них рухомого складу їх забезпечують контрвантажамі. Для запобігання сходження вагонеток з колій у кінці вузькоколіїного шляху установлюють упори. Вагонетки мають бути у справному стані, з визначенням їх граничної вантажопідйомності.

Вагонетки з перекидним кузовом розвантажуються спеціальними пристосуваннями для запобігання їх падіння, люди при цьому мають знаходитися у боці, протилежному перекиданню. Між вагонетками, які рухаються в одному напрямку, допускається відстань на горизонтальних ділянках 20 м, на похилих — 30 м.

Забороняється їздити на підніжках як порожніх, так і навантажених вагонеток, тягнути їх на себе; вагонетки штовхають тільки вперед та ін.





Крім наземних рейкових транспортних засобів в умовах виробництва використовуються підвісні шляхи монорейкового транспорту. Для їх безпечної експлуатації необхідно, аби підвісні шляхи були надійно закріплені до будівельних конструкцій з дотриманням точності стискування рейок.

При влаштуванні монорейкових шляхів не дозволяється їх нахил. Передаточні возики, круги і стрілки монорейкового транспорту повинні мати пристосування для фіксування стиків монорейкових шляхів, аби уникнути сходження вагонеток з колії. У процесі експлуатації необхідно регулярно перевіряти стан фіксаторів, а при виявленні несправності заборонити їх використання. Перевідні стрілки монорейкових шляхів мають вільно переводитись, а зазор на стиках рейок передаточного моста або перевідної стрілки не повинен перевищувати 10 мм.

Вагонетки монорейкового транспорту забезпечують спеціальними заціпками, які утримують їх від самодовільного перекидання.

У процесі експлуатації монорейкових шляхів їх вантажопідйомність і швидкість руху встановлюють за розрахунковими даними відповідно до місцевих умов виробництва.

### Безпечна експлуатація транспортних засобів безперервної дії

Монтаж і безпечна експлуатація стрічкових конвеєрів здійснюється відповідно до вимог ГОСТу та їх паспортних даних.

Усі частини конвеєра, що обертаються, мають бути огорожені. Якщо конвеєр розміщений над проходами і проїздами, частини його, що обертаються, мають бути захищені навісами, прокладеними за габарити конвеєра на 1 м.

Для обслуговування конвеєра ширина проходів має бути не меншою 0,7 м — при його обслуговуванні з одного боку; 1,0 м — між паралельно встановленими конвеєрами.

Ширина проходу між паралельно встановленими конвеєрами, закритими по всій трасі жорсткими або сітковими огороженнями, може бути зменшеною до 0,7 м; при обслуговуванні конвеєра з обох боків ширину проходів встановлюють до 1,2 м.

Висота проходів має бути не менше 2,2 м для конвеєрів, установлених у виробничих приміщеннях; 1,8 м — для конвеєрів, установлених в галереях, тунелях і на естакадах.

Для зручності ходіння вздовж конвеєра до настилу естакад і галерей закріплюються поперечні дерев'яні планки на відстані 0,3–0,5 м одна від одної.

Для негайної зупинки конвеєра по всій його довжині прокладають тросик, з'єднаний з пусковим пристроєм. Підключають і експлуатують електричну частину конвеєра відповідно до правил електробезпеки.

Електричні дроти на конвеєрі і від конвеєра до рубильника захищають додатковою гумовою ізоляцією. Рама конвеєра заземлюється. Конвеєри повинні мати пристрої для вимкнення їх при обриванні стрічки або канатонатягувальних пристроїв. Для розвантаження вального возика на конвеєрах передбачаються кінцеві вимикачі.

При експлуатації конвеєрів в умовах, коли вся траса не проглядається, з місця пуску встановлюють звукову і світлову сигналізацію, зблоковану з пусковим пристроєм таким чином, щоб виключалась можливість пуску даного обладнання без попередньої подачі сигналу. Пряму сигналізацію з поста конвеєра дозволяється використовувати у тих випадках, коли конвеєр проглядається на всю довжину.

Забороняється експлуатація конвеєрної установки за відсутності або несправності огороження барабанів, роликів опор або відхилення роликів, без заземлення електрообладнання і рами конвеєра, без сигналізації і освітлення, бєх ходових трапів, засобів боротьби з пилом та ін.

При одночасній роботі декількох послідовних конвеєрів або в поєднанні конвеєрів з іншим технологічним обладнанням двигуни всіх машин мають бути зблоковані.

Конвеєри мають автоматично зупинитись при завантаженні бункерів сипучими матеріалами до верхнього рівня. Виконання будь-яких ремонтних робіт на конвеєрі під час його руху забороняється. Конвеєри, віддалені від робочих місць, обслуговуються двома робітниками.



Ланцюгові конвеєри обладнують бортами висотою не менше половини граничних габаритів транспортуємих матеріалів. При нахилі конвеєрів понад  $6^\circ$  передбачається спеціальне гальмівне пристосування, що запобігає зворотній ході стрічки.

Для переходу над трасою конвеєра в необхідних місцях влаштовують перехідні містки шириною 1 м, огорожені поручнями висотою не менше 0,9 м.

Якщо конвеєри прокладено над проходами, їх огорожують суцільною обшивкою, яка виключає можливість падіння матеріалів, що транспортуються, і довільного торкання людини до стрічки.

Під час роботи конвеєра не допускається усувати буксування стрічки шляхом підсипання піску між стрічкою і барабаном, натягувати стрічку, переставляти ролики. Ці операції здійснюють при виключеному електродвигуні та вивішеному написі: «Не вмикати — працюють люди!»

Очищення стрічки конвеєра від налиплих матеріалів, що транспортуються, здійснюють на холостій вітці механічними і пневматичними пристосуваннями при повній зупинці конвеєра.



## 3.4. Електробезпека

### 3.4.1. Особливості електротравматизму

Електрифікація всіх сфер людської діяльності ставить на перший план питання про захист персоналу, що обслуговує електроустаткування, а також інших осіб, які можуть підпадати під небезпеку ураження струмом.

Практика свідчить про те, що майже у всіх галузях, де використовується електричний струм, бувають випадки ураження людей. Ураження струмом є найрозповсюдженішим небезпечним і несподіваним для потерпілого видом виробничого травматизму.

Небезпека електротравматизму особливо велика тому, що електричний струм неможливо виявити ні за зовнішнім виглядом, ні за звуком, ні за запахом. Небезпека ураження струмом виникає з такою швидкістю, що людина не спроможна самостійно звільнити себе від дротів або деталей, що знаходяться під напругою. Академік І. П. Павлов зазначав, що при цьому має місце невідповідність швидкості дії впливу та швидкості рефлексів.

Нещасні випадки найчастіше виникають внаслідок контакту зі струмопровідними частинами електрообладнання чи провідниками при виконанні ремонтних робіт.

За статистичними даними, кількість травм, викликаних електричним струмом, становить 11–17 % від загального числа нещасних випадків із смертельними наслідками. Із загального числа смертельних випадків до 80 % припадає на експлуатацію промислових установок напругою до 1000 В, решта — на установки напругою понад 1000 В.

Приведене співвідношення характерне не тільки для України, а й для більшості країн світу, хоча абсолютне число нещасних випадків в різних країнах є різним.

Такий стан електротравматизму пояснюється тим, що електроустановки, які працюють під напругою до 1000 В мають значно ширше розповсюдження, ніж електроустановки під напругою понад



1000 В. З обладнанням, яке працює під напругою до 1000 В, контактує величезна кількість людей, що часто не зважають на величезну небезпеку електричного струму. Із числа потерпілих основну групу складають електромонтери, електрозварювальники, робітники, які обслуговують технологічне обладнання та електроустаткування.

Ураження неізольованої від землі людини електричним струмом може виникати тоді, коли вона:

- а) доторкнулася до однієї або двох фаз електроустановки під напругою;
- б) наблизилась на небезпечну відстань до неізольованих струмопровідних частин електроустановки під напругою;
- в) доторкнулася до металевих корпусів електрообладнання, що перебуває під напругою в результаті пошкодження електричної ізоляції;
- г) потрапила під «крокову напругу», що виникає в місцях розтікання струму в землі;
- д) доторкнулася до накопичувачів електричної енергії, відключених від мережі (батареї конденсаторів, кабельні чи повітряні лінії та ін.);
- е) потрапила під дію атмосферного струму під час грозових розрядів та ін.

Основними причинами електротравматизму є:

- порушення правил техніки безпеки при експлуатації електричного устаткування;
- незадовільне огороження струмопровідних частин установки від випадкового до них доторкання;
- незадовільне заземлення електроустановок та ізоляція струмопровідних частин;
- невідповідність машин, апаратів, кабелів і провідників умовам їх експлуатації;
- робота машин біля ЛЕП, що перебувають під напругою, без дотримання заходів безпеки, неправильна експлуатація переносного ручного електроінструменту;



- низький рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу, виконання робіт під напругою без дотримання правил техніки безпеки та без захисних засобів та ін.
- Отже, заходи електробезпеки були і залишаються важливим питанням охорони праці.

Електробезпека — це система організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист людини від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичного струму.

До числа небезпечних і шкідливих чинників належить підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може відбуватись через тіло людини, підвищений рівень статичного струму, підвищений рівень електромагнітних випромінювань електричного і магнітного полів.

### 3.4.2. Дія електричного струму на організм людини

Дія електричного струму на організм людини має різносторонній характер і відрізняється від дії інших матеріальних чинників.

Небезпека ураження струмом характеризується тим, що вона не має зовнішніх ознак. Струм діє на організм людини миттєво, і вона усвідомлює небезпеку занадто пізно, коли вже неможна самостійно і свідомо вжити дій захисту, оскільки при проходженні небезпечного струму по м'язах вони, незалежно від бажання людини, скорочуються. цього до того ж м'язи скорочуються з такою силою, що людина не лише не може самостійно відірватись від струмопровідних частин, а навіть не може покликати на допомогу. Дія електричного струму виявляється по-різному — від слабких подразнень до смертельних наслідків.

Електричний струм, проходячи через тіло людини, може спричинити термічну, хімічну, світлову, механічну та біологічну дії.

Термічна дія струму виявляється у внутрішніх та зовнішніх опіках окремих ділянок тіла. При цьому нагріваються кровеносні судини, нерви, серце, мозок та інші органи, що призводить до їх серйозних функціональних розладів.

Хімічна дія струму виявляється в електролізі органічної речовини і крові, які просочують тканини організму, внаслідок чого порушується їх фізико-хімічний склад.

Світлова дія струму — це подразнення та пошкодження оболонок органів зору ультрафіолетовими променями електричної дуги.

Механічна дія струму призводить до пошкодження тканин та суглобів, порушення цілісності шкіри, м'язів, кісток, сухожилків та ін.

Біологічна дія, яка є властивістю виключно живої тканини, проявляється у сильному збудженні нервової системи, що веде до порушення внутрішніх біоелектричних процесів, які пов'язані з життєвими функціями організму. У живому організмі постійно виникають біоелектричні процеси, і зовнішній струм, взаємодіючи з ними, може викликати судомні скорочення м'язів. Струм, проходячи через організм людини, викликає подразнення рецепторів і чутливих нервових закінчень, що знаходяться в них, і призводить до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів, у тому числі серця і легенів, навіть якщо ці органи не лежать на шляху струму, що призведе до зупинки дихання і кровообігу.

Отже, електричний струм у тілі людини обумовлює перетворення поглиненої організмом електричної енергії на інші її види і призводить до згаданих наслідків.



Рис. 3.11  
Контактний опік IV ступеня перемінним струмом 220 В

Електричні ураження під дією струму можна умовно розподілити на місцеві електричні травми, коли виникає місцеве пошкодження організму, і загальні, так звані електричні удари, коли уражається весь організм внаслідок порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем.

Місцеві електричні травми мають яскраво виражене місцеве порушення цілісності тканин тіла під дією електричного струму. Частіше всього це поверхневі пошкодження, тобто ураження шкіри, а іноді м'яких тканин, а також зв'язок і кісток. Переважно місцеві травми виліковуються і працездатність людини відновлюється повністю або частково. При тяжких електротравмах людина гине, але безпосередньою причиною є не струм, а місцеве ураження організму під дією електричного струму.

Характерними видами місцевих електричних травм є електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні ураження та електроофтальмія.

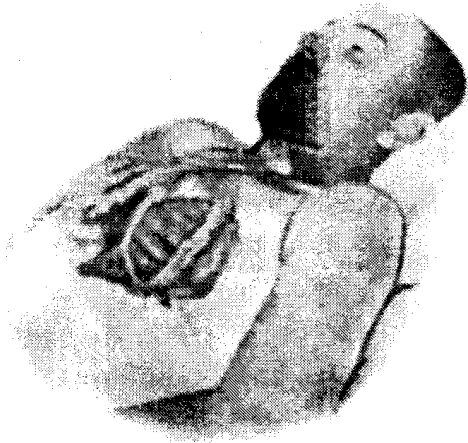
Електричні опіки — найбільш поширена електротравма, що виникає у більшій частині потерпілих від електричного струму (понад 60 %).

Залежно від умов виникнення опіки бувають трьох видів: струмовий, або контактний, коли струм безпосередньо проходить через тіло людини; дуговий, коли на тіло людини діє електрична дуга, але без проходження струму через тіло, та змішаний опік під впливом обох чинників. «Ствол» електричної дуги має високу температуру — від 3600 до 15 000 °С і вище. Очевидно, що людина, яка потрапила в зону дії дуги, отримає опіки того чи іншого ступеню тяжкості. Як правило, такі опіки бувають наслідком випадкових коротких замикань в електроустановках напругою від 220 до 600 В (рис. 3.11, 3.12).

В установках високої напруги (понад 1000 В) під дією струму і електричної дуги виникають змішані опіки. При цьому дуга утворюється між людиною і струмопровідною частиною. У таких випадках струм має силу в кілька ампер і високу напругу. Це викликає, як правило, тяжкий опік в місцях входу і виходу струму (рис. 3.13).



**Рис. 3.12**  
*Дуговий опік лиця, шиї і руки I і II ступеню  
внаслідок короткого замикання (380 В)*



**Рис. 3.13**  
*Тяжкий опік грудної клітки внаслідок включення  
потерпілого в мережу струму через електричну дугу*

Тканини, що лежать на шляху струму, внаслідок великої кількості теплоти висушуються, обуглюються і навіть безслідно згорають. Струм великої сили, що проходить через тіло людини, в більшості випадків не викликає зупинки серця.

Внаслідок контакту людини з електричною мережею майже у всіх випадках на тілі в місцях дотику з'являються електричні знаки. Це плями сірого або жовтого кольору на поверхні ділянок тіла, які підпали під дію електричного струму, переважно круглої або овальної форми розміром до 5 мм з поглибленням у центрі. Трапляються знаки у вигляді подряпин, невеликих ран, крововиливів під шкіру, мозолів і дрібноточкової татуїровки. Іноді форма знаку відповідає формі струмопровідної частини, якої торкнулася людина, або форми блискавки.

Уражена ділянка шкіри затвердіває подібно до мозолу. Виникає нібито змертвіння верхнього шару шкіри. Електричні знаки переважно нехворобливі, і лікування їх закінчується благополучно. З часом верхній шар шкіри сходить, і уражене місце набуває початкового кольору, еластичності та чутливості.

Металізація шкіри виникає внаслідок проникнення в глибину шкіри газоподібних або розплавлених часток металу під дією електричної дуги.

Таке явище спостерігається при коротких замиканнях, відключеннях вимикачів під напругою та ін. При цьому під дією динамічних сил і теплового потоку бризки розплавленого металу розлітаються у всі сторони з великою швидкістю і проникають у верхні шари шкіри. Кожна така частка металу має високу температуру, але малий запас теплоти і не може пропалити одяг, тому при цьому уражуються переважно відкриті ділянки тіла — обличчя і руки.

Уражена ділянка шкіри має жорстку поверхню. Потерпілий відчуває на ураженій ділянці біль від опіків і напругу шкіри від наявності в ній чужорідного тіла. З часом хвора шкіра сходить, уражена ділянка набуває нормального вигляду і зникають всі хворобливі відчуття, що пов'язані з цією травмою. Лише при ураженні очей лікування може бути довгим і складним, а в деяких випадках навіть і безрезультатним, тобто потерпілий може втратити зір. Тому роботи, при яких може виникати коротке замикання, потрібно виконувати у захисних окулярах, одяг застібнути на всі гудзики, комір закрити, а



рукава опустити і застебнути біля зап'ястя. Металізація шкіри спостерігається у 10 % потерпілих від електричного струму, причому в більшості випадків одночасно з нею виникає дуговий опік, який майже завжди викликає більш тяжкі наслідки, ніж металізація.

Механічні ураження є наслідком різких невимушених судомних скорочень м'язів під дією струму. Такі скорочення призводять до розриву кровоносних судин, м'язів, сухожилків, що може спричинити вивих суглобів або перелом кісток. Вони виникають тоді, коли людина довгий час перебуває під напругою в установках до 380 В. Такі випадки мають серйозні наслідки і вимагають тривалого лікування.

Електроофтальмія — це ураження при горінні електричної дуги зовнішніх оболонок очей потужним ультрафіолетовим випромінюванням, яке енергійно поглинається клітинами організму і викликає в них хімічні зміни. Потерпілий відчуває різкий біль в очах, осліплення, світлобоязнь, слезотечу та ін. Запобігання електроофтальмії при обслуговуванні електроустановок забезпечується шляхом використання захисних окулярів, які майже не пропускають ультрафіолетових променів і захищають очі від бризок розплавленого металу при виникненні електричної дуги.

При проходженні через тіло людини струмів невеликої сили (до 100 мА) при напрузі до 1000 В виникає електричний удар.

Електричний удар — це збудження живих тканин організму людини струмом, що супроводжується судомним скороченням м'язів. Струм скорочує м'язи серця і органів дихання, викликає зупинку серця і порушення системи дихання.

Електроудари — це найнебезпечніший вид ураження організму електричним струмом, при якому порушується функціонування серцевої, дихальної і мозкової системи людини. При електроударах людина може не зазнавати зовнішніх місцевих уражень, які бувають при електротравмах.

Залежно від наслідків ураження електричні удари умовно можуть бути поділені на чотири ступеня:



I — судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II — судомні скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженням дихання і роботи серцево-судинної системи;

III — втрата свідомості і порушення дихання або роботи серця;

IV — клінічна смерть, тобто відсутність дихання і кровообігу.

Клінічна смерть — це перехідний стан від життя до смерті, який настає з моменту припинення діяльності серця і легенів.

У людини, яка перебуває в стані клінічної смерті, відсутні всі ознаки життя: вона не дихає, серце її не працює, больові подразники не викликають жодних реакцій, зіниці очей різко розширені і не реагують на світло. Життя людини ще повністю не згасло, на дуже низькому рівні відбуваються обмінні процеси, достатні для підтримки мінімальної життєдіяльності. Деякі органи, наприклад довгастий мозок, зберігають здатність функціонувати протягом 6–10 і навіть більше хвилин. Це дозволяє при вжитті відповідних заходів вплинути на більш стійкі життєві функції організму і відновити згасаючі або щойно згаслі функції. Насамперед у людини гинуть дуже чутливі до кисневого голоду клітини кори головного мозку. З діяльністю цих клітин пов'язані свідомість і мислення. Кора головного мозку розпадається дуже швидко і бували випадки, коли лікарі оживляли серце, відновлювали дихання, але людина вмирала від руйнування кори головного мозку або залишалася психічно неповноцінною. Після періоду клінічної смерті настає біологічна смерть. Це вже незворотне явище, що характеризується припиненням біологічних процесів у клітинах, тканинах і розпадом біологічних структур.

Причиною смерті від електричного струму може бути: припинення роботи серця, припинення дихання і електричний шок.

Припинення серцевої діяльності є найнебезпечніша причина смерті від струму, бо в такому разі повернути людину до життя значно складніше, ніж при електричному шоку чи при зупинці дихання.

Струм може діяти на серцеві м'язи безпосередньо, коли його шлях проходить через серце або рефлекторно через центральну нервову систему, (коли шлях струму лежить поза межами серця). В обох випадках може наступити зупинка серця або його фібриляція.



Фібриляцією серця називається такий стан, коли серце перестає скорочуватись як одне ціле у відповідній послідовності (спочатку передсердя, а потім шлуночок), настають окремі некоординовані посіпування серцевих м'язів (фібрил) і серце перестає працювати як насос. Воно втрачає енергію і не виконує корисної роботи, внаслідок чого в організмі припиняється кровообіг, серце виснажується і зупиняється. Разом з кровообігом припиняється дихання і настає клінічна смерть, яка при ненаданні допомоги переходить в біологічну смерть. Фібриляційний стан триває короткий час, після чого настає повна зупинка серця.

Зупинка дихання від електричного струму спостерігається значно частіше, ніж зупинка серцевої діяльності. Порушення роботи легеневої системи також спричинюється безпосередньою чи рефлекторною дією струму на м'язи грудної клітки, які беруть участь у процесі дихання. Судоми м'язів грудної клітки утруднюють дихальні рухи, внаслідок чого настає асфіксія — задуха від нестачі кисню і надлишку вуглецю в організмі.

Людина починає відчувати утруднення дихання вже тоді, коли через неї проходить струм в 20–25 мА промислової частоти (50 Гц). Якщо цей струм довгий час буде проходити через тіло людини, настануть судоми м'язів, потім припиниться дихання і нарешті зупиниться серце — настане клінічна смерть. Припинення серцевої діяльності у цьому випадку буде викликана вже не дією струму, оскільки струм до 100 мА не викликає фібриляції серця, а припиненням постачання кисню в організм внаслідок зупинки дихання.

Великі струми, від 100 мА до 5 А, які викликають фібриляцію серця, можуть також призвести до зупинки дихання. Однак при цих струмах первинним буде припинення серцевої діяльності, оскільки явище фібриляції настане значно раніше, ніж параліч дихання. При струмах понад 5 А, коли на людину діє висока напруга (понад 1000 В), спочатку зазвичай припиняється дихання.

При надмірному збудженні організму людини електричним струмом виникає дуже важка нервово-рефлекторна реакція організму.

му. Вона супроводжується глибоким порушенням кровообігу, дихання, обміну речовин, внаслідок чого настає електричний шок.

Електричний шок має дві фази: перша — сильне нервово збудження, друга — глибоке гальмування і знесилення нервової системи. Після сильного нервового збудження знижується кров'яний тиск, частішає пульс, слабшає дихання, виникає депресія — пригнічений стан і повна байдужість до оточення при наявності свідомості. Такий шоківий стан продовжується від декількох хвилин до декількох діб. Після чого настають одужання або смерть від повного згасання життєво важливих фізіологічних функцій. Лише при активному наданні лікарської допомоги можна досягти видужання.

Слід визначити, що електричні удари є серйозною небезпекою для життя людини. Вони викликають 85–87 % смертельних уражень (беручи за 100 % всі смертельні випадки від дії струму).

Таким чином, як будь-який подразник, електричний струм діє на людину місцево, пошкоджуючи тканини організму, і рефлекторно — через нервову систему, уражаючи судини, рухальні і дихальні органи.

### 3.4.3. Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом

#### Опір тіла людини

Тяжкість ураження організму людини електричним струмом залежить від цілого ряду фізіологічних та фізичних чинників і умов.

Наслідки ураження струмом залежать від такого фізіологічного чинника, як опір тіла людини. Тіло людини є провідником електричного струму. Однак провідність тіла людини відрізняється від провідності звичайних провідників і напівпровідників. Це обумовлюється не тільки його фізичними властивостями, але і складними біологічними і фізико-хімічними явищами, які притаманні живим організмам.



Електричний опір тіла складається з опору шкіри та опору внутрішніх органів. Опір тіла людини є змінною величиною, що має нелінійну залежність від багатьох чинників, у т. ч. від стану шкіри, параметрів електричної мережі, фізіологічних чинників і стану навколишнього середовища.

Опір шкіри становить основну частину опору тіла людини. Електричний опір епідермісу (зовнішнього шару шкіри) у 1000 разів більший за опір дерми (внутрішнього шару). Зовнішній шар епідермісу складається з кількох шарів, верхній, як правило, найтовщий називається роговим. Він складається з мертвих ороговілих клітин, що не мають кровоносних судин і нервів, і є шаром неживої тканини, яка вкриває все тіло.

Товщина рогового шару на різних ділянках тіла різна (0,02–0,2 мм). Найтовщим роговий шар буває в місцях, які підлягають постійній механічній дії, на підошвах і долонях, де, потовщуючись, він може утворювати мозолі.

Роговий шар має високу механічну міцність. Він погано проводить теплоту і електричний струм. У сухому непошкодженому стані він може розглядатись як діелектрик, його питомий опір досягає  $10^6$  Ом, тобто в сотні і тисячі разів перевищує опір інших ділянок шкіри і внутрішніх органів.

Опір однієї і тієї ж самої ділянки шкіри змінюється в широких межах залежно від її стану. При сухій чистій і непошкодженій шкірі опір тіла людини коливається в широких межах, приблизно від 3000 до 100 000 Ом, а іноді і більше; якщо ж зіскоблити роговий шар, опір знижується до 1000–5000 Ом. Порізи, подряпини та інші мікротравми можуть знизити опір тіла людини до значення близького внутрішньому опору. Все це збільшує небезпеку ураження людини струмом.

Небезпеку ураження людини струмом збільшує також зволоженість шкіри, оскільки волога, яка потрапила на шкіру людини, розчиняє на її поверхні мінеральні речовини і жирні кислоти, що вийшли з потом і шкіряним салом. Внаслідок цього електропровідність шкіри значно підвищується.



Забрудненість шкіри різними речовинами, особливо тими, що добре проводять струм (металевий або вугільний пил, окалина та ін.) знижує її опір, тому що пил, бруд потрапляють у протоки потових і сальних залоз, створюють у шкірі струмопровідні канали. Тому особи, у яких руки забруднюються струмопровідним пилом і брудом, піддаються більшій небезпеці ураження струмом, ніж ті, які працюють сухими і чистими руками.

Внутрішній опір тіла людини — це опір внутрішнього шару шкіри, внутрішніх тканин і органів та систем людини. Внутрішній опір має різні значення. Наприклад, жирова тканина — 30–60 Ом, м'язова — 1,5–3,0, кров — 1–2, спинномозкова рідина — 0,5–0,6 Ом.

Отже опір тіла людини — це змінна величина, яка може коливатися в широких межах. Однак при доборі захисних та технічних засобів захисту від ураження електричним струмом при розрахунках за опір тіла людини беруть 1000 Ом.

Наслідки ураження організму струмом залежать від місця контакту електрода з тілом людини, оскільки опір шкіри неоднаковий на різних ділянках тіла. Найменший опір має шкіра обличчя, шиї, тильної сторони кисті руки, підпахової впадини.

На тілі людини є цілий ряд точок, в яких опір шкіри в багато разів менший від опору сусідніх ділянок. Майже всі ці ділянки співпадають зі старовинною топографією голковколуювання. Пояснити це цікаве явище поки що неможна.

Значно меншою мірою на опір тіла людини впливають такі чинники, як стать або вік людини. У жінок, як правило, опір тіла менший, ніж у чоловіків, у дітей і молодих людей — менший, ніж у дорослих. Пояснюється це, мабуть, тим, що у деяких осіб шкіра тонша і ніжніша, а у інших — товща.

### Параметри електричного струму

При ураженні організму людини струмом вирішальне значення мають не фізіологічні чинники, а фізичні параметри електричного струму. До них належить сила струму, напруга, рід і частота струму.





Критерієм небезпеки електротравматизму є значення сили струму. При цьому ступінь негативної дії струму на організм людини збільшується зі збільшенням сили струму. Разом з цим наслідок ураження визначається також тривалістю дії струму на організм людини, шляхом його протікання через тіло та навколишнім середовищем.

Розрізняють три ступеня дії сили струму при проходженні його через організм людини: відчутний, невідпускаючий і фібриляційний струм.

Так, людина починає відчувати найменший струм в межах 0,1 мА при змінному і 5–7 мА при постійному струмі. Ці значення струму є порогом, з якого починається область відчутних струмів. Величина порогового відчутного струму справедлива тоді, коли струм проходить по шляху рука — рука, або рука — нога. Якщо людина торкнулась джерела струму більш ніжними ділянками шкіри, відчутний струм буде мати ще менше значення. Відчутна дія при змінному струмі позначається слабким свербінням і легким поколюванням, при постійному струмі людина відчуває теплоту тим місцем, яким торкнулася до струмопровідної частини.

Пороговий відчутний струм не може викликати ураження людини, і в цьому випадку він вважається безпечним. Однак не можна допустити, щоб такий струм довгий час проходив через тіло людини, тому що він може негативно вплинути на стан її здоров'я, а також стати побічною причиною нещасного випадку, оскільки людина, яка працює з електрообладнанням, відчувши дію струму, може втратити впевненість у своїй безпеці і прийняти неправильне рішення.

Якщо сила струму більша відчутного порогу, виникають судоми м'язів і неприємні хворобливі відчуття. Біль стає нестерпним, судомне скорочення м'язів — таким значним, що їх не може перебороти. Людина не може розімкнути руку і самостійно припинити контакт зі струмопровідною частиною, тому цей струм отримав назву невідпускаючого (10–20 мА). Такий струм є безпечним для людини, якщо він не викликає раптового її ураження. Однак при довгому проходженні струму його значення буде зростати за рахунок зниження опору тіла, що може призвести навіть до смерті.

При дії постійного струму вважається, що невідпускаючих струмів немає, оскільки людина за будь-яких його значень може самостійно відірватись від струмопровідних частин. Але у момент відриву у неї настає дуже болюче скорочення м'язів. Випробуванням встановлено, що найбільше значення постійного струму, за якого людина ще може витримати біль в момент відриву рук від провідника, становить 50–80 мА. Цю величину струму умовно прийнято за невідпускаючий поріг для постійного струму.

Електричний струм, що викликає при проходженні через організм фібриляцію серця, називається фібриляційним, а найменше його значення — поговорим фібриляційним струмом. Сила фібриляційного змінного струму становить 100 мА і не більше 5 А при частоті 50 Гц та 300 мА і не більше 5 А — для постійного.

Струм понад 5 А як при постійній напрузі, так і при 50 Гц, як правило, фібриляцію серця не викликає. При дії такого струму виникає раптова зупинка серця, минаючи стан фібриляції. Якщо дія струму була короткочасною (до 1–2 с) і не викликала ураження серця після відключення струму, серце, як правило, самостійно поновлює нормальну діяльність.

Характер дії струму різного значення на організм людини наведений у табл. 3.12.

На практиці були випадки виживання людей після того, як через них проходив струм у кілька ампер, але всі вони ставали після цього інвалідами.

Чисельні дослідження підтверджують характер наслідків залежно від величини напруги. Коли напруга постійного чи змінного струму збільшується, опір тіла людини зменшується в десятки разів. Зменшення опору тіла людини зі зростанням напруги відбувається в основному за рахунок зменшення опору шкіри. Підвищення напруги призводить до пробивання рогового шару шкіри. Дослідами встановлено, що пробій рогового шару шкіри можливий при напрузі близько 50 В і вище. Коли настає електричний пробій шкіри людини, вся напруга підводиться до відносно малого (300 Ом) опору внутрішніх органів тіла. Це збільшує силу струму, що проходить через тіло людини і посилює тяжкість ураження.



Таблиця 3.12

Характер дії струму на організм людини при проходженні його по шляху рука — рука або рука — нога

Значення струму	Перемінний струм 50 Гц	Постійний струм
0,6–1,5	Початок відчуття – слабе свербіння, пощипування шкіри під електродами	Не відчувається
2,0–4,0	Відчуття струму поширюється на зап'ястя руки, злегка зводить руку	Не відчувається
5,0–7,0	Больові відчуття посилюються по всій кисті руки, супроводжуються судомами, слабкі болі відчуваються по всій руці аж до передпліччя	Початок відчуття теплоти на шкірі під електродами
8,0–10,0	Сильні болі та судоми по всій руці до передпліччя, Руки важко, але ще можна відірвати від електродів	Посилюється відчуття нагрівання
10–15	Ледь переносимі болі по всій руці. Руки неможливо відірвати від електродів. Зі збільшенням тривалості протікання струму болі посилюються	Ще більше посилення відчуття нагрівання як під електродами, так і в прилеглих ділянках шкіри
20–25	Руки паралізуються миттєво, відірватись від електродів неможливо. Сильні болі, дихання утруднюється	Виникає відчуття внутрішнього нагріву. Незначне скорочення м'язів рук
25–50	Дуже сильний біль у руках і грудях. Дихання вкрай важке. При тривалому струмі може настати параліч дихання або ослаблення серцевої діяльності з втратою свідомості	Сильне нагрівання, болі і судоми в руках. При відриві рук виникає ледь переносимий біль від судомного скорочення м'язів
50–80	Дихання паралізується через декілька хвилин, порушується робота серця. При тривалому протіканні струму може наступити фібриляція серця	Дуже сильний нагрів і болі по всій руці і в області грудей. Затруднюється дихання. Руки неможливо відірвати від електродів

Закінчення таблиці 3.12

Значення струму	Перемінний струм 50 Гц	Постійний струм
100	Фібриляція серця через 2–3 с, ще через декілька секунд — параліч дихання	Параліч дихання при тривалому протіканні струму
300	Та ж дія за менший період часу	Фібриляція серця через 2–3 с, ще через декілька секунд — параліч дихання
Понад 500	Миттєво паралізується дихання. Фібриляція серця, як правило, не настає, можлива тимчасова зупинка серця. При тривалому протіканні струму (декілька секунд) - тяжкі опіки, руйнування тканин	

Досліди свідчать, що опір тіла людини постійному струму більший, ніж змінному будь-якої частоти. Різниця в значеннях опору постійному і змінному (50 Гц) струму особливо велика при малих напругах (до 5–10 В). Із зростанням напруги ця різниця зменшується і, починаючи з 40–50 В, опір тіла людини як постійному, так і змінному струму стає практично однаковим. Експериментально встановлено, що 120 В постійного і 42 В змінного струму викликають однакові ураження.

Наслідки електротравматизму дуже залежать від частоти струму. Відомо, що найнебезпечнішими відносно електричних ударів є змінні струми (50 Гц), а зі збільшенням частоти небезпека ураження зменшується. Це зменшення починається з частоти 1000 Гц і вище. Небезпечна дія струму на організм людини значно послаблюється, починаючи з частоти 500 Гц. При частотах, що перевищують сотні кГц, дія струму, як правило, не призводить до електричного удару, однак відносно опіків ці струми так само небезпечні, як і змінний струм. Ці особливості струмів високої частоти використовуються в медицині, де малопотужні установки СВЧ, УВЧ, ЗВЧ широко застосовують з лікувальною метою.

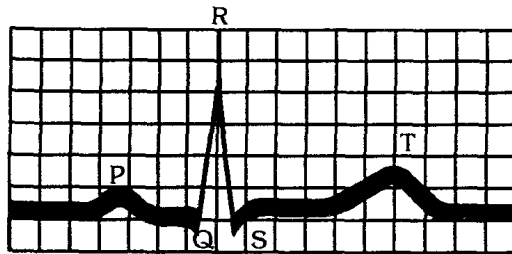


Рис. 3.15

Нормальна електрокардіограма серця людини: P — скорочення передсердя; Q, R, S і T — відповідає скороченню шлуночків і називається шлуночковим комплексом

Час проходження струму через тіло людини сильно впливає на наслідки ураження у зв'язку з тим, що протягом часу різко падає опір тіла і накопичуються інші негативні наслідки. Наприклад, для змінного струму частотою 50 Гц гранично допустимий струм при дії протягом 0,1 с становить 500 мА, а при дії протягом 1 с — вже 50 мА. Дослідами встановлено, що при невеликих напругах (до 20–30 В) за 1–2 хв. опір тіла знижується майже на 25 %, а іноді і більше. Чим довше буде діяти струм, тим більша ймовірність важкого або смертельного ураження. Така залежність пояснюється тим, що тривалість часу дії на живу тканину підвищує силу струму за рахунок зменшення опору тіла і, нарешті, може статися співпадіння моменту проходження струму через серце із вразливою фазою Т серцевого кардіоциклу (рис. 3.15).

Кожний цикл серцевої діяльності складається з двох періодів: один називається діастолою (коли шлуночки серця перебувають у розслабленому стані і заповнюються кров'ю), другий — систолою, коли серце, скорочуючись, виштовхує кров в артеріальні судини.

Встановлено, що чутливість серця до струму неоднакова в різні фази його діяльності. Найбільш вразливим серце стає у фазі Т, тривалість якої біля 0,2 с. Тому, якщо під час фази Т через серце прохо-

дить струм, як правило, виникає фібриляція серця; якщо час проходження струму не співпадає з фазою Т, тоді ймовірність виникнення фібриляції різко зменшується.

Отже, ймовірність виникнення фібриляції серця, тобто небезпеки смертельного ураження струмом, залежить від того, з якою фазою серцевого циклу співпадає час проходження струму через серце.

Наслідки уражаючої дії струму на організм людини полягають у порушенні серцевої і легеневої діяльності, порушенні центральної нервової системи, місцевому руйнуванню тканини організму під впливом теплоти, змінах складу органічної речовини та ін. Очевидно, що всі ці зміни зі збільшенням тривалості дії струму будуть нагромаджуватися, а вплив їх на стан організму з часом буде більш негативним, що може призвести до важкого або смертельного наслідку.

#### 3.4.4. Вплив протікання струму через людину на наслідки ураження

Експериментально і практично доведено, що шлях проходження струму в тілі людини відіграє суттєву роль в наслідках ураження. Особливо небезпечним є ураження людей у тому випадку, коли людина торкається до струмопровідних пристроїв верхньою половиною тіла, де на шляху протікання струму лежать життєво важливі органи — серце, легені, головний мозок.

Якщо струм проходить іншим шляхом, дія його на життєво важливі органи може бути лише рефлекторною, а не безпосередньою. При цьому небезпека ймовірності важкого ураження різко зменшується. Крім того, оскільки шлях струму визначається місцем прикладання струмопровідних частин до тіла людини, вплив його на наслідок ураження проявляється ще і тому, що опір шкіри на різних ділянках різний.

У електропатології шлях струму через тіло людини носить назву «петля струму, якою відбулося ураження». Можливих шляхів

струму у тілі людини дуже багато. Номенклатуру цих петель розробив Г. Л. Френкель. На практиці зустрічається до 15 характерних петель, найпоширенішими з них є 5 (рука — рука, руки — ноги, нога — нога, голова — ноги, голова — руки).

Найчастіше струм проходить через тіло людини шляхом рука — рука (приблизно 40 % випадків) або права рука — ноги (20 %).

Найнебезпечнішими є петлі голова — руки і голова — ноги. У цьому випадку струм може проходити через серце, головний і спинний мозок. Ці петлі виникають відносно рідко.

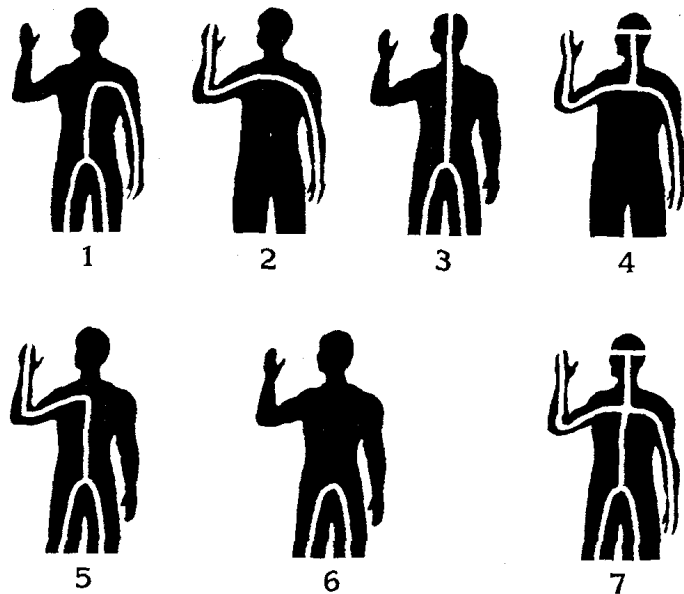


Рис. 3.16

Характерні шляхи струму в тілі людини: 1 — ліва рука — ноги; 2 — рука — рука; 3 — голова — ноги; 4 — голова — руки; 5 — права рука — ноги; 6 — нога — нога; 7 — голова — руки — ноги

Менш небезпечним є шлях від однієї ноги до іншої, який називається нижньою петлею і виникає під дією на людину так званої крокової напруги. У цьому випадку через серце, очевидно, проходить невеликий струм. На практиці не зареєстровано жодного смертельного випадку ураження людини струмом при дії крокової напруги. Пояснюється це не тільки малим значенням струму, що проходить через серце, але і тим, що людина не може довго знаходитись під кроковою напругою. При цьому виникає судомне скорочення м'язів ніг, внаслідок чого людина падає на землю. У цей момент припиняється дія на людину крокової напруги і виникає більш тяжка ситуація, бо починає діяти петля руки — ноги і утворюється реальна загроза смертельного ураження струмом.

Ураження людей кроковою напругою відбувається тоді, коли людина потрапляє в місце розтікання струму по поверхні землі. Це можливо, коли на землю впав обірваний провідник, що перебуває під струмом, або коли електричний струм через заземлювачі потрапляє в ґрунт і розтікається в ньому.

Кроковою напругою називається напруга між двома точками електричного кола на відстані кроку (0,8 м), на яких одночасно стоїть людина в зоні розтікання струму в землі.

Людина, яка йде по землі в зоні розтікання струму, потрапляє під наругу, зовсім не торкаючись будь-яких частин електроустановки чи провідника.

Струм з обірваного провідника розтікається в землі радіально у всі сторони. При цьому найбільший потенціал буде у точці торкання провідника з землею. Зміна потенціалу на поверхні землі від точки замикання відбувається за гіперболічним законом і практично зменшується до нуля на відстані 20 м.

При кроковій напрузі струм, який проходить від однієї ноги до другої, скорочує м'язи на ногах, і людина падає. При падінні збільшується відстань між точками дотику до землі і змінюється на більш небезпечний шлях (рука — нога) проходження струму через тіло людини. Це призводить до більш тяжких наслідків. Падіння людей відбувається уже при дії напруги в 100–150 В.



Вважається, що крокова напруга найбільш небезпечна в межах 4–5 м від провідника, що лежить на землі і перебуває під напругою до 1000 В, а при напрузі понад 1000 В небезпечна зона становить 8–10 м від точки стікання струму. Виходити з зони розтікання струму в землі потрібно короткими кроками.

### 3.4.5. Небезпека ураження людини струмом у різних електричних мережах

Згідно з вимогами електробезпеки (ПУЕ) всі електроустановки поділяються за напругою на установки з номінальною напругою до 1000 В і установки з номінальною напругою понад 1000 В.

Залежно від джерел живлення, електричні мережі трифазного струму можуть бути з ізолюваною або глухозаземленою нейтраллю.

Мережі з ізолюваною нейтраллю — це такі, де нейтраль трансформатора або генератора не приєднана до заземлюючого пристрою, або приєднана до нього через апарати, що мають великий опір.

Мережі з глухозаземленою нейтраллю трансформатора або генератора — це такі, де нейтраль приєднана до заземлюючого пристрою безпосередньо через апарати, що мають малий опір.

У електроустановках напругою до 1000 В застосовують як ізолювану, так і глухозаземлену нейтраль. У тих умовах, де немає можливості контролювати стан ізоляції, де вона піддається дії температури і вологи, влаштовують мережі з глухозаземленою нейтраллю.

У мережах з глухозаземленою нейтраллю ізоляція провідників не виявляє захисної дії при дотику людини до однієї з фаз мережі. У цьому випадку на організм людини буде діяти струм, обмежений лише опором заземлення нейтралі і опором тіла людини. Тому питання вибору режиму нейтралі є досить важливим заходом безпеки при обслуговуванні електроустановок.

У тих умовах, де є можливість постійно контролювати стан ізоляції, влаштовують мережі з ізолюваною нейтраллю. При справній ізоляції такі мережі більш безпечні. Їх влаштовують на земснарядах, торфорозробках, в кар'єрах та ін.

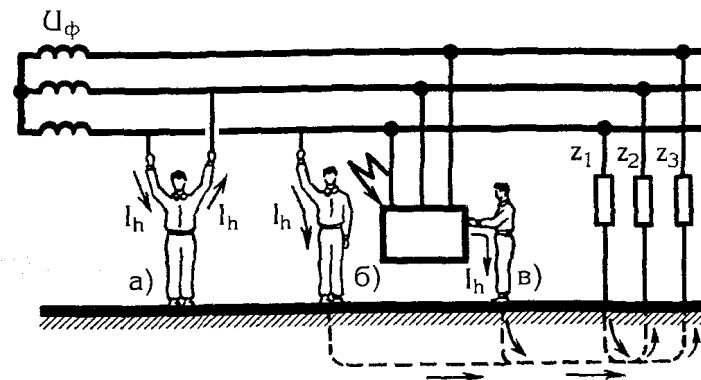


Рис. 3.17

Випадки дотикання людини до проводів трифазної електричної мережі: а — двофазне; б і в — однофазне дотикання  $Z_1, Z_2, Z_3$  — повний опір дротів відносно землі,  $U_\phi$  — фазна напруга,  $I_h$  — струм, що проходить крізь тіло людини

Дія електричного струму залежить від умов включення людини в електричну мережу. Схема включення тіла людини в електричне коло може бути однофазною, коли людина дотикається до однієї фази електроустановки, що перебуває під напругою, і двофазною, коли людина дотикається до двох фаз (рис. 3.17).

Двофазне доторкання, як правило, більш небезпечне, оскільки до тіла людини прикладається найбільша в даній мережі напруга — лінійна, а струм має, незалежно від режиму нейтралі, найбільше значення, А:

$$I_h = \frac{U_\lambda}{R_h} = \frac{U_\phi \sqrt{3}}{R_h}, \quad (3.10)$$

де  $U_\lambda = U_\phi \sqrt{3}$  — лінійна напруга;  
 $U_\phi$  — фазна напруга;  
 $R_h$  — опір тіла людини, Ом.



Випадки двофазного дотикання відбуваються дуже рідко — при роботі на щитках, повітряних лініях з несправними засобами захисту (монтерські інструменти з пошкодженою ізоляцією, діелектричні рукавиці з проколом).

Однофазне дотикання є менш небезпечним, ніж двофазне, але воно виникає набагато частіше.

Небезпека електричних мереж з ізолюваною чи глухозаземленою нейтраллю залежить від напруги та режиму (аварійний чи нормальний) роботи електричного устаткування. У електричних установках напругою до 1000 В при нормальному режимі (без обривів та пошкодженої ізоляції) мережа з ізолюваною нейтраллю безпечніша, ніж із глухозаземленою, а при аварійному режимі (обриваний провідник, що дотикається землі, або пошкоджена ізоляція) безпечнішою є мережа з глухозаземленою нейтраллю. При напрузі понад 1000 В однаково небезпечні електроустановки з ізолюваними і з глухозаземленими нейтралями. Будь-яке одно- або двофазне дотикання до цих мереж є дуже небезпечним.

У промисловості багато виробничих процесів супроводжується електризацією, що призводить до утворення зарядів статичного струму. Напруга відносно землі при цьому досягає десятків кВ. Так, при розмолі і тонкому дробленні матеріалів  $U = 10\text{--}50$  кВ, при розбризкуванні фарб  $U = 10$  кВ, при русі гумової стрічки трансформатора  $U = 45$  кВ. Заряди статичної електроенергії можуть накопичуватися і на людях, при цьому потенціал ізолюваної від землі людини може сягати 7 кВ.

Схема мережі, а відтак і режим нейтралі джерела струму, що живить цю мережу, вибирається за технологічними вимогами, а також за умовами безпеки.

### 3.4.6. Класифікації виробничих умов за рівнем електробезпеки

Вивчення причин і ступенів тяжкості ураження струмом показало, що тяжкість електротравм залежить від стану середовища в робочих



зонах, тобто від температури і вологості повітря, електричної провідності підлоги, наявності значних мас і конструкцій, серед яких розміщене електрообладнання. Отже середовище, що оточує людину, може посилювати або зменшувати небезпеку ураження електричним струмом.

З метою правильного добору ізоляцій електроустановок і прийняття засобів захисту відповідно до ПУЕ електроустановки поділяються на:

- відкриті, чи зовнішні, установки, не захищені спорудою від атмосферного впливу;
- закриті, чи внутрішні, електроустановки, що розміщені всередині будівлі і захищені від атмосферного впливу.

Залежно від умов, у яких працюють люди, виробничі приміщення бувають сухі, вологі, гарячі, запилені і з хімічно активним середовищем.

Сухими називаються умови, в яких відносна вологість повітря не перевищує 60 %. При відсутності в них пилу, хімічно активних речовин і при температурі повітря не вище за 35 °С вони називаються нормальними.

Вологі — це умови з відносною вологістю повітря понад 60 % але не вище 75 %.

Сирими називаються умови, в яких відносна вологість перевищує 75 %. Особливо сирими — умови, коли відносна вологість повітря близька до 100 %.

До гарячих належать такі умови, де температура повітря перевищує 35 °С.

Запилені — це умови, за яких виділяється така кількість технологічного пилу, що він може осідати на проводах і попадати всередину машин і апаратів. Умовами з хімічно активним середовищем називаються такі умови, за яких у повітрі тривалий час постійно містяться гази або рідини, що руйнівні діють на ізоляцію і струмопровідні частини електрообладнання.

Згідно з ПУЕ всі виробничі умови за рівнем небезпеки ураження електричним струмом поділяються на три категорії: з підвищеною небезпекою, особливо небезпечні та без підвищеної небезпеки.



Умови з підвищеною небезпекою ураження людей струмом характеризуються наявністю однієї з умов, що викликає підвищену небезпеку:

- значна відносна вологість повітря (понад 75 %);
- струмопровідний пил, що вкриває провідники та проникає в машини і апарати;
- температура перевищує 35 °С або короткочасно 40 °С, незалежно від пори року;
- можливість одночасного дотикання людини до металевих корпусів електрообладнання і заземлених металевих конструкцій будівлі або виробничого обладнання;
- наявність струмопровідних підлог (земляних, залізобетонних, металевих, цегляних), що буває у приміщення залізобетонних заводів, майстерень та ін.

Особливо небезпечні умови ураження людей струмом характеризуються наявністю однієї з таких ознак:

- дощ, сніг або приміщення, де відносна вологість повітря близька до 100 % (стеля, підлоги, стіни, колони, перегородки, фундаменти і обладнання постійно вкриті вологою);
- хімічно активне середовище з їдкими парами і газами, які руйнують ізоляцію електрообладнання;
- одночасно наявні дві або більше умов з ознаками підвищеної небезпеки. Особливо небезпечні умови виникають при роботі у котельнях, підвалах, банях, хімічних цехах, насосних станціях та ін.

Умови без підвищеної небезпеки — це сухі, без пилу приміщення, де відсутні ознаки, притаманні першій і другій категорії.

Небезпека ураження струмом існує завжди там, де є електропроводка або використовується електрообладнання, тому не існує повністю безпечних умов праці при їх експлуатації.

Згідно із наведеною вище класифікацією найнебезпечнішими є умови другої категорії.

За ступенем небезпеки роботи на зовнішніх електроустановках прирівнюються до робіт в особливо небезпечних умовах (електрозварювання на відкритому повітрі, роботи в колодязях або металевих ємкостях).



### 3.4.7. Системи засобів і заходів безпечної експлуатації електроустановок

Засоби захисту, що використовуються в електроустановках, поділяються на такі, що забезпечують безпеку при нормальному режимі роботи електроустановки і такі, що забезпечують безпеку при аварійному стані електрообладнання.

У процесі пошкодження електроустановки причиною ураження струмом може бути поява напруги на металевих частинах електрообладнання (корпус, кожух, огороження) внаслідок пошкодження ізоляції або замикання фазного провідника на землю і поява крокової напруги, або порушення заземлення і т. ін.

Згідно з ПУЕ в електроустановках використовують такі системи засобів і заходів для забезпечення їх безпечної експлуатації: захисне заземлення, занулення, ізоляція струмопровідних частин, захисне вимикання, малі напруги, недоступність до неізольованих провідників та ін. Жоден з цих засобів не є універсальним, а має свої переваги та недоліки. Тому для забезпечення електробезпеки необхідно застосовувати не один, а кілька засобів одночасно.

#### Захисне заземлення

У електричних установках існують три види заземлення: захисне заземлення для захисту людей від ураження струмом; робоче заземлення, що забезпечує нормальну роботу устаткування та заземлення системи блискавкозахисту, що захищає будівлі і споруди від атмосферної перенапруги.

Захисним заземленням називається зумисне електричне з'єднання з землею металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитись під напругою внаслідок пошкодження електричної ізоляції або при наведенні на них електростатичних зарядів та дії електромагнітної індукції.

Основне призначення захисного заземлення полягає в тому, щоб усунути небезпеку ураження струмом людини, якщо вона дото-



ркнулася до металевих частин електрообладнання, яке опинилося під напругою.

Захисна дія заземлення полягає у зниженні сили струму, що буде проходити по тілу людини, до безпечної величини. Досягається це завдяки тому, що опір заземлення дуже малий порівняно з великим опором людини.

Чим більшим буде відношення опору людини до опору заземлення, тим менший струм пройде по людині, а значить і наслідки ураження будуть легшими. Опір заземлення добирається таким, щоб струм, який буде проходити через людину, був безпечним. Для виконання захисної ролі заземлюючі пристрої повинні мати досить малий опір. Цей опір обчислюється з відношення напруги на заземлювачі до сили струму, який проходить у землю. Він складається з опору заземлювача відносно землі, опору заземлювача як металевого провідника та опору заземлюючих провідників, які сполучають заземлювач з корпусом електрообладнання.

Опір заземлюючого пристрою залежить від питомого опору ґрунту, в якому його прокладено, типу, розмірів, кількості та взаємного розміщення заземлювачів.

Відповідно до правил ПУЕ загальний допустимий опір заземлюючих пристроїв в мережах напругою 380/220 В має бути не більший за 4 Ом.

Захисне заземлення обов'язково потрібно влаштовувати в усіх електроустановках при напрузі 380 В і більше при змінному струмі та 440 В і більше при постійному струмі; в зовнішніх умовах, особливо небезпечних та з підвищеною небезпекою — при напрузі 42 В перемінного і 110 В постійного струму. Лише у вибухонебезпечних приміщеннях заземлення виконується незалежно від значення напруги як постійного, так і змінного струму.

Заземленню підлягають усі металеві неструмопровідні частини електрообладнання, які внаслідок пошкодження ізоляції можуть опинитись під напругою і до яких може доторкнутися людина. Це металеві корпуси електромашин, трансформаторів, світильників, проводи електроапаратів, металеві кожухи, щитки електроустановки та ін.



Заземлюючий пристрій — це сукупність конструктивно об'єднаних заземлювачів (одного або кількох металевих електродів, заглиблених на відповідну глибину в ґрунт) і заземлюючих провідників, що з'єднують заземлюване електрообладнання з заземлювачами.

Залежно від розміщення заземлювачів відносно електрообладнання заземлюючі пристрої бувають виносні і контурні. Виносні заземлювачі розміщують на деякій відстані від заземленого електрообладнання, а контурні — за контуром на деякій відстані від нього.

Заземлювачі можуть бути природними і штучними. Для природного заземлювача використовують електропровідні конструкції будівель та комунікації, водопровідні та інші металеві трубопроводи, металеву арматуру залізобетонних фундаментів, що мають контакт із землею; прокладені в землі оболонки силових електричних кабелів та ін.

Для штучних заземлювачів використовують сталеві вертикально закладені в землю труби діаметром від 3 до 5 см, товщиною стінок не менше як 3–5 мм і довжиною від 2,5 до 3 м; сталеві стержні діаметром 10–12 мм і довжиною до 10 м; кутикову сталь 40 × 40 мм довжиною від 2,5 до 5 м та ін.

Заземлюючі пристрої повинні мати між собою постійний електричний контакт, їх сполучають між собою шляхом зварювання. До корпуса електрообладнання заземлюючий провідник приєднують шляхом надійного болтового з'єднання.

На кожний влаштований заземлюючий пристрій, що знаходиться в експлуатації, складається паспорт, який включає схему заземлення, технічні дані, результати перевірки його стану, характер проведених ремонтних робіт та ін.

Технічний стан заземлюючого пристрою визначається зовнішнім оглядом видимої частини (відсутність обривів, контактів з заземлюючим пристроєм) та вимірюванням опору.

Опір заземлюючого пристрою та питомий опір ґрунту вимірюють у період найменшої провідності ґрунту: влітку при найбільшому просиханні ґрунту, взимку — при найбільшому його промерзанні.





Вимірний опір не повинен перевищувати допустиму норму. Планові вимірювання опору заземлюючого пристрою виконують перед початком введення його в експлуатацію, а потім не рідше одного разу на рік та після капітального ремонту. Наземну частину заземлюючого пристрою оглядають один раз на шість місяців, а у вологих і особливо вологих умовах — один раз на три місяці.

### Захисне занулення

Небезпеку ураження струмом при дотиканні до корпусу та інших неструмопровідних металевих частин електрообладнання, що опинилось під напругою внаслідок замикання на корпус, можна ліквідувати швидким відключенням пошкодженої електроустановки від мережі. З цією метою влаштовують занулення.

Зануленням називається зумисне з'єднання металевих частин електроустановки, які зазвичай не перебувають під напругою, з нульовим захисним провідником.

Провідники, що зануляють корпуси окремих струмоприймачів, з'єднують не безпосередньо з нульовою точкою, а зі спеціально прокладеним нульовим провідником, який має надійне металеве з'єднання з нульовою точкою генератора або трансформатора.

Занулення є одним з основних засобів захисту людей від ураження струмом в установках напругою до 1000 В. Захисна дія занулення полягає в тому, що при пробиванні захисної ізоляції на струмоприймачі виникають умови для утворення струмів короткого замикання, які швидко вимикають пошкоджене електрообладнання від електричної мережі, тобто зменшують тривалість небезпечної напруги на корпусі обладнання, чим ліквідують небезпеку ураження струмом. Швидке і повне зняття напруги з пошкодженого електрообладнання є основою захисної дії занулення.

Для захисного занулення ПУЕ рекомендують використовувати оголені або ізольовані провідники, а також різні металеві конструкції будівель, підкранові шляхи, сталеві труби електропроводок, трубопроводи та ін.

Розрахунок занулення на відключаючу здатність має на меті визначити умови, за яких воно буде надійно виконувати свої функції, тобто швидко відключати пошкоджену установку від мережі і в той же час забезпечувати безпеку дотику людини до зануленого корпусу в аварійний період. Відповідно з цим занулення розраховується на відключаючу здатність, а також на безпеку дотику до корпусу як при замиканні фази на землю, так і при замиканні її на корпус.

При замиканні фази на занулений корпус електроустановка автоматично вимикається, якщо значення струму однофазного короткого замикання  $I_k, A$ , буде відповідати умові:

$$I_k > K \cdot I_{ном}, \quad (3.11)$$

де  $I_{ном}$  — номінальний струм плавкої вставки запобіжника, А;  
 $K$  — коефіцієнт кратності струму (1,25–1,4) у вибухонебезпечних приміщеннях ( $K \geq 4-6$ ).

### Ізоляція струмопровідних частин

Однією з головних умов безпеки при експлуатації електроустановок є надійна ізоляція. Для цього покривають струмопровідні частини шаром діелектрика, що забезпечує надійність при їх експлуатації.

Електрична ізоляція струмопровідних частин характеризується певними діелектричними властивостями — електричним опором. Згідно з ПУЕ опір ізоляції струмопровідних частин нормується.

Опір ізоляції між будь-якими провідниками, а також між провідниками і землею має складати не менш як 0,5 МОм. Згідно з ПУЕ встановлюються певні норми щодо діелектричних властивостей ізоляції. Матеріал ізоляції має відповідати умовам оточуючого середовища, особливостям експлуатації та бути стійким до агресивного середовища, вологи, нагрівання і механічного впливу.



Пошкодження діелектричних властивостей ізоляції може виникати внаслідок механічної дії, старіння, електричного пробою та ін. Причиною старіння ізоляції є дія температури, яка виникає при нагріванні провідників струмами навантаження та струмами короткого замикання, дія високої вологості повітря, хімічних речовин, прямих сонячних променів та ін. чинників. Перенапруги в мережі призводять до електричного пробою. Механічна дія (удари, тертя, скручення та ін.) пошкоджує ізоляцію, внаслідок чого оголюються струмопровідні частини електроустановки.

Стан ізоляції електричних установок відповідно до ПУЕ визначають шляхом періодичних оглядів та вимірюванням електричного опору. Виміри здійснюють на всіх електроустановках, що знаходяться в експлуатації, або на тих, що пройшли ремонт чи реконструкцію.

Окрім ізольованих проводів експлуатуються неізольовані — сталеві і алюмінієві, — які влаштовуються на фарфорових або скляних ізоляторах.

Для забезпечення безпеки неізольовані проводи підвищують на відповідній відстані від землі, дахів, будівель, доріг та ін. Електричні проводи розміщують на такій висоті від будівель і споруд, щоб не допустити небезпечного наближення або доторкання до них (6,5 м над проїжджою частиною дороги, 3,5 м над проходами і 2,5 м над робочою поверхнею).

При експлуатації електрообладнання безпека працюючих забезпечується також застосуванням стаціонарного огороження, блокуванням та сигналізацією. Блокування не дозволяє відкривати кришки чи двері при наявності напруги.

Для зменшення імовірності ураження струмом використовують малі напруги, номінальне значення яких не перевищує 42 В.

Напруга до 42 В використовується в приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних приміщеннях для живлення ручного електричного інструменту, переносних ламп, світильників місцевого стаціонарного освітлення і тих, що розміщені нижче ніж на 2,5 м над підлогою.



Напруга не вище 12 В використовується для живлення ручних переносних ламп в особливо небезпечних умовах (в кабельних колодязях, оглядових ямах та ін.).

### Захисне вимикання

Небезпека ураження людини струмом може виникати при замиканні фази на корпус, зниженні опору ізоляції мережі нижче відповідної межі і, нарешті, у випадку дотику людини безпосередньо до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою.

Заземлення і занулення не завжди гарантує безпеку людей від ураження струмом. Не завжди можна забезпечити також надійну роботу устаткування зануленням.

У всіх цих випадках небезпека ураження обумовлена напругою дотику  $U_d$ , В, тобто струмом, що проходить через людину  $I_h$ , А. Як відомо,

$$U_{dm} = I_h \cdot R_h, \quad (3.12)$$

де  $R_h$  — опір тіла людини, Ом.

Отже, якщо при дотику людини до корпусу або фази мережі напруга дотику перевищить допустиме значення, то виникає реальна загроза ураження струмом і мірою захисту в цьому випадку може бути лише розрив кола струму через людину, тобто відключення відповідної ділянки мережі. Для виконання цього завдання використовують захисне відключення.

Захисне відключення — це швидкодіючий захист, який забезпечує автоматичне відключення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження людини струмом.

Захисне вимикання виконується більш чутливими і швидкодіючими автоматичними вимикачами. Вони реагують на появу струму в нульовому провіднику, напругу на корпусі пошкодженого обладнання та ін. Вони спрацьовують за 0,1–0,05 с, в той час як зану-



лення — за 0,2 с і більше. При такому нетривалому проходженні струму через тіло людини безпечним є навіть струм 500–650 мА. Якщо взяти до уваги те, що опір тіла людини становить 1000 Ом, струм наведеного значення може проходити через тіло людини лише у тому випадку, якщо воно підпаде під напругу 500–600 В, а такої напруги в електроустановках 380/220 В із заземленою нейтраллю не може бути навіть в аварійному режимі. Тому захисні вимикаючі пристрої є надійним захистом людей від ураження електричним струмом.

Захисне вимикання окремо чи сукупно з іншими засобами захисту виконує такі функції:

- захист при замиканні на землю або корпус обладнання;
- захист при появі небезпечних струмів витікання;
- захист при переході вищої напруги на сторону нижчої;
- автоматичний контроль кола захисного заземлення і занулення.

До влаштування захисного заземлення ставлять такі вимоги: самоконтроль і надійність, висока чутливість і малий час вимикання. У цьому випадку захисне вимикання може використовуватись як основний вид захисту, або разом із заземленням і зануленням.

Сфера застосування пристроїв захисного вимикання практично не обмежена: вони можуть використовуватись в мережах будь-якого призначення і з будь-яким режимом нейтралі. Однак, найбільше поширення вони отримали в мережах до 1000 В, особливо там, де важко здійснити ефективне заземлення або занулення, а також коли є висока імовірність випадкового дотику до струмопровідних частин. Такі випадки частіше всього трапляються в пересувних електроустановках, де ґрунти мають погану провідність. Захисне вимикання є також незамінним для ручних електроінструментів, які у величезній кількості використовуються в різних галузях предметної діяльності.



### Система електрозахисних засобів

На практиці трапляються такі випадки, коли сучасні належним чином виконані електроустановки не забезпечують безпеку працюючих. Тому потрібно використовувати спеціальні захисні засоби, які слугують для захисту персоналу від ураження струмом, впливу електричної дуги, електричного поля, падіння з висоти та ін.

Захисні засоби умовно поділяються на ізолюючі, огороджуючі і запобігаючі.

Ізолюючі захисні засоби ізолюють людину від струмопровідних частин, а також від землі. Вони поділяються на основні і допоміжні.

До основних ізолюючих засобів відносяться такі, що мають ізоляцію, яка здатна тривалий час витримувати робочу напругу. Цими засобами дозволяється дотикатися до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою. До них належать:

- в електроустановках до 1000 В — діелектричні рукавиці, ізолюючі штанги, електровимірювальні кліщі, монтажний інструмент, а також покажчики напруги;
- в електроустановках понад 1000 В — ізолюючі штанги і електровимірювальні кліщі, покажчики напруги, а також засоби для виконання ремонтних робіт під напругою вище 1000 В.

Додаткові ізолюючі захисні засоби мають ізоляцію, не придатну витримувати робочу напругу, тому вони не можуть самостійно захистити людину від ураження струмом. Їх призначення полягає у тому, щоб посилити захисну дію основних ізолюючих засобів, разом з якими вони повинні використовуватись.

До додаткових ізолюючих захисних засобів відносяться:

- в електроустановках до 1000 В — діелектричні галоші і килимки, а також ізолюючі підставки;
- в електроустановках понад 1000 В — діелектричні рукавиці, боти і килимки, а також ізолюючі підставки.



Огороджуючі захисні засоби призначаються для тимчасового огороження струмопровідних частин, до яких можна випадково доторкнутися (переносні огороження, ізолюючі накладки, переносне заземлення, плакати, знаки безпеки).

Запобіжні захисні засоби призначаються для індивідуального захисту працюючих від світлових, теплових і механічних впливів, від впливу електричного поля, а також падіння з висоти. До них відносяться: захисні окуляри, спеціальні рукавиці, захисні каски, монтерські пояси, кігті, страховочні канати, а також індивідуальні екрануючі пристрої, які захищають персонал від впливу електричного кола в установках надвисокої напруги промислової частоти.

Захисні засоби потрібно зберігати в умовах, які забезпечують їх справність. У процесі експлуатації всі захисні засоби підлягають періодичному випробуванню. Результати випробування заносяться в протокол. Види, норми та термін випробувань наведені в ПТЕ і ПТБ.

До обслуговування електричних установок і мереж допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та отримали посвідчення з кваліфікаційною групою з техніки безпеки.

Особи, що обслуговують електроустановки, повинні мати кваліфікаційну групу не нижче IV — для установок напругою понад 1000 В і не нижче III — для установок напругою до 1000 В.

На кожному виробництві наказом власника призначається особа, яка несе відповідальність за безпечну роботу електричного устаткування.

### **3.4.8. Надання допомоги при ураженні електричним струмом**

Допомога при ураженні струмом складається з двох етапів: звільнення потерпілого від дії струму і надання першої допомоги.



Оскільки наслідки ураження струмом залежать від тривалості його проходження через людину, дуже важливим є швидке звільнення її від струму і надання допомоги.

Відключення електроустановки здійснюється шляхом виключення рубильника, вимикача, викручування запобіжників (пробок) та ін. При відсутності такої можливості потрібно перерубати провід сокирою з дерев'яною рукояттю або перекусити його кусачками, що мають ізольовані рукоятки. Перерубувати потрібно окремо кожний провід, щоб не спричинити коротке замикання.

Можна відтягнути потерпілого за пальто, поли піджака, якщо вони сухі та відстають від тіла. При цьому неможна торкатися тіла потерпілого або мокрого одягу. Рекомендується діяти однією рукою.

При необхідності дотику до тіла потерпілого потрібно ізолювати руки — діелектричними рукавицями, сухою тканиною, стати на суху дошку або згорток одягу.

В установках понад 1000 В для відокремлення потерпілого від струмопровідних частин необхідно надіти діелектричні рукавиці, боти і діяти штангою або тим, що розраховано на таку напругу.

Першу допомогу потерпілому слід надавати одразу ж після звільнення його від дії струму.

Допомога потерпілому залежить від його стану (наявності дихання і пульсу).

Нормальне дихання характеризується чітким і ритмічним підніманням і опусканням грудної клітки. У такому стані штучне дихання не потрібне.

Порушене дихання характеризується нечітким або неритмічним підніманням грудної клітки або відсутністю дихальних рухів. У таких випадках потерпілий потребує штучного дихання.

Перевіряють наявність пульсу на руці у основі великого пальця або на сонній артерії на шиї з правої або лівої сторони. Відсутність пульсу свідчить про припинення роботи серця. Про відсутність кровообігу можна судити по зіниці ока, яка у цьому випадку розшире-



на. На перевірку дихання, пульсу і стану зіниці не можна витратити більше 15–20 с.

Якщо потерпілий у свідомості, потрібно покласти його на суху підстилку, накрити чим-небудь, забезпечити йому повний спокій і до прибуття лікаря спостерігати за його диханням і пульсом. Навіть тоді, коли потерпілий відчуває себе добре, неможна дозволяти йому рухатися, бо негативна дія струму може проявитися не відразу, а через деякий час. Зареєстровані випадки, коли різке погіршення стану здоров'я призводило до смерті потерпілого через декілька днів після звільнення його від струму, впродовж яких він відчував себе добре і не мав зовнішніх пошкоджень.

Тому тільки лікар може правильно оцінити стан здоров'я потерпілого і вирішити питання про надання допомоги і подальше лікування.

Коли у потерпілого відсутнє дихання, серцебиття і пульс, а больові подразники не викликають жодних реакцій, зіниці розширені і не реагують на світло, потрібно негайно приступити до оживлення, тобто до штучного дихання і масажу серця.

Ніколи не можна відмовлятися від надання допомоги потерпілому, вважати його мертвим внаслідок відсутності ознак життя.

Ураженого струмом можна признати мертвим лише при явних видимих смертельних ознаках, наприклад при обгорянні всього тіла. В інших випадках констатувати смерть має право тільки лікар.

Практика свідчить, що своєчасно надана допомога потерпілому в стані клінічної смерті, як правило, призводить до позитивних результатів, повного одужання і повернення до звичайної роботи.

Долікарняна допомога повинна надаватися безперервно, навіть тоді, коли час обчислюється годинами. Зареєстровано багато випадків оживлення людей, уражених струмом, після 3–4, а в окремих ви-



падках — після 10–12 год., протягом яких безперервно виконувалися штучне дихання і масаж серця. Достеменними ознаками незворотної смерті є трупні плями, оковчіння, охолодження тіла до температури навколишнього середовища та ін.



## Розділ 4 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

### 4.1. Основні поняття та визначення пожежної безпеки

#### 4.1.1. Загальні відомості про пожежі

Вагомий вклад у зміцнення державної економіки вносить пожежна охорона, яка надійно захищає від вогню створені народом цінності. Пожежі завдають великих матеріальних збитків і майже завжди супроводжуються нещасними випадками, а іноді — людськими жертвами.

Основний напрямок діяльності пожежної охорони полягає у профілактиці пожеж та обмеженні їх розмірів.

Отже, пожежна безпека тісно пов'язана з технікою безпеки, оскільки на пожежах гинуть не тільки матеріальні цінності, а й люди. Проектуючи, будуючи та експлуатуючи виробничі процеси, обладнання й машини, потрібно враховувати вимоги пожежної безпеки нарівні з вимогами охорони праці.

Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної політики щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства й навколишнього природного середовища.

Незважаючи на всі зусилля, спрямовані на попередження пожеж, ця проблема за своїми масштабами є глобальною й зачіпає не тільки національні, а й міжнародні інтереси. Про це свідчать пожежі



на нафтових і хімічних об'єктах, горіння тисяч гектарів лісових масивів та ін.

Щорічно на планеті виникає близько 6 мільйонів пожеж, мільйони людей стають каліками й дістають тяжкі опікові травми, десятки тисяч гинуть. Щорічно в Україні виникає понад 50 000 пожеж, на яких гинуть понад 3500 людей. За останні 10 років кількість пожеж зросла майже втричі, кількість знищених вогнем будівель — більше ніж у 8 разів, а динаміка загибелі людей на пожежах має загальну тенденцію до зростання.

Тільки протягом однієї доби в Україні виникає в середньому 110–120 пожеж, на яких гинуть 5–7 осіб, а 4–6 — отримують травми. Кожні 2 хв. 36 с підрозділи Державної пожежної охорони виїжджають за сигналом «Тривога», щоб врятувати людей, матеріальні цінності або запобігти трагедії. У 2002 р. на пожежах загинули 3619 осіб; 6620 осіб було врятовано. Збережено матеріальних цінностей на суму понад 516 млн грн. Відносні показники пожеж в Україні та в деяких інших країнах наведено в табл. 4.1.

На ліквідацію пожеж витрачаються колосальні кошти. Загальні показники пожеж складаються з економічних, соціальних та екологічних наслідків.

Таблиця 4.1

Відносні показники кількості пожеж та їх наслідки  
(1997–1998 рр.)

Країни	Кількість пожеж на 10 тис. населення, од.	Кількість загиблих на 1 млн населення, осіб	Прямі збитки на 1 млн населення, млн доларів
Росія	18,5	93,6	1,61
Білорусія	14,8	70	0,36
Україна	8,2	43,6	0,20
США	88	23	32,4
Японія	5	16	Немає даних



До екологічних наслідків пожеж належать такі: забруднення продуктами горіння й пожежегасіння атмосфери, водного середовища, ґрунтів, надр, загибель флори та фауни. Продукти горіння потрапляють в атмосферу, димові гази містять токсичні речовини, а сам процес горіння супроводжується поглинанням повітря, а також тепловим випромінюванням. Так, наприклад, під час згорання 1 кг кам'яного вугілля поглинається 8,0 м<sup>3</sup> повітря, а об'єм продуктів горіння становить 11,5 м<sup>3</sup>.

Лісові й ландшафтні пожежі справляють руйнівний вплив на фауну та флору, знищують родючий шар ґрунту, перетворюючи лісові масиви на пустелю.

Гасіння пожеж вимагає великих витрат води. Підраховано, що на ліквідацію пожеж у світі щорічно витрачається близько 300 млн м<sup>3</sup> води.

До прямих і побічних економічних наслідків пожеж відносять витрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням матеріальних цінностей, з відновленням функціонування об'єктів, пошкоджених під час пожеж. Сюди також відносять збитки, пов'язані з простоем виробничих об'єктів, виплатою допомог по тимчасовій непрацездатності й т. ін.

До соціальних наслідків, пов'язаних з пожежами, слід віднести загибель і травмування людей, погіршення їхніх психофізіологічних показників, посилення соціальної напруженості внаслідок втрати житлового фонду, зростання захворюваності та зменшення тривалості життя. В Україні, за даними статистики, щотижня пожежі руйнують або пошкоджують 600–700 жилих будівель.

Отже, кожна пожежа має негативні наслідки як безпосередньо для людини, що постраждала, так і для суспільства в цілому. Тому з точки зору екологічних, економічних та соціальних наслідків актуальним стає забезпечення ефективного протипожежного захисту, безпеки людей та матеріальних цінностей. В умовах сучасного техногенного середовища фінансові, трудові та матеріальні збитки від пожеж стають обтяжливими для економіки держави. З кожним роком для забезпечення ефективного протипожежного захисту держа-



ва має виділяти все більше коштів на фундаментальні дослідження, утримання пожежної охорони, профілактику пожеж.

Всесвітній центр пожежної статистики, що діє в рамках ООН, щорічно публікує звіти, в яких наводяться порівняльні дані про затрати, пов'язані з ліквідацією наслідків пожеж у різних країнах світу. Наслідки пожеж визначаються в результаті аналізу сукупності прямих і побічних збитків.

Прямі збитки — це втрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням вогнем, водою, димом і високою температурою основних фондів та іншого майна установ та організацій, а також втрати громадян, якщо вони мають прямий причинний зв'язок з пожежею.

Побічні збитки — це втрати, пов'язані з ліквідацією пожежі, простоем виробництва в період його відновлення та іншими втраченими вигодами внаслідок пожежі.

Світова статистика свідчить, що прямі збитки від пожеж в середньому становлять 0,2–0,3 % валового внутрішнього продукту відповідної країни.

Побічні збитки можуть бути меншими за прямі або навпаки значно їх перевищувати.

Загальносвітова статистика свідчить, що в середньому на одного загиблого припадає 25–30 травмованих, які дістали опіки різного ступеня. Витрати на лікування людей, що зазнали опікових травм на пожежах і потребують тривалого та дорогого лікування, становлять близько 2 % загальних збитків, завданих пожежами.

Враховуючи наведені дані, слід зазначити, що як держава, так і суспільство мають бути зацікавлені в зменшенні кількості пожеж, що завдають шкоди здоров'ю людей та здатні призводити до великих матеріальних збитків.

#### 4.1.2. Розвиток пожежної справи

У минулому за відсутності загальнодержавних заходів щодо боротьби з вогнем пожежі завдавали людям колосальних збитків,



величезна кількість міст та сіл вигорали дотла не один раз. У середні віки вогонь спустошував великі міста Європи практично кожен чверть століття. Неодноразово горіли Рим, Лондон, Петербург, Москва, Барнаул, Гамбург, Берлін, Київ та інші міста. Особливо беззахисним перед стихією вогню було село, де основним способом ліквідації пожеж було руйнування дерев'яних будівель, що давало змогу попередити поширення вогню.

Перші згадки про заходи боротьби з пожежами на території Київської Русі знаходимо в Законодавчому положенні, яке з'явилося ще в XI ст. Основні заходи щодо запобігання пожежам полягали в обмеженні та забороні користуватися вогнем у літній період та суворому покаранні винних.

Значні позитивні зміни в протипожежній справі означилися тоді, коли почалося впровадження протипожежних правил у будівництві. З 1735 р. при будівництві споруд почали зводити брандмауери — протипожежні стіни.

Становлення пожежної справи в Україні припадає на 30–40 рр. XIX ст., коли в м. Києві було засновано постійний штат пожежної частини поліції і створено пожежну охорону. Перші пожежні гідранти було облаштовано в м. Києві та інших великих містах України в 1870 р. У м. Львові першу професійну пожежну команду було створено в 1849 р. Її освятили під гаслом: «Богу хвала, народу слава, ближнім — на захист!»

У складі кожної пожежної частини були брандмейстер і його учень. Усі частини об'єднувалися в пожежну команду, на чолі якої стояв брандмайор. Підпорядковувалися пожежні частини поліції. У 1873 р. команди почали комплектувати «взаємні нижні чини обов'язкового строку служби людьми по вільному найму». Озброєність пожежних частин на той час перебувала на вкрай низькому технічному рівні, але привертала увагу розкішна зброя, що сяяла прикрасами для дорогих коней рідкісної масті. Пожежників одягали в пишні мундири й блискучі мідні каски з вигадливими гребенями.

Основним вогнегасним засобом була вода. Дахи й стіни будинків під час пожеж покривали мокрими лантухами, брезентом, які весь час поливали водою з відер. У 1762 р. вийшов державний указ, у якому суворо вимагалось: «Щоб у кожному домі колодязі в придатному стані й достатній глибині з надлишком води були». Того, хто не виконував цього розпорядження, суворо попереджували: «А якщо хто з тутешніх обивателів, якого б звання не був, у двонедільний строк колодязя у своєму домі не зробить, той має в наказаніє денежний штраф понести».

У містах вводився суворий порядок, відповідно до якого влітку у всіх дворах мало бути не менше двох-трьох діжок з водою, а у випадку пожежі на даху кожної домівки повинна була стояти людина, готова заливати вогонь водою. Окрім гасіння пожеж, на мешканців покладался обов'язок чистити димові труби від сажі.

Основним засобом гасіння пожеж були залівні труби. Подавання води на вогонь за допомогою такої труби вимагало великих затрат ручної праці. Обслуговували одну таку залівну пожежну трубу близько 50 осіб. З них 12 у дві зміни качали коромисла насоса, а інші вишикувалися ланцюжком для подавання води до труби відрами. Дальність дії труби становила 8–10 м, максимальна продуктивність — 20 відер/хв., або 3 л/с. Залівні труби мали висоту подачі води понад 20 м. Вони жорстко кріпилися до кінних візків. У ті часи на пожежах часто лунали команди: «Качай, ламай, не розсуждай», а на місці пожежі лишалися попіл та руїни будинків.

Техніка пожежегасіння в ті часи на десятиліття відставала від рівня розвитку містобудування. Понад 300 років пожежний насос ручної дії був основним інструментом для гасіння пожеж в Україні. У пожежних командах Америки, Німеччини й Франції широко використовувалися пожежні парові машини, створені в Англії Брайтуайтом та Еріксоном у 1829 р. Пожежні парові машини забезпечували ефективно гасіння пожеж та полегшували важку ручну працю. Кожна така машина замінила десятки залівних труб, створювала тиск води у 8–10 разів більший, ніж ручні насоси, та могла використовувати воду безпосередньо з водойм.





Вітчизняні вчені зробили значний внесок у справу боротьби з вогнем, у розробку теорії процесів горіння, засобів пожежегасіння, захисту від блискавки та ін.

Основи теорії процесів горіння розробив М. В. Ломоносов. Праці академіка М. М. Семенова з питань детонації в газах і парах, академіка А. А. Скочинського з питань боротьби з вибухами газів і вугільного пилу в шахтах та багато інших мають світове й практичне значення для профілактики пожеж та боротьби з ними.

Щоб вирішити проблему профілактики пожеж, необхідні наукові знання про процеси горіння, зокрема, у галузях хімії, фізичної хімії, теплофізики, опору матеріалів, будівельної механіки, газової динаміки та ін. На стику цих наук розроблено основи теорії вогнестійкості, фізико-хімічні основи виникнення та гасіння пожежі, теоретичні основи евакуації людей з будівель (А. М. Баратов, М. Я. Ройтман та ін.).

У 50-х роках минулого століття В. Сомов і М. Плотников обґрунтували грізні й до того часу незрозумілі явища — скипання й викидання нафтопродуктів з резервуарів. Скипання й викидання відбуваються тоді, коли в нафтопродуктах міститься навіть незначна кількість води, що підстигала колись нафтопродукти. У момент стикування прогрітого шару з водяною подушкою відбувається бурхливе пароутворення. Водяна пара з величезною силою на висоту до 100 м викидає нафтопродукт. Знання цього явища дало можливість розробити практичні заходи для гасіння таких пожеж і запобігти загибелі великої кількості людей.

Останнім часом було внесено суттєві зміни в систему управління справами пожежної охорони в державі. Для захисту національного багатства держави необхідно було створити нову систему організації пожежної охорони.

У 1992 р. створено Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС. 17 грудня 1993 р. Верховна Рада прийняла Закон «Про пожежну безпеку».



#### **4.1.3. Основні нормативні акти, що регламентують вимоги пожежної безпеки**

За останні роки в державі розроблено ряд цілеспрямованих заходів щодо створення загальнодержавної системи забезпечення пожежної безпеки. Основним заходом у цьому напрямку було прийняття Закону «Про пожежну безпеку», який набрав чинності з дня його опублікування 29 січня 1994 р.

Згідно із Законом забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною державної політики щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього природного середовища. Цей Закон визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території держави, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон «Про пожежну безпеку», Правила пожежної безпеки та інші Закони України, постанови Верховної Ради, укази й розпорядження Президента, декрети, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів, стандарти, будівельні норми та правила, відомчі нормативи, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

До компетенції центральних органів державної виконавчої влади в галузі пожежної безпеки належать:

- проведення єдиної політики в галузі пожежної безпеки, визначення основних напрямів розвитку науки й техніки, координація державних, міжрегіональних заходів, наукових досліджень у цій галузі та керівництво відповідними науково-дослідними установами;
- організація навчання спеціалістів у галузі пожежної безпеки, керівництво пожежно-технічними навчальними закладами;
- оперативне управління силами й технічними засобами, які залучаються до ліквідації великих пожеж; координація робіт щодо створення та випуску пожежної техніки та засобів протипожежного захисту.



До компетенції органів державної виконавчої влади в галузі пожежної безпеки входить розробка та затвердження державних стандартів, нормативних актів та правил пожежної безпеки, а також встановлення єдиної системи обліку пожеж.

Нормативні акти, стандарти, технічні умови, інші нормативно-технічні документи на пожежонебезпечні технологічні процеси та виробу мають включати вимоги пожежної безпеки та узгоджуватися з органами державного пожежного нагляду. Узгодженню підлягають також проектні рішення, на які не встановлено норми та правила.

Вимоги пожежної безпеки, що містяться у відомчих нормативних актах, не повинні суперечити державним стандартам, нормам і правилам.

Виробничі, житлові, інші будівлі та споруди, обладнання й машини, що вводяться в експлуатацію після завершення будівництва або реконструкції, мають відповідати вимогам пожежної безпеки. Забороняється будівництво, реконструкція, технічне переоснащення об'єктів виробничого та іншого призначення, впровадження нових технологій, випуск пожежонебезпечної продукції без попередньої експертизи, проектної та іншої документації.

Проектні організації мають здійснювати нагляд за дотриманням проектних рішень з пожежної безпеки при будівництві, реконструкції, технічному переоснащенні та експлуатації запроектованих ними об'єктів.

Введення в експлуатацію новостворених підприємств і реконструйованих об'єктів, впровадження нових технологій, нових зразків машин, механізмів, устаткування та продукції без дозволу органів державного пожежного нагляду забороняється.

Машини, механізми, технологічні процеси й транспортні засоби, що впроваджуються у виробництво, в стандартах на які є вимоги пожежної безпеки, повинні мати сертифікат, що засвідчує безпеку їх використання.

Дозвіл на початок роботи підприємств та експертизу проектів щодо пожежної безпеки здійснюють органи державного пожежного

нагляду, які також беруть участь у прийнятті об'єктів, що передаються в експлуатацію.

Проектування, реконструкція, технічне переоснащення та будівництво об'єктів мають відповідати чинним нормативним актам.

Забороняється застосовувати в будівництві та виробництві матеріали й речовини, на які немає даних щодо пожежної безпеки.

На виробництво пожежної техніки, протипожежного устаткування та виконання робіт протипожежного призначення мають право підприємства, які одержали на це дозвіл. Усі види пожежної техніки та устаткування, що застосовуються для запобігання пожеж і їх гасіння, повинні мати державний сертифікат якості. Порядок отримання сертифікатів якості та термін їх дії визначає Кабінет Міністрів.

Загальні вимоги до пожежної безпеки об'єктів усіх галузей народного господарства наведено в ГОСТ 12.1.004–85.

Усі технічні рішення щодо забезпечення пожежного захисту об'єктів народного господарства підлягають нормуванню.

#### 4.1.4. Поняття про пожежу та пожежну безпеку

Пожежам передуює початкове розігрівання джерелом теплоти горючої речовини, хоча б у одній точці, до такої температури, при якій її молекули починають з'єднуватися з молекулами кисню. Подальше розігрівання можливе як при постійній наявності джерела теплоти, так і у тому випадку, коли початково набута теплота достатня для подальшого нагрівання прилеглих шарів горючої речовини аж до появи вогню. Вогонь, що вийшов з-під контролю, здатний створити осередок пожежі.

Пожежа являє собою процес неконтрольованого горіння поза спеціальним вогнищем, що розвивається в часі й просторі і є небезпечним для людей, матеріальних цінностей та навколишнього середовища.



Початок розвитку пожежі можна уявити собі так. Холодна горюча речовина при введенні теплового імпульсу розігрівається, інтенсивно окислюється киснем з подальшим виділенням теплоти. Це призводить до розігрівання сусіднього шару горючої речовини, в якому також протікає інтенсивна хімічна реакція. Швидкість такого пошарового розігрівання визначає інтенсивність пожежі, що є найважливішою її характеристикою.

Вузьку зону, у якій протікає хімічна реакція і підігрівається горюча речовина, називають фронтом пожежі. Процес пошарового розігрівання, окислення й згоряння триває доти, поки не вигорить весь об'єм горючої речовини. Як правило, процес горіння спричинюють речовини, що мають підвищену вогнебезпечність. Тривалість пожежі, а також матеріальні збитки залежать від характеру горючої речовини й величини пожежного навантаження, тобто маси горючих матеріалів на одиницю площі.

Простір, у якому розвивається пожежа, умовно поділяють на три зони: зону горіння, зону теплової дії і зону задимлення.

Зоною горіння називається частина простору, у якому відбуваються процеси термічного розкладання чи випаровування речовин і матеріалів.

Зона теплової дії — це простір, де відбувається процес теплообміну між поверхнею полум'я та горючою речовиною, що прилягає до межі зони горіння, де тепла дія створює умови, неможливі для перебування людей без протитеплого захисту.

Кількість тепла, що виділяється під час пожежі, і температура навколишнього середовища значною мірою залежать від теплоти згоряння горючої речовини. Теплота згоряння горючої речовини залежить від її властивостей і складу. Для нафти й нафтопродуктів вона становить понад 45 000 Дж/кг, для кам'яного вугілля — понад 30 000 Дж/кг, а для деревини — понад 16 000 Дж/кг. Тепло, що виділяється під час пожежі, призводить також до руйнування обладнання й будівельних конструкцій, спричинює розповсюдження пожежі в суміжних приміщеннях, а також заважає діям, спрямованим на гасіння пожежі.

Щоб оцінити характер теплових змін під час пожежі, введено поняття «температурний режим», під яким слід розуміти зміни в часі середньої температури в зоні теплової дії (у приміщенні).

Зоною задимлення називається частина простору, що межує із зоною горіння й заповнена димовими газами в концентрації, що становить загрозу для життя й здоров'я людей. Ця зона включає в себе всю зону теплової дії і значно її перевищує.

У всіх випадках для горіння характерні такі три стадії: виникнення, поширення та згасання. Найбільш загальною властивістю горіння є здатність осередку вогнища, що виникло, пересуватися шляхом передавання тепла від зони горіння в суміжні зони.

Наслідки пожежі бувають особливо тяжкими, коли стався вибух. Вибух може бути не тільки наслідком пожежі, але і її причиною. Проблема запобігання вибухам безпосередньо пов'язана з пожежною безпекою.

Пожежі та вибухи можуть виникати за таких обставин:

- у початковий період експлуатації виробництва — період притирання елементів технологічного обладнання (наслідок недоліків, допущених у проектній документації, неякісного виконання монтажних робіт і т. ін.);
- в основний період експлуатації виробництва (через несправність контрольно-виміральної апаратури та елементів обладнання, порушення правил безпеки, недостатній нагляд і контроль, незадовільний ремонт і т. ін.);
- у період так званого «старіння» елементів технологічного обладнання (через зношеність деталей, корозію матеріалів, відсутність поточних і капітальних ремонтів і т. ін.).

Залежно від характеру горючої речовини всі пожежі поділяються на п'ять класів:

- перший клас — пожежі звичайних горючих речовин та матеріалів, при горінні яких утворюється попіл (деревина, гума, папір та ін.);
- другий клас — пожежі горючих рідин, при горінні яких утворюються горючі гази. Сюди відносяться пожежі деяких твердих



- речовин, які при горінні плавляться і при згорянні не утворюють попелу (нафта, мастила, нафталін та ін.);
- третій клас — пожежі горючих газів, які можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші;
  - четвертий клас — пожежі електрообладнання, що знаходиться під напругою, для гасіння яких потрібні тільки неструмопровідні речовини;
  - п'ятий клас — пожежі металів з низькою або високою температурою плавлення.

Пожежну небезпеку вищеназваних матеріалів і речовин визначає сукупність їхніх характерних особливостей під час горіння; умови, що сприяли виникненню й розвитку пожежі; можливі масштаби та негативні наслідки.

Тому для оцінки пожежної небезпеки того чи іншого виробництва необхідно знати, які горючі речовини та в якій кількості використовуються або утворюються на підприємстві і за яких причин вони можуть викликати пожежу або вибух. При цьому потрібно визначити всі виробничі дільниці, де можуть виникати аварійні ситуації, та встановити характеристику їх пожежної небезпеки при нормальному та аварійному режимах роботи, за яких умов та з яких причин може виникати пожежа та які можуть бути шляхи її розповсюдження й негативні наслідки.

Такий аналіз допоможе розробити структуру заходів щодо забезпечення ефективного функціонування системи пожежної безпеки в умовах конкретного виробничого об'єкта.

Система пожежної безпеки — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збиткам від неї.

Пожежна безпека — це стан об'єкта, коли пожежа унеможливується, а у випадку її виникнення виключається дія на людей небезпечних чинників пожежі й забезпечується захист матеріальних цінностей.



Пожежної безпеки можна досягти завдяки створенню системи заходів пожежної профілактики та активного пожежного захисту.

Пожежна профілактика — це комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на запобігання можливому виникненню пожежі чи зменшення її наслідків.

Система активного пожежного захисту — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів для боротьби з пожежами й запобігання дії на людей небезпечних та шкідливих чинників пожежі, а також для обмеження матеріальних збитків від неї.

У багатьох галузях виробничої сфери є підприємства, які за своєю специфікою не вимагають особливої пожежної безпеки, але, з іншого боку, є виробництва з високим ступенем пожежної небезпеки, які вимагають дотримання підвищеного протипожежного режиму. У процесі проектування, будівництва та експлуатації потрібно реалізувати комплекс заходів протипожежної безпеки, передбачений нормативними актами та іншими документами.

Щоб запобігти пожежам на підприємствах, розробляють організаційні, технічні, режимні, пожежно-евакуаційні, тактико-профілактичні, будівельно-конструктивні заходи та засоби запобігання пожежам і мобілізаційний план гасіння пожежі у випадку її виникнення.

До організаційних заходів має включатися правильний вибір технологічних процесів, недопущення захаращення приміщень і території, відповідний нагляд і контроль за правильним виконанням робіт, спеціальне розміщення матеріальних базових складів, відповідне зберігання горючих речовин, знання працівниками правил пожежної безпеки й т. ін.

До технічних належать заходи, що стосуються правильного добору й монтажу електрообладнання, розробки відповідних режимів експлуатації машин та обладнання, за яких при роботі повністю виключалась би можливість виникнення іскор і полум'я або контакт нагрітих поверхонь обладнання з горючими матеріалами.



До заходів режимного характеру відноситься заборона куріння, запалювання вогню, правильне зберігання промаслених ганчірок, постійний контроль за зберіганням матеріалів, що можуть призвести до самозаймання, і т. ін.

Тактико-профілактичні заходи передбачають швидку дію пожежних команд, забезпечення об'єктів первинними засобами пожежогасіння, а також постійне підтримування в справному стані водопровідних мереж і т. ін.

Заходи будівельно-конструктивного характеру вживають у процесі проєктування й будівництва споруд, створення протипожежних конструкцій будівель, а також при конструюванні нових машин технологічного обладнання.

Отже, основним напрямом забезпечення пожежної безпеки є усунення умов та обставин виникнення пожежі й розробка заходів щодо зменшення її шкідливих та негативних наслідків.

Описані основні напрями забезпечення пожежної безпеки не вирішують усієї проблеми щодо запобігання пожежам, у цьому питанні потрібні нові науково-технічні рішення, бо процеси горіння досить складні та різноманітні.

#### 4.1.5. Основні причини пожеж

Причини виникнення пожеж дуже різноманітні. До них можна віднести недоліки в будівельних конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, облаштуванні комунікацій, дефекти обладнання, неправильну організацію або порушення режимів технологічних процесів, неправильне виконання робіт, необережність персоналу й т. ін.

Тільки з аналізу розслідування обставин, що призвели до виникнення пожеж, можна зробити правильні висновки щодо причин, які їх зумовили. Причини пожеж різноманітні, але можна поділити їх на дві великі групи.

Причини першої групи пов'язані з недопустимою з точки зору пожежної безпеки появою горючого середовища в умовах, де є джерело



займання. Це може бути, наприклад, використання або зберігання горючих речовин і матеріалів у тих місцях, де їх наявність суперечить нормам пожежної безпеки. Причини першої групи часто зумовлені також аварійним станом обладнання та наявністю горючих речовин, наприклад розрив трубопроводів у котельнях, що працюють на рідкому паливі, підтікання паливних ліній двигунів внутрішнього згорання, переливання або викиди розплавленої маси при варінні бітуму й т. ін.

До причин другої групи відносять недопустиму за умов пожежної безпеки появу джерела загорання при обов'язковій наявності горючої суміші, тобто горючої речовини й кисню (повітря).

Друга група причин пожеж і вибухів є, власне, найбільш розповсюдженою й особливо характерною для більшості великих промислових об'єктів, забудов і т. ін. До другої групи відносяться причини пожеж, обумовлені такими чинниками:

- неправильним проведенням технологічних процесів, вибухами в технологічному та інженерно-технічному обладнанні;
- недоліками електрообладнання, електропроводки, електроапаратури та їх експлуатації (коротке замикання, перенавантаження проводів, іскріння, несправності в контактних з'єднаннях, електричні розряди);
- недоліками в облаштуванні та обслуговуванні опалювальних установок та приладів;
- недопустимим підвищенням температури при адіабатичному стисненні (головним чином при роботі компресорного устаткування);
- перегрівом речовин, що обробляються, коли їх температура досягає температури самозаймання; порушенням режиму зберігання та обробки самозаймистих речовин;
- розрядом блискавки, занесенням високих потенціалів у виробничі приміщення;
- необережним поводженням з вогнем, незнанням правил і вимог пожежної безпеки, недбалим ставленням до їх виконання, навмисними підпалами й т. ін.



Аналіз обставин пожеж та вибухів дає підстави стверджувати, що однією з основних причин їх виникнення є людський фактор. Якщо в електроустановках неправильно розраховано плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі, то при перенавантаженнях і коротких замиканнях унаслідок зростання величини струму можливе загоряння ізоляції і виникнення пожежі. Погані контакти в місцях з'єднання проводів спричиняють створення великих перехідних опорів і внаслідок цього — перегрівання й займання навіть при струмах, що не перевищують номінального значення.

Небезпека вибухів і пожеж виникає при неправильному виборі електрообладнання, коли в пожежонебезпечних і вибухонебезпечних приміщеннях використовуються електродвигуни таї апаратура у відкритому виконанні. Під час роботи несправних електродвигунів можливе іскріння, що в ряді випадків призводить до займання.

Причиною пожеж і вибухів у вибухопожежонебезпечних приміщеннях може бути наявність електростатичних розрядів.

Однією з причин пожеж може бути неправильна експлуатація електрозварювальної і паяльної апаратури, коли сама технологія робіт пов'язана з використанням відкритого полум'я електричної дуги або паяльної лампи.

Причиною пожеж і вибухів можуть також бути недоліки в облаштуванні та експлуатації освітлювальної мережі, такі як невідповідність облаштування мережі технологічним вимогам (наприклад, використання відкритої апаратури замість необхідної для даного середовища вибухозахищеної арматури), іскріння у вимикачах, у контактах проводів з патронами і патронів з лампами розжарювання, перегрівання колб у лампах, а іноді і їх вибух.

Існує ще ряд інших причин, але через вищезгадані причини виникає понад 90 % усіх пожеж, які розслідуються та беруться на облік.

Отже, безпосередньою причиною пожежі є поява того чи іншого компонента, який бере участь у процесі горіння в тих випадках, коли це недопустимо з точки зору вимог пожежної безпеки. Тому профілактика пожеж має зводитися переважно до різних форм запо-



бігання появи таких умов, які можуть призвести до появи неконтрольованого горіння або вибуху.

Причини пожеж і явищ, які їх супроводять, вивчає Науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС і пожежно-технічні управління в містах. Облік пожеж по Україні в цілому здійснює Головне управління державної пожежної охорони МНС.

#### **4.1.6. Негативні та шкідливі чинники, пов'язані з пожежами**

Аналіз статистичних даних свідчить про те, що кількість пожеж постійно зростає. Різке збільшення обсягів використання, зберігання та транспортування вибухопожежонебезпечних речовин призводить одночасно до зростання економічних та екологічних втрат та кількості жертв через наслідки пожеж. Процес неконтрольованого горіння супроводжується появою значної кількості токсичних речовин, небезпечних та шкідливих як для людей, що ліквідують пожежу, так і для тих, що перебувають у зоні її впливу.

Причиною підвищеного рівня дії небезпечних та шкідливих чинників, пов'язаних з пожежами, є зростання енергонасиченості виробництва, збільшення щільності інженерно-транспортних комунікацій, підвищення рівня температур та тиску в технологічному устаткуванні, використання нових видів полімерних матеріалів з підвищеним рівнем пожежної небезпеки. Усе це збільшує масштабність пожеж та тяжкість їх наслідків.

Тяжкість впливу негативних та шкідливих чинників, пов'язаних з пожежами, зумовлена зростанням концентрації горючих або легкозаймистих речовин і матеріалів, що припадають на одиницю площі (пожежне навантаження), а також недостатньою захищеністю виробничих будівель системами протипожежного захисту та сигналізаційними оповісниками.

Причиною зростання кількості жертв на пожежах стає те, що технічні можливості пожежної охорони значно відстають від сучас-



них вимог і недостатньо укомплектовані засобами пожежогасіння та засобами для рятування людей.

Великою небезпекою для людей на пожежах є відкритий вогонь, іскри, підвищена температура повітря, дим, токсичні продукти горіння речовин та матеріалів, пожежна концентрація кисню, руйнування будівельних конструкцій через втрату вогнестійкості.

Відкрите полум'я під час горіння — це наслідок розжарення вогнетривких продуктів. Полум'я являє собою оболонку із змінною температурою. У найбільш гарячій частині полум'я температура становить 1100–1300 °С.

Випромінювання тепла під час горіння може викликати больові відчуття та опіки шкіри, які починають проявлятися вже через 3 секунди. Больові відчуття не виникають, якщо відстань до полум'я становить більш як  $1,6h$ , де  $h$  — висота полум'я.

Час, протягом якого людина може дістати опіки другого ступеня, в умовах пожежі становить усього 20 с при температурі середовища 71 °С, 15 с — при температурі 100 °С та всього 7 с — при температурі 176 °С. У людини, що дістала опіки другого ступеня на значній частині поверхні тіла, дуже мало шансів вижити. Тривалість часу, протягом якого людина може переносити критичні значення променевих потоків, становить 10–15 с.

Більшість людей гине під час пожеж унаслідок отруєння токсичними продуктами горіння. За токсичністю продуктів горіння полімерні матеріали поділяють на надзвичайно небезпечні (з показником токсичності до 13 г/м<sup>3</sup>); високонебезпечні (з показником токсичності до 40 г/м<sup>3</sup>); помірно небезпечні — до 120 і малонебезпечні — понад 120 г/м<sup>3</sup>.

Під час пожежі внаслідок горіння полімерних та токсичних матеріалів виділяється іноді до сотні різних видів хімічних сполук — оксиди вуглецю, сірки, аміак, газоподібна содова та синильна кислоти й т. ін. Однак найбільше людей гине під час пожеж унаслідок отруєння оксидом вуглецю.



Оксид вуглецю небезпечний тим, що він у 200–300 разів сильніше, ніж кисень, реагує з гемоглобіном крові, через що червоні кров'яні тільця втрачають здатність забезпечувати організм людини киснем. Киснєве голодування організму призводить до особливого стану запаморочення, коли людину охоплює цілковита байдужість, у неї помітно послаблюється інстинкт самозбереження, з часом зупиняється дихання, і, якщо потерпілому вчасно не надано допомогу, настає смерть. Концентрація СО 6 мг/л вважається смертельною через 5–10 хв., а 2,4 мг/л є небезпечною через 30 хв.

При концентрації СО<sub>2</sub> 150–180 мг/л настає втрата свідомості й смерть, а при 360 мг/л відбувається параліч життєвих центрів.

Велику небезпеку для людей становить виникнення диму — суміші дрібних твердих аерозольних продуктів згоряння з повітрям. Вміст диму в 1 м<sup>3</sup> при згорянні 1 кг речовини різний: 1 кг паперу — 4,2; деревини — 4,9; ацетону — 8,1; гуми — 10,8; бензину — 12,6; гасу — 12,8 мг/л.

За димоутворюючою здатністю матеріали поділяються на три групи:

- з малою димоутворюючою здатністю ( $D < 50$ );
- з помірною димоутворюючою здатністю ( $50 < D < 500$ );
- з високою димоутворюючою здатністю ( $D > 500$ ). Визначають димоутворюючу здатність шляхом реєстрації послаблення освітленості при проходженні світлового променя через задимлений простір.

У задимлених приміщеннях різко знижується видимість. Втрата видимості через задимлення створює загрозу й перешкоду для здійснення швидкої евакуації людей, що знаходяться в зоні горіння. Під час евакуації людина повинна бачити показники виходів та евакуаційні шляхи. Через задимленість така можливість втрачається, організований рух порушується, стає хаотичним, унаслідок паніки кожна людина починає рухатися в довільному напрямі, що нерідко призводить до трагічних наслідків.

Під час великих пожеж висока температура та задимленість можуть бути небезпечними навіть у проміжках між будівлями, на при-



будинковій території та в інших віддалених місцях. Задимленість та висока температура є особливо небезпечними в підвалах та на верхніх поверхах будівель. У зоні задимленості при видимості менше 10 м входити в зону горіння небезпечно.

Під час пожежі внаслідок горіння різних речовин і будівельних конструкцій у повітрі знижується концентрація кисню. Зниження в повітрі концентрації кисню лише на 30 % призводить до погіршення координації рухів і розумової діяльності, інших негативних наслідків. Небезпечним під час пожежі вважається зниження концентрації кисню до 14–16 %. При вмісті кисню 10–12 % смерть настає протягом кількох хвилин.

Небезпечним для людини під час пожежі є вдихання нагрітого до 60 °С навіть незадимленого повітря. Вплив на людину повітря, нагрітого під час пожежі до температури понад 100 °С, призводить до втрати свідомості, а відтак і загибелі вже через кілька хвилин. Вдихання розігрітого повітря призводить до некрозу верхніх дихальних шляхів та опіків легеневої тканини. Небезпечною для людини температурою повітря під час пожежі в приміщеннях вважають температуру, що перевищує 55 °С.

І, нарешті, будівельні конструкції, обладнання й матеріали при відповідній температурі за межею вогнестійкості втрачають механічну міцність і руйнуються, унаслідок чого можливе травмування людей уламками або навіть їх загибель.

Отже, пожежі на виробництві не тільки призводять до матеріальних збитків, а й можуть стати причиною смерті та нещасних випадків унаслідок опіків, удушення або отруєння продуктами горіння.



## 4.2. Пожежонебезпечні властивості матеріалів та речовин

### 4.2.1. Теоретичні основи процесу горіння

Багато процесів у природі, техніці і повсякденному житті відбувається у вигляді екзотермічних реакцій, що супроводжуються виділенням теплоти. Під час процесів окислення завжди виділяється теплота, але не кожне окислення закінчується горінням.

Теорію процесів окислення розробив академік А. М. Бах у кінці ХІХ ст. Він установив, що процеси окислення самочинно відбуваються в природних умовах.

Пізніше, вивчаючи цю проблему, академік М. М. Семенов науково обґрунтував дію каталізаторів та антиокислювачів у процесах окислення, за що йому в 1956 р. було присвоєно Нобелівську премію.

Згідно з теорією М. М. Семенова процес горіння — це ланцюгова реакція самозаймання. При нагріванні горючої речовини її молекули вступають у реакцію з молекулами кисню. Молекули кисню містять енергію активації. Вони набувають активного стану, тобто один за одним виникають активні центри, які внаслідок ланцюгової реакції створюють нові активні центри, що спричинює подальше окислення нових порцій горючої речовини.

Доповненням до теорії ланцюгової реакції процесу горіння є перекисна теорія, згідно з якою молекули горючої речовини від надлишку теплоти розпадаються на атоми й радикали. Проміжні продукти, що виникають при цьому, мають підвищену хімічну активність і можуть продовжувати ланцюгову реакцію доти, поки не вичерпається весь об'єм горючої речовини.

Тривалість ланцюгової реакції залежить від фізико-хімічних властивостей горючої речовини, кількості кисню та інших чинників, що обумовлюють швидкість протікання процесу горіння.

Горіння — це фізико-хімічний процес взаємодії горючої речовини з киснем повітря, унаслідок чого виділяється тепло й випромінюється світло.





Основою процесу горіння є комплекс екзотермічних окислювально-відновлювальних реакцій горючої речовини з окислювачем.

За звичайних умов горіння являє собою процес окислення, або з'єднання горючої речовини з киснем повітря. Однак деякі речовини (стиснений ацетилен, хлористий азот, озон) можуть вибухати і без кисню з утворенням тепла й полум'я. Отже, горіння може бути результатом не тільки реакції з'єднання, а й реакції розпаду речовин. Водень і деякі метали можуть горіти в атмосфері хлору, мідь — у парах сірки, магній — у діоксиді вуглецю. Найбільш небезпечним є горіння, що виникає при окисленні горючої речовини киснем повітря.

Процес горіння потребує поєднання трьох компонентів: речовини, що здатна горіти; джерела вогню з необхідним запасом енергії горіння й певної кількості окислювача.

Окислювачем є кисень. Найбільш бурхливо відбуваються процеси горіння в чистому кисні. Однак окислювачем можуть бути кисневмісні речовини, такі як марганцевокислий калій  $\text{KMn}_2\text{O}_4$ , селітра  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ , азотна кислота  $\text{HNO}_3$  та ін.

При зменшенні концентрації кисню в повітрі інтенсивність горіння різко знижується, а при вмісті його в повітрі до 14 % для більшості речовин припиняється.

Найбільш розповсюдженими джерелами вогню є

- іскри, що з'являються в несправному електрообладнанні, при ударах металевих частин, зварюванні;
- теплота, що виникає внаслідок тертя;
- технологічні нагрівальні апарати й пристрої;
- апарати вогневої дії;
- теплота адіабатичного стиснення;
- іскрові розряди статичного струму;
- нагрівання електричних контактів;
- хімічні реакції, що відбуваються з виділенням теплоти та ін.

Температура нагрівання горючої речовини від цих джерел різна. Так, іскра, що виникає від удару металевих частин, може мати



температуру до  $1900\text{ }^\circ\text{C}$ , полум'я сірника — близько  $800\text{ }^\circ\text{C}$ , ведучий барабан стрічкового конвеєра при пробуксовці — до  $600\text{ }^\circ\text{C}$ , при електричних розрядах температура сягає  $10\ 000\text{ }^\circ\text{C}$ .

Горючі речовини можуть перебувати в трьох агрегатних станах: рідкому, твердому та газоподібному. Тверді горючі речовини залежно від їхнього складу й будови в процесі нагрівання поведуться по-різному. Деякі з них (наприклад, нафталін, сірка, каучук) плавляться й випаровуються, інші (деревина, торф, кам'яне вугілля, папір) розкладаються та утворюють газоподібні продукти й твердий залишок.

Рідкі горючі речовини в процесі нагрівання випаровуються, а деякі можуть і окислюватися.

Отже, більшість горючих речовин незалежно від первісного агрегатного стану внаслідок нагрівання перетворюються на газоподібні продукти, які, стикаючись з повітрям, утворюють горючу суміш. Горючі суміші можуть також виникати і в результаті розпилення твердих та рідких речовин.

Якщо речовина утворила з повітрям горючу суміш, вона вважається готовою до горіння. Горюча суміш становить велику пожежну небезпеку, бо не потребує потужного й тривалодіючого джерела запалювання — вона швидко займається навіть від малопотужної іскри. Важливою якісною характеристикою горючої суміші є процентне співвідношення горючої речовини й кисню в повітрі.

Горючі суміші залежно від співвідношення пального та окислювача поділяються на такі види:

- бідні, що мають у достатній кількості окислювач і невелику кількість горючої речовини;
- багаті, що мають надлишок горючої речовини.

Якісні показники горючої суміші визначаються хімічною структурою горючої речовини і її здатністю змішуватися з киснем повітря.

Залежно від швидкості хімічної реакції та умов утворення горючої суміші горіння поділяють на декілька видів.



#### 4.2.2. Класифікація видів горіння

Горіння являє собою організований процес, необхідний для задоволення різноманітних потреб людини в побуті і на виробництві. Тільки тоді, коли цей процес виходить з-під контролю людини й завдає їй лиха, він називається пожежею, а не горінням.

Процес горіння може бути повним і неповним. При надмірній кількості кисню в повітрі горіння буде повним. При повному згорянні утворюються продукти, які не можуть більше горіти, — вуглекислий або сірчаний газ, пара води, азоту. При недостатній кількості кисню горіння буде неповним. Неповне згорання супроводжується утворенням продуктів неповного окислення, які є вибухонебезпечними й токсичними речовинами, — оксиди вуглецю, альдегіди та ін. Так, при неповному згорянні деревини утворюються оксид вуглецю, пари метилового спирту, ацетону таї оцтової кислоти, які при зміні умов горіння можуть самі спалахувати або, у відповідних концентраціях, чинити отруйну дію на організм людини.

Залежно від швидкості хімічної реакції та утворення горючої суміші горіння може відбуватися у вигляді тління (швидкість до декількох см/с), власне горіння (швидкість до декількох м/с), вибуху (швидкість до декількох сотень м/с) і детонацій (швидкість до декількох тисяч м/с).

Швидкість горіння залежить від кількісних і якісних показників горючої суміші та імпульсу запалювання, які в процесі горіння можуть змінюватися або залишатися постійними. Так, наприклад, при збільшенні дисперсності твердої горючої речовини або її здатності виділяти горючі гази й пару стрімко зростає і швидкість горіння. Крім того, горіння речовини може відбуватися інтенсивніше при збільшенні її питомої поверхні.

Залежно від швидкості розповсюдження полум'я горіння класифікується як дефлаграційне, що відбувається з дозвукowymi швидкостями, або як детонаційне, що має надзвуківі швидкості. Однак такий поділ процесів горіння є досить умовним.

Нормальною швидкістю горіння називається швидкість переміщення полум'я по нерухомій суміші вздовж нормалі до її поверхні. При дефлаграційному горінні ця швидкість, як правило, становить від декількох сантиметрів до декількох метрів на секунду. Наприклад, нормальна швидкість горіння метану (10,5 %) з повітрям становить 37 см/с.

Повільне рівномірне розповсюдження горіння стійке лише в тому випадку, коли воно не супроводжується підвищенням тиску. Якщо горіння відбувається в замкнутому просторі, то тоді за рахунок теплопровідності й високої температури незгорілий газ починає рухатися. Невпорядкований рух газів у суміші, що горить, викликає значне збільшення поверхні фронту полум'я, що призводить до вибуху. Реальні вибухи горючих сумішей мають переважно дефлаграційний характер.

Вибух — це швидке перетворення речовини (вибухове горіння), що супроводиться виділенням енергії та утворенням стиснених газів.

У процесі горіння подальше розповсюдження полум'я посилює стиснення незгорілого газу перед фронтом полум'я. Це стиснення відбувається у вигляді послідовних слабких ударних хвиль. Кожна наступна ударна хвиля проходить з більшою швидкістю, ніж попередня, і, відповідно, її доганяє. На деякій відстані перед фронтом полум'я ударні хвилі з'єднуються в одну потужну ударну хвилю. Така ударна хвиля призводить до сильного стиснення й розігрівання газу. Коли температура в ударній хвилі стає досить високою, виникає новий стійкий режим — детонація. При детонаціях передача теплоти здійснюється вже не шляхом повільного процесу теплопровідності, а шляхом розповсюдження ударної хвилі.

Детонація — це горіння, що розповсюджується зі швидкістю, яка перевищує швидкість звуку (тисячі метрів за секунду).

Детонація характеризується різким стрибком тиску до 20–30 кПа в точці утворення ударної хвилі. Детонація в газових сумішах може відбуватися тільки за наявності відповідного мінімально необхідного початкового тиску й відповідної концентрації горючої



речовини в суміші. Наприклад, детонація ацетиленоповітряної суміші може статися тільки при об'ємному вмісті ацетилену від 6,5 до 15 %. Дозвукове горіння поділяється на ламінарне та турбулентне.

Ламінарне горіння характеризується пошаровим поширенням фронту полум'я по свіжій горючій суміші, турбулентне — змішуванням шарів потоку.

Горючі системи можуть бути хімічно однорідними й неоднорідними, тому горіння їх буває гомогенним і гетерогенним.

При гомогенному горінні реагуючі речовини перебувають в однаковому агрегатному стані — це суміші горючих газів, пари або пилу з повітрям, у яких рівномірно перемішані горюча речовина й повітря.

Гомогенне горіння, швидкість якого визначається також швидкістю хімічної реакції, називають ще кінетичним.

Кінетичне горіння — це горіння заздалегідь підготовленої горючої суміші.

Якщо горюча речовина й окислювач не перемішані між собою, відбувається дифузійне горіння. У цьому випадку процес горіння лімітується дифузією кисню в зону полум'я. Це спостерігається тоді, коли речовини перебувають у різних агрегатних станах і між ними є межа поділу фаз у горючій системі (рідкі й тверді горючі речовини). Таке горіння дістало назву «гетерогенного».

Гетерогенне горіння відбувається тоді, коли утворюється потік горючих газоподібних речовин. Таке горіння одночасно є дифузійним. Дифузія як процес протікає повільно.

Більшість пожеж характеризується переважно гетерогенним дифузійним горінням, яке лімітується дифузією кисню повітря в осередок горіння.

Важливою особливістю всіх видів горіння є самоприскорювальний характер хімічних реакцій, які можуть відбуватися за тепловими або ланцюговими механізмами.

Час, протягом якого повністю згоряє вся горюча суміш, складається з часу, необхідного для виникнення контакту між горючою ре-

човиною та окислювачем, і часу, протягом якого відбувається хімічна реакція окислення.

Залежно від співвідношення складових цього часу класифікуються і види горіння, описані в даному розділі.

### 4.2.3. Група горючості матеріалів та речовин

До показників, які характеризують пожежовибухову небезпеку в умовах виробництва, належить група горючості матеріалів та речовин.

Пожежовибухонебезпечність речовин та матеріалів — це сукупність властивостей, що характеризують їх здатність до виникнення й поширення горіння.

Усі матеріали та речовини, які використовуються в умовах виробництва, переробляються, зберігаються, транспортуються, а також використовуються при будівництві будівель і споруд, у пожежному відношенні характеризуються показником горючості.

Горючість — це здатність матеріалів та речовин спалахувати під дією джерела запалювання, продовжувати горіти після його вилучення.

За горючістю всі матеріали й речовини відповідно до протипожежного нормування поділяються на негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі (неспалимі) — це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури не спалахують, не тліють і не обуглюються.

До негорючих матеріалів належать усі природні й штучні неорганічні матеріали, а також метали, які, тривалий час перебуваючи у вогні, не зазнають значних деформацій. До таких матеріалів належать алебастр, гіпс, залізобетон, пемзобетон, метал, мармур та ін.

Важкогорючі (важкоспалимі) — це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обуглюються й продовжують горіти, тліти або обуглюватися за наявності джерела запалювання, а після його вилучення горіння або тління припиняється.



До важкогорючих належать матеріали, які складаються із спалимих і неспалимих складових частин (наприклад, гіпсові й бетонні матеріали з вмістом органічного наповнювача, мінеральні плити з бітумним заповнювачем, глиноземні матеріали, повсть, змочена глиняним розчином, глибоко просочена антипіренами деревина, цементний фіброліт, полімерні матеріали, саман, гіпсова штукатурка, асфальтобетон та ін.).

Горючі (спалимі) — це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються й продовжують горіти, тліти або обвуглюватися після вилучення джерела загоряння.

До горючих належать усі матеріали, що не відповідають вимогам, яким відповідають негорючі й важкогорючі матеріали. Горючі матеріали займаються не відразу, але, зайнявшись, порівняно швидко руйнуються. Горючими є всі органічні матеріали (лісоматеріали, волок, папір, соломіт й ін.), які не піддаються просочуванню вогнезахисними речовинами.

Тління матеріалів починається за температури, при якій відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій окислення, що закінчується виникненням горіння.

Дані про температури тління використовують при експертизах причин пожеж, при виборі вибухозахищеного електрообладнання й розробці заходів для забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004–85 «Протипожежні норми».

Групи горючості матеріалів визначаються експериментальним методом.

Негорючі матеріали випробовуються в трубчатій печі протягом 20 хв. під дією температури 800–850 °С. У цей час реєструють температуру за показниками термометри, а також відмічають місце, час і тривалість спалахування зразка. Спалахування вважають стійким при наявності полум'я протягом 10 с і більше. Після випробування визначають масу кожного зразка. Якщо втрата маси дорівнює нулю, матеріал вважають негорючим.



Випробовування на визначення важкогорючих матеріалів проводять у шахтній печі під дією полум'я газового пальника протягом 10 хв. Час самостійного горіння має становити 30 с.

Випробовування на визначення горючих (спалимих) матеріалів здійснюють на приладі «вогняна труба» під дією полум'я газового пальника. Максимальний час загоряння зразка не повинен перевищувати 2 хв. при температурі 1000–1100 °С. Випробовування проводиться на шести зразках довжиною 150 мм, шириною 35 мм і товщиною 10 мм. Після випробування визначають втрату маси в процентах. Матеріал відноситься до горючих за самостійним горінням полум'я протягом 60 с і втратою маси понад 20 %.

Групу горючості матеріалів встановлюють також калориметричним методом, який полягає у визначенні відношення кількості теплоти, що виділяється підпаленим взірцем, до кількості теплоти, яку виділяє джерело підпалювання.

Показники горючості використовуються для аналізу пожежної небезпеки.

#### **4.2.4. Показники пожежної та вибухової небезпеки матеріалів і речовин**

Показники пожежної і вибухової небезпеки речовин і матеріалів — це сукупність властивостей, які характеризують їх здатність до виникнення й поширення горіння.

Оцінка вибухопожежонебезпеки речовин і матеріалів проводиться відповідно до стандарту ГОСТ 12.1.044-89 «Пожежовибухо-небезпека речовин матеріалів. Показники і методи їх визначення».

За агрегатним станом усі матеріали й речовини поділяються на газоподібні, рідкі й тверді. Тверді речовини в тонкодисперсному стані (розмір частинок до 850 мкм) виділено в самостійну групу — групу пилу — унаслідок специфічної їх поведінки під час горіння.

Будь-яка тверда, рідка або газоподібна речовина, що здатна горіти, називається горючою речовиною.



Основними показниками пожежовибухонебезпеки горючих речовин і матеріалів є такі: група горючості, температура спалаху, температура спалахування, температура самоспалахування, концентраційні межі вибуху, умови теплового самозаймання, мінімальна енергія запалювання, швидкість вигорання, швидкість розповсюдження полум'я; коефіцієнт димоутворення.

Горіння, яке виникає внаслідок дії відкритого вогню на невелику частину горючої речовини (локально), називається спалахуванням. Щоб речовина спалахнула й почала горіти, її необхідно підігріти до температури спалахування.

Температура спалахування — це найменша температура горючої речовини, при якій вона починає займатися від імпульсу запалювання й продовжує горіти після його вилучення.

Спалахування — це початкова стадія процесу горіння, коли на горючу речовину діє джерело запалювання. Спалахування полягає в тому, що горюча речовина локально, тобто в невеликій частині об'єму, нагрівається до температури спалахування. Після спалахування горючої речовини в локальному об'ємі теплота від нагрітих шарів внаслідок ланцюгової реакції горіння розповсюджується на всю іншу частину горючої речовини. При цьому в шарі горючої системи, який безпосередньо межує із зоною горіння, відбувається прискорена хімічна реакція горіння, що призводить до самоспалахування всього об'єму горючої речовини.

Самоспалахування — це процес горіння, який виникає без впливу відкритого полум'я, тобто спричинюється дією зовнішнього нагрівання.

Самоспалахування характеризується тим, що при нагріванні речовини різко збільшується швидкість екзотермічних реакцій, що призводить до її загорання.

На відміну від процесу спалахування, коли загоряється лише обмежена частина об'єму, самоспалахування виникає по всьому об'єму горючої речовини й характеризується температурою самоспалахування.



Температура самоспалахування — це найменша температура, до якої необхідно нагріти горючу речовину, щоб унаслідок подальшого самоокислення виникло горіння.

Згідно з тепловою теорією горіння самоспалахування — це процес горіння горючої речовини, що виникає під впливом зовнішнього тепла, але без контакту з джерелом відкритого вогню.

Температура самоспалахування однієї і тієї ж самої горючої речовини не є постійною. Вона може змінюватися залежно від умов навколишнього середовища, тиску, теплопровідності матеріалів і т. ін. Наприклад, стандартна температура самоспалахування для метану +537 °С, ацетону +465 °С, дизельного палива +250 °С.

Дані про температуру спалахування й самоспалахування використовують для встановлення групи горючості речовини, оцінки вибухопожежонебезпеки речовин і матеріалів, а також пожежної небезпеки обладнання й технологічних процесів, пов'язаних із використанням і переробкою горючих речовин.

Показники пожежної вибухової небезпеки речовин і матеріалів визначають з метою отримання вихідних даних для розробки та створення системи забезпечення пожежної безпеки.

Значення пожежних і вибухових показників включаються до стандартів і технічних умов на речовини та матеріали, а також вводяться в паспорти підприємства при атестації виробництва.

Для виникнення процесу горіння необхідний мінімальний імпульс запалювання. Мінімальна енергія запалювання — це найменше значення енергії джерела запалювання, за якого можливе спалахування суміші горючої речовини в повітрі за встановлених умов.

Значення мінімальної енергії запалювання використовують при розробці заходів для забезпечення пожежовибухобезпечних умов при переробці горючих речовин та електростатичної іскробезпеки технологічних процесів.

Показниками пожежовибухової небезпеки горючих речовин є швидкість вигорання, швидкість розповсюдження полум'я і коефіцієнт димоутворення.



Швидкість вигорання — це кількість горючої речовини, що згорає за одиницю часу на одиниці площі. Швидкість вигорання характеризує інтенсивність процесу горіння горючих рідин. Значення даного показника використовують при розрахунках визначення тривалості горіння рідин у резервуарах, інтенсивності тепловиділення й температурного режиму пожежі, інтенсивності подавання вогнегасних речовин при гасінні пожежі.

Швидкість розповсюдження полум'я — це швидкість поширення фронту полум'я відносно незгорілого газу в напрямі, перпендикулярному до його поверхні. Значення швидкості розповсюдження полум'я використовують у розрахунках швидкості зростання тиску вибуху газу та пароповітряних сумішей у негерметичному устаткуванні й приміщеннях при розробці та облаштуванні брендмауерів, легкоскладаних конструкцій та інших пристроїв, при розробці заходів для забезпечення пожежовибухобезпеки технологічних процесів.

Коефіцієнт димоутворення — це показник, що характеризує оптичну густину диму, який виникає під час горіння певної кількості горючої речовини. Цей коефіцієнт використовується для класифікації матеріалів за димоутворюючою здатністю. Оптична густина диму — це десятковий логарифм відношення потоку, що надходить, до світлового потоку, який пройшов крізь дим, віднесений до шляху проходження світла.

Методи визначення та розрахунку показників пожежовибухонебезпеки горючих речовин і матеріалів наведено в ГОСТ 12.1.044-89.

Визначення інших показників пожежовибухонебезпеки розглядається нижче в матеріалах про здатність та особливості горіння горючих матеріалів і речовин у різних агрегатних станах.

#### 4.2.5. Особливості горіння твердих горючих матеріалів

Пожежонебезпечні властивості твердих горючих матеріалів і речовин характеризуються здатністю до займання, особливістю горіння та властивістю піддаватися гасінню тими чи іншими способами.

Різні за хімічним складом тверді матеріали й речовини горять неоднаково. Імовірність загорання залежить від характеру, маси, стану твердої речовини та способу, за допомогою якого запалюється тверда горюча речовина. Тверда горюча речовина, нагріта до відповідної температури, може загорітися за умови, що тепло не буде досить швидко розсіюватися в навколишнє середовище.

Горіння твердих горючих речовин має багатостадійний характер. Прості тверді речовини (сажа, кокс, антрацит й ін.), що являють собою хімічно чистий вуглець, розжарюються або тліють без утворення іскор, полум'я і диму, оскільки їм не потрібно розкладатися, перед тим як вступити в реакцію з киснем повітря. Таке горіння без полум'я відбувається, як правило, повільно й називається поверхневим.

Горіння складних за хімічним складом твердих горючих речовин — таких, як дерево, бавовна, каучук, гума, пластмаси та ін. — відбувається у дві стадії: термічне розкладання з утворенням летких та твердих продуктів і їх наступне окислення та горіння, що супроводжується виникненням полум'я та випромінюванням світла.

Самі складні речовини не горять — горять продукти їх розкладання. Самостійне горіння твердих горючих речовин продовжується за умови, що кількість теплоти, яку віддає поверхня, що горить, за одиницю часу в навколишнє середовище, не перевищує кількості теплоти, накопиченої цією поверхнею.

Отже, під дією зовнішньої теплоти відбувається нагрівання твердої фази, що супроводжується виділенням газоподібних продуктів, які потім спалахують і горять. Тепло, що утворилося внаслідок спалахування, діє на поверхню твердої речовини й знову викликає надходження в зону горіння нових порцій летких речовин. Парогазова суміш продуктів термічного розкладу твердих горючих речовин є горючою. Наприклад, термічний розклад деревини починається при температурах 200 °С. Розкладаються вуглеводи, водень, оксид вуглецю та пара органічних речовин. При досягненні певної концентрації та при наявності джерела запалювання вони займаються, що



зумовлює подальше зростання температури та перехід процесу до екзотермічної стадії. Процес термічного розкладу буде продовжуватися доти, доки не вичерпається весь об'єм горючої речовини.

Тверді горючі речовини можуть займатися як від відкритого джерела вогню, так і від нагрітих предметів і горючих газів. Наприклад, за певних умов спостерігається самозаймання деревини при температурі вищій за 330 °С. Проте в умовах тривалого нагрівання самозаймання може спостерігатися при значно нижчих температурах.

Після займання температура поверхневого шару деревини підвищується до 400 °С. При цьому вихід газоподібних продуктів стає максимальним, що забезпечує подальший розвиток процесу горіння. Як результат — верхній шар деревини перетворюється на вугілля, яке за даних умов ще не може горіти, оскільки кисень повітря витрачається на реакцію, що відбувається в газовій зоні й не досягає поверхневого шару. При підвищенні температури до 500–700 °С збільшується шар вугілля й одночасно починається горіння твердої фази.

Отже, процес горіння деревини складається з двох основних періодів: горіння пари й газів, що утворюються при розкладанні деревини, та горіння вугілля, що утворилося при цьому.

Температуру спалахування твердих горючих матеріалів визначають експериментальним шляхом. Найнижча температура, за якої займаються продукти розкладу, є температурою спалахування для даної речовини. Температура спалахування твердих горючих речовин за довідковими даними становить 50–580 °С. Найбільш низьку температуру спалахування має камфора, найвищу — ксилоліт. Для більшості деревних порід ця температура становить 270–300 °С.

Швидкість вигорання твердих матеріалів залежить від вологості матеріалу, його об'ємної ваги, питомого навантаження (кількості матеріалу, що припадає на 1 м<sup>2</sup> площі підлоги), відношення площі поверхні матеріалу до його об'єму, від доступу повітря й напряду вітру та інших чинників.



Сухі волокнисті, розрихлені й пилоподібні горючі тверді речовини мають велику поверхню стикання з киснем повітря, тому вони вигоряють значно швидше, ніж вологі та ущільнені матеріали з великою об'ємною вагою. Кіноплівка на нітрооснові, целулоїд, порох, вибухові тверді речовини мають найбільшу швидкість горіння серед твердих горючих речовин, оскільки вони утримують достатню кількість кисню для повного їх згорання. Вони можуть горіти під водою, під землею і в герметично закритих ємностях.

Характерною особливістю горіння складних за хімічним складом твердих горючих речовин є утворення полум'я і диму. На пожежах залежно від складу горючих речовин, ступеня їх згорання утворюється дим, що має відповідний колір і запах.

Каучук, гума, смоли, пластмаси виділяють чорний дим, бездимні порохи — жовто-бурі продукти горіння. Деревина в процесі горіння виділяє сірувато-чорний дим і т. ін.

За кольором полум'я на пожежах орієнтовно можна визначити температуру горіння: червоний відповідає температурі 550 °С; темно-червоний — 700 °С; вишнево-червоний — 900 °С; оранжевий — 1100 °С, а білий — 1400 °С і більше.

При пожежах майже завжди утворюються продукти неповного згорання, серед яких іноді трапляються токсичні та отруйні речовини.

Показником токсичності продуктів горіння є відношення кількості речовини до одиниці об'єму замкнутого простору, у якому газоподібні продукти горіння спричинюють так звану  $D_L$  (дозу літальна) до 50 %.

За значенням показника токсичності продуктів горіння матеріали поділяються на чотири класи: надзвичайно небезпечні, високонебезпечні, помірно небезпечні та малонебезпечні.

Даний показник слугує для оцінки полімерних матеріалів, які використовуються для облицювання та теплоізоляційних робіт. Цей показник вводиться до технічних умов і стандартів на полімерні матеріали.



Особливості горіння твердих горючих матеріалів і речовин мають значення для оцінки їх пожежної небезпеки при будівництві та організації технологічних процесів, а також для розробки засобів та способів їх вогнезахисту та вогнегасіння.

#### 4.2.6. Особливості горіння рідких речовин

Рідкі горючі речовини є більш пожежовибухонебезпечними, ніж тверді горючі матеріали: вони легко спалахують, інтенсивніше горять та утворюють вибухонебезпечні пароподібні суміші, які погано піддаються гасінню водою.

Горіння рідких речовин являє собою складний фізико-хімічний процес, що відбувається при взаємному впливі кінетичних, теплових і гідродинамічних явищ.

Кінетика процесу горіння рідше характеризується швидкістю вигорання, яка не є фізико-хімічною константою, оскільки залежить від властивостей горючої рідини, умов зберігання та умов тепло- та масообміну в зоні горіння.

Горіння рідин відбувається в газовій фазі. У результаті випаровування рідини над її поверхнею утворюється паровий струмінь, який, змішуючись із киснем, забезпечує формування зони горіння. З поверхні рідини надходять горючі пари, а з повітря дифундує кисень, що створює зону горіння. Стехіометрична суміш, що виникає при цьому, згоряє за частки секунди.

Концентрація насичених парів рідини над її поверхнею перебуває в прямій залежності від її складу та температури. З підвищенням температури рідини зростає тиск її парів, а відтак і концентрація їх у повітрі. При відповідній температурі кількість парів над поверхнею рідини стає достатньою для утворення горючої суміші, яка спалахує, якщо є джерело тепла.

Основною характеристикою рідини стосовно пожежної небезпеки є температура спалаху.



Температурою спалаху називається найменша температура рідини, за якої над її поверхнею утворюється суміш парів з повітрям, що здатна до спалаху від зовнішнього джерела запалювання.

Температура спалаху показує, за якої температури рідини стає вибухонебезпечною при появі первинної пароповітряної суміші відповідної концентрації.

Усі горючі рідини за температурою спалаху поділяються на два класи: легкозаймісті (ЛЗР) й горючі (ГР) рідини.

Рідини, які при відкритому зберіганні здатні без попереднього нагрівання спалахнути за короткочасної дії джерела запалювання, вважаються легкозаймістими. Легкозаймісті рідини мають температуру спалаху до 61 °С (у закритому тиглі) або 66 °С (у відкритому тиглі), а горючі рідини мають температуру спалаху понад 61 °С.

- Легкозаймісті рідини поділяються у свою чергу на три групи:
- I — особливо небезпечні ЛЗР з температурою спалаху до 18 °С у закритому тиглі або 13 °С і нижче у відкритому тиглі;
  - II — постійно небезпечні ЛЗР з температурою спалаху від 18 до 23 °С;
  - III — небезпечні за підвищеної температури повітря з температурою спалаху від 23 до 61 °С.

До легкозаймістих рідин належать бензин, ацетон, нафта, бензол, метиловий спирт, гас та ін. До горючих рідин належать дизельне паливо, рослинні олії, мазут, мастила, гліцерин та ін. Треба враховувати те, що 1 м<sup>3</sup> легкозаймістих нафтопродуктів за вогнебезпечними властивостями прирівнюється до 5 м<sup>3</sup> горючих нафтопродуктів.

За температури спалаху рідини ще не горить, відбувається лише спалах утвореної суміші парів рідини з повітрям. Стабільне горіння рідини починається лише тоді, коли її підігріти до температури спалахування. Найменша температура рідини, за якої полум'я не гасне, називається температурою спалахування. За цієї температури швидкість випаровування та утворення горючої суміші дорівнює швидкості згорання.





У легкозаймистих рідин ця температура відрізняється від температури спалаху на 1–5 °С, а для горючих рідин ця різниця становить 30–35 °С.

Чим нижча температура спалаху, тим меншою стає ця різниця. Так, для бензину, бензолу, ацетону та інших рідин, що мають температуру спалаху нижче 0 °С, ця різниця становить 1 °С, у відкритій посудині практично важко розрізнити температуру спалаху й температуру спалахування.

Легкозаймісті рідини можуть утворювати вибухопожежонебезпечні суміші, тому вони належать до вибухопожежонебезпечних рідин, а горючі рідини — до пожежонебезпечних.

При згорянні парів рідини на її поверхні відбувається передача тепла від полум'я до самої рідини, що призводить до поступового прогрівання її на глибині. При нагріванні рідини до температури кипіння відбувається інтенсивне виділення пари, що призводить в деяких випадках до викидання рідини з резервуара. Особливо це стосується схильних до закипання нафтопродуктів.

Швидкість прогрівання нафтопродуктів та інтенсивність їх випаровування при горінні залежать від вмісту вологи. Чим більше вологи в нафтопродуктах, тим швидше вони нагріваються, оскільки пара інтенсифікує процес конвекції. Прогрівання нафтопродуктів на велику глибину під час пожежі нерідко викликає кипіння, а іноді спалахування великої маси нафтопродуктів й викидання їх у повітря. Закипання пояснюється наявністю в нафтопродуктах дрібних крапель води, що перетворюються на пару. Причиною викидів є водяна подушка резервуара під нафтопродуктами. Викиди відбуваються тоді, коли шар нафтопродуктів, що стикається з водою, нагрівається значно вище за 100 °С. Вода при цій температурі миттєво перетворюється на пару, яка виштовхує нафтопродукти з резервуара. Температура горіння рідин при пожежах досягає 800–1300 °С.

Характерною особливістю легкозаймистих і горючих рідин є те, що багато з них (бензин, бензол, скипидар, етиловий спирт і деякі інші) мають низьку електричну провідність і під час руху неза-

земленими трубопроводами або в ємностях накопичують статичний струм, що може призвести до іскріння й спалахування рідин.

Процес горіння рідин характеризується швидкістю їх вигорання, яка не є фізико-хімічною константою; швидкість залежить від властивостей горючої рідини, діаметра посудини, в якій вона зберігається, і умов тепло- й масообміну в зоні пожежі.

Зоною горіння рідин є тонкий випромінюваний шар газу, до якого з поверхні рідини надходять горючі пари, а з повітря дифундує кисень, створюючи стехіометричну суміш.

Оскільки швидкість хімічних перетворень у зоні горіння залежить від швидкості надходження реагуючих компонентів до поверхні полум'я шляхом молекулярної чи кінетичної дифузії, процес горіння рідин називається дифузійним горінням.

#### 4.2.7. Особливості горіння пилоповітряної суміші

Порошкоподібні, волокнисті й сипучі матеріали, здатні утворювати пил, характеризуються в пожежному відношенні мінімальною енергією запалювання в аерозольному стані й мінімальним вибухо-небезпечним вмістом кисню в ньому. Пил деяких твердих негорючих речовин (алюмінію, цинку) в суміші з повітрям також може утворювати пожежовибухонебезпечні концентрації.

Чим дрібніші частинки пилу, тим більша площа його поверхні і тим він небезпечніший, коли йдеться про спалахування та вибух. 1 кг кам'яного вугілля в пилоподібному стані спалахує за частки секунди. Алюміній, магній, цинк у монолітному стані не горять, а у вигляді пилу в повітрі згоряють з великою швидкістю.

Пил може перебувати в аерозольному або аерогельному стані.

Залежно від стану пил однієї і тієї ж речовини має різні температури спалахування. Наприклад, пил деревного борошна в аерозольному стані має температуру спалахування 775 °С, а в аерогельному — 275 °С, тобто у 2,8 разів меншу. Зрозуміло, що більш пожежонебезпечним є осілий пил, оскільки він має значно нижчу температуру спалахування.



Горіння осілого пилу викликає спалахування пилу, що перебуває в аерозольному стані. Під дією теплового потоку з високотемпературної зони фронт полум'я поширюється однорідною пиловою хмарою. Залежно від концентрації пилу в аерозольному стані горіння відбувається у вигляді вибуху. Чим вища концентрація пилу, тим він вибухонебезпечніший.

Очевидно, що найбільшу небезпеку вибуху несе аерозольний пил. Він має більшу питому поверхню й більшу хімічну активність: 1 см<sup>3</sup> твердої монолітної речовини має поверхню 6 см<sup>2</sup>, а 1 см<sup>3</sup> пилу дисперсністю в 1 мм — 60 000 см<sup>2</sup>. Наявність великої поверхні пилу обумовлює його високі адсорбційні властивості, що дозволяє адсорбувати з навколишнього середовища кисень повітря.

Кількість кисню, адсорбованого пилом, буває в десятки разів більшою за об'єм самого адсорбенту. Так, 50 см<sup>3</sup> сажі можуть утримувати 950 см<sup>3</sup> адсорбованого повітря, що в 19 разів більше за об'єм самого адсорбенту. Кількістю кисню, адсорбованого пилом, недостатня для його повного згорання, але його завжди вистачить для проходження початкових процесів окислення.

Пожежовибухонебезпечні властивості пилу характеризуються нижньою і верхньою межами спалахування (НМС та ВМС).

Нижня межа спалахування аерозолів твердих речовин — це найменша концентрація речовини в повітрі, при якій суміш здатна до спалахування з наступним поширенням полум'я на весь об'єм суміші.

Для пилу переважно визначаються лише НМС. При концентрації пилу, яка відповідає нижній межі спалахування, предмети стають невидимими вже на відстані 2–4 м. Такі концентрації можуть виникати при виконанні підривних робіт, у гірничих виробках, в апаратах та устаткуванні або біля них.

У виробничих умовах верхня межа спалахування практично недосяжна. Наприклад, для цукрового пилу ВМС становить 13 500 г/м<sup>3</sup>, для торф'яного — 2200 г/м<sup>3</sup>. Тому при класифікації виробництва за пожежною небезпекою враховують показник тільки нижньої межі спалахування.

Залежно від нижньої межі спалахування пил твердих речовин, що перебуває в аерозольному стані, поділяється на такі групи:

- особливо вибухонебезпечний з НМС < 15 г/м<sup>3</sup>;
- вибухонебезпечний з НМС < 65 г/м<sup>3</sup>;
- пожежонебезпечний з НМС > 65 г/м<sup>3</sup>.

Нижня межа спалахування для торф'яного пилу дорівнює 17,6 г/м<sup>3</sup>, деревної муки — 12,5 г/м<sup>3</sup>, ебоніту — 7,6 г/м<sup>3</sup>, сірки — 2,3 г/м<sup>3</sup>, цукру — 15 г/м<sup>3</sup>, залізного порошку — 100 г/м<sup>3</sup>, вугілля — 114 г/м<sup>3</sup>.

Значення нижньої межі спалахування для різних видів пилу змінюється залежно від вологості, дисперсності, вмісту легких фракцій, зольності, температури, теплової потужності джерела запалювання та інших чинників.

Найнебезпечнішим у пожежному відношенні є високодисперсний пил, бо він має велику сумарну поверхню, що адсорбує кисень і створює підвищену хімічну активність. Чим вища температура спалахування, тим нижча концентрація пилу є достатньою для вибуху.

Збільшення вологості повітря й пилу зменшує інтенсивність вибуху. Торф'яний пил не спалахує, якщо в повітрі менше 16 % кисню.

Щоб запобігти вибуховості пилу й зменшити пожежну небезпеку, важливо не допускати накопичення пилу у виробничих приміщеннях, оскільки осілий пил при вибуху миттєво переходить в аерозольний стан. У виробничих приміщеннях концентрація аерозольного пилу значно менша за нижню межу спалахування внаслідок порівняно швидкого осідання пилу. Однак при несвоєчасному прибиранні виробничих приміщень за випадкового виникнення протягів або сильних завихрювань потоків повітря концентрація пилу в повітрі може досягти і навіть перевищити нижню межу спалахування, що за наявності відкритого джерела вогню може призвести до вибуху.

#### 4.2.8. Особливості горіння газів

Концентрація горючих газів у виробничих умовах може утворювати будь-які співвідношення.



Горючі гази при певних концентраціях можуть згоряти зі швидкістю вибуху, спричиняючи великі руйнування, пожежі та нещасні випадки.

Вибух — це миттєве згоряння горючої речовини з виділенням великої кількості енергії. Тиск і температура під час вибуху миттєво зростають. Швидкість поширення вогню при вибуху залежить від природи горючого газу, температури навколишнього середовища й тиску. Ці чинники визначають швидкість розширення газів, а також збитки, які здатні спричинити вибух або пожежа.

Вибухи супроводжуються виникненням у навколишньому середовищі особливого руху збурення — вибухової хвилі, яка характеризується великою швидкістю поширення газів. Наприклад, швидкість поширення вибухової хвилі при вибуху воднево-повітряної суміші сягає 3500 м/с при температурі 3100 °С.

У технологічних процесах, де застосовуються горючі гази, вони можуть перемішуватися з повітрям і утворювати вибухонебезпечні суміші.

Вибухонебезпечність суміші горючого газу з повітрям характеризується нижньою концентраційною межею вибуховості (НКМВ) і верхньою концентраційною межею вибуховості (ВКВ). Для газів НКМВ і ВКВ — це процентний вміст горючого газу в об'ємі повітря.

Нижньою концентраційною межею вибуху газоповітряної суміші називається найменша кількість горючого газу в об'ємі повітря, за якої вже може статися вибух при наближенні джерела вогню.

Верхньою концентраційною межею вибуху газоповітряної суміші називається найбільша кількість горючого газу в об'ємі повітря, вище від якої вибух не відбудеться.

При концентрації газоповітряної суміші, що перевищує верхню межу, суміш стає лише пожежонебезпечною, а не вибухонебезпечною. При збільшенні концентрації газу в повітрі зменшується кількість окислювача, що зменшує здатність суміші до вибуху.

Суміш, яка відповідає нижній концентраційній межі вибуху, є бідною, вона має надлишок кисню й характеризується малою швид-

кістю поширення полум'я і низьким тиском вибуху. При збільшенні концентрації суміші збільшується інтенсивність поширення полум'я і тиску вибуху. Суміш, що відповідає верхній концентраційній межі вибуху, є багатую; вона має надлишок газу й нестачу окислювача, тому здатна тільки горіти.

Зону, розміщену між нижньою і верхньою концентраційними межами вибуху, називають зоною спалаху. На практиці нижню й верхню межі спалаху називають межею вибуху.

Для оцінки витрат повітря при горінні використовують поняття стехіометричної суміші. Стехіометрична суміш — це така горюча суміш, яка не має в надлишку ані горючого компонента, ані окислювача. При надлишку палива суміш називається багатую, а при надлишку окислювача — бідною

Газ із повітрям будь-якої концентрації спалахує при контакті з наявним джерелом запалювання.

Межі вибуховості газоповітряних сумішей можна визначити як розрахунковим, так і експериментальним методом. За довідковими даними, нижня межа вибуховості для бензину становить 0,76 %, верхня — 5,4 %, для бутану — 1,86–8,4, для ацетону — 2,5–12,8, для ацетилену — 2,5–80,8 %. Теоретично найсильніший вибух виникає за стехіометричної концентрації, яку можна визначити розрахунковим шляхом.

Під час пожеж при горінні газоповітряних сумішей температура, як правило, не перевищує 1400 °С, а при вибухах досягає 3000 °С.

Для запобігання утворенню вибухових газоповітряних сумішей дуже важливо знати, у яких частинах приміщення ті чи інші гази можуть накопичуватися. Гази, що мають щільність, більшу за повітря, накопичуються переважно в нижніх зонах приміщення, у підвалах, колодязях, а ті, що мають меншу щільність, — у верхніх зонах.

Профілактичними заходами проти вибухів є запобігання утворенню небезпечних концентрацій газоповітряних сумішей у виробничих приміщеннях.



#### 4.2.9. Умови самозаймання речовин

Деякі речовини, в основному органічного походження, мають здатність спонтанно загорятися за відсутності зовнішнього джерела запалювання, тобто самозайматися.

Самозаймання — це процес горіння, який виникає через теплоту, що утворюється в речовині внаслідок самоініційованих екзотермічних процесів.

У більшості випадків самозаймання — це тривалий процес горіння, що відбувається за звичайних або трохи підвищених температур навколишнього середовища.

Матеріали, здатні до самозаймання, мають велику пористість, волокнистість, а відтак і велику площу поверхні для окислення. Вони становлять велику пожежну небезпеку. Процес самозаймання може відбуватися за температури 10–20 °С. Чим нижча температура, за якої відбувається процес самозаймання речовин, тим більше вони пожежонебезпечні.

Умови, необхідні для процесу самозаймання: достатня подрібненість горючої речовини, що збільшує поверхню стикання її з киснем повітря; легка горючість самої речовини; виділення такої кількості теплоти, яка перевищує тепловіддачу в зовнішнє середовище.

На виникнення процесу самозаймання впливає будова речовини, її хімічний склад. Наприклад, встановлено, що із збільшенням молекулярної маси в гомологічному ряді температура самозаймання зменшується. Температура самозаймання ізомерів вища, ніж у речовин з нормальною будовою; у твердих тіл вона нижча, ніж у газів і рідин. При подрібненні твердих речовин температура самозаймання знижується. Багато неорганічних продуктів у порошкоподібному стані можуть самозайматися. Деякі метали за звичайних умов не горять, а при подрібненні також можуть самозайматися.

Залежно від причин виникнення розрізняють три види самозаймання: теплове, хімічне та мікробіологічне.

#### Теплове самозаймання

Теплове самозаймання виникає в масі речовини за умови її помірного нагрівання. Початок саморозігрівання матеріалів або речовин пов'язаний зі збільшенням швидкості екзотермічного окислення повітря, що знаходиться в їхніх порах. Найбільш інтенсивне саморозігрівання матеріалів відбувається в місцях, де якнайкраще акумулюється теплота. Такі умови виникають у глибинних шарах речовини, найбільш віддалених від зовнішньої поверхні, яка віддає тепло в навколишнє середовище.

Теплове самозаймання характеризується температурою середовища, температурою самонагрівання й тління речовини. Суть самозаймання в тому, що за певних умов у речовині відбуваються зміни, які внаслідок розкладання, адсорбції або окислювальних процесів викликають саморозігрівання речовини.

Наприклад, нітроцелюлозні матеріали (кіно- й фотоплівка, бездимний порох) за температури 40–50 °С розкладаються з підвищенням температури до самозаймання. Напівзасохла рослинна олія (соняшникова, бавовняна та ін.), оліфа, скипидарні лаки, фарби й ґрунтовки можуть самозайматися за температури середовища 80–100 °С. Деревина й тирса, а також паркет, картон, лінолеум, тремоліт і деякі інші матеріали можуть самозайматися при температурі понад 100 °С.

Випробування матеріалів на здатність до теплового самозаймання проводиться за допомогою термостатів, які дають змогу встановити залежність між температурою навколишнього середовища, розмірами зразка й часом його самозаймання. Чим меншими є ці величини, тим більша здатність даного матеріалу до самозаймання.

За певної температури в матеріалі починаються екзотермічні фізико-хімічні перетворення й він саморозігрівається. Залежно від умов акумуляції тепла саморозігрівання може спричинити або рівновагу між теплом, що утворюється в матеріалі, і тепловіддачею в навколишнє середовище, або досягнення певної температури, за якої зростає швидкість реакції, що викликає горіння.



### Хімічне самозаймання

Хімічне самозаймання виникає внаслідок екзотермічної взаємодії речовин. Наприклад, самозаймання може виникати внаслідок дії на речовини кисню повітря, води чи при стиканні або змішуванні речовин між собою.

До речовин, що займаються при стиканні з повітрям, належать рослинні олії, тваринні жири й продукти, виготовлені на їх основі чи з їх додаванням (оліфи, лаки, фарби та ін.).

Досить часто пожежі виникають унаслідок самозаймання промаслених ганчірок, паклі, вати й навіть металевих стружок. Це пояснюється тим, що більшість рослинних олій і тваринних жирів — це суміш гліцеридів жирних кислот, серед яких трапляються граничні (пальмітинова, стеаринова) і безграничні (олеїнова, ленолева, лінолева) сполуки.

Згідно з теорією процесів окислення безграничні сполуки мають значну вільну енергію та активізують кисень повітря, вступаючи з ним у взаємодію. При цьому окислення й полімеризація відбуваються з виділенням теплоти. Якщо ця теплота відводиться, процес іде шляхом полімеризації і висихання з утворенням твердої плівки. Якщо теплота не відводиться, вона акумулюється і температура сполук підвищується до їх самозаймання. Отже, процес самозаймання олій і жирів можливий за відповідних умов: утримання достатньої кількості безграничних сполук, наявності великої площі поверхні окислення, малої тепловіддачі в навколишнє середовище.

Схильність олій і жирів до самозаймання визначають дослідним шляхом.

Оліфи, отримані шляхом спеціальної обробки олії способом проварювання й додавання до неї солей кобальту, марганцю, свинцю або кальцію, називають сикативами. Вони більше здатні до самозагоряння порівняно з натуральними оліями та жирами.

Найнебезпечнішими щодо самозаймання є натуральні лляні, конопляні та інші оліфи, менш небезпечні напівнатуральні оліфи й на-

туральні олії (лляні, конопляні), а також лаки, фарби, шпаклівки й харчові жири на олійній основі. Не здатні до самозаймання тверді жири та олії, оскільки вони складаються з гліцероїдів граничних кислот. Штучні синтетичні олії можуть самозайматися, тому промаслені ганчірки, аби запобігти виникненню пожежі, треба зберігати в металевих ящиках.

При взаємодії матеріалів і речовин з киснем повітря за звичайних умов самозаймаються сульфід заліза  $\text{FeS}$ ,  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  (солі заліза і сірководневої кислоти). Відомі випадки самозаймання піриту  $\text{FeS}_2$  на заводах сірчаної кислоти, на родовищах і на складах. Самозайманню піриту сприяє підвищена вологість. Залізний купорос, що утворюється при цьому, збільшується в об'ємі, викликає розтріскування піриту і його подрібнення, що в результаті призводить до самозаймання.

Сульфати  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  і  $\text{FeS}$  утворюються внаслідок дії сірководню на продукт корозії заліза. Вони неодноразово ставали причиною пожеж та вибухів залізничних цистерн та резервуарів при звільненні їх від нафтопродуктів, а також при ремонті нафтоперегонної апаратури.

Щоб запобігти пожежам через самозаймання сульфідів заліза, слід подбати про антикорозійне покриття апаратів і ємностей для нафтопродуктів. В іншому випадку після звільнення від нафтопродуктів їх необхідно продути паром або продуктами горіння та заповнити водою.

Багато речовин, що мають низьку температуру самозаймання, легко самозаймаються на повітрі. До таких речовин належать порошкоподібні метали (алюміній, цинк, титан), білий, жовтий та червоний фосфор. Порошкоподібні речовини із сильно розвиненою поверхнею сорбують кисень. Тому за звичайних або трохи підвищених температур усі ці речовини активно окислюються киснем. Коли з'являються умови акумуляції теплоти, відбувається саморозігрівання цих речовин до температури самозаймання. Тому, щоб запобігти негативним наслідкам, білий фосфор розфасовують і зберігають під водою.



До речовин, які самозаймаються під дією води, належать натрій, калій, фосфорний кальцій, карбід кальцію, лужні метали, гідрати лужних металів, негашене вапно та ін.

Карбіди лужних металів при взаємодії з водою самозаймаються в атмосфері вуглекислого газу  $\text{CO}_2$  і діоксиду азоту  $\text{NO}_2$ . При взаємодії карбіду кальцію з недостатньою кількістю води утворюються ацетилен, оксид кальцію; температура підвищується до  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  (температура самозаймання ацетилену  $300\text{--}360\text{ }^\circ\text{C}$ ).

У практиці траплялися випадки виникнення пожежі внаслідок спалахування горючих матеріалів від теплоти, що виділялася при реакції негашеного вапна з водою.

Як зазначалося, самозайматися можуть не лише органічні горючі речовини, а й неорганічні негорючі речовини. Самозаймання таких речовин при взаємодії з кисневіддаючими сполуками та іншими окислювачами відбувається настільки швидко, що його практично неможливо зупинити.

Наприклад, самозаймання може відбутися при змішуванні стисненого кисню та азотної кислоти. У деяких випадках при цьому реакція має характер вибуху. Стиснений кисень викликає самозаймання мінерального мастила. Скипидар та етиловий спирт самозаймаються при стиканні з азотною кислотою.

При змішуванні самозаймаються газоподібні жирні й тверді окислювачі, ацетилен, водень, метан, етилен та ін.

### Мікробіологічне самозаймання

До мікробіологічного самозаймання належать випадки саморозігрівання з подальшим горінням тих матеріалів, у середовищі яких можуть бурхливо розвиватися мікроорганізми, які в процесі своєї життєдіяльності виділяють теплову енергію.

Мікробіологічне самозаймання полягає в тому, що при відповідній вологості й температурі в природних органічних матеріалах рослинного походження (торф, стружка, тирса та ін.) інтенсифікується життєдіяльність мікроорганізмів та утворюється грибок. При



цьому підвищується температура й змінюються форми мікроорганізмів. Коли температура підвищується до  $75\text{ }^\circ\text{C}$ , мікроорганізми гинуть, але вже починаючи з температури  $60\text{ }^\circ\text{C}$  відбувається їх окислення та обвуглення деяких органічних сполук з утворенням дрібнопористого вугілля. Утворене вугілля за рахунок адсорбції кисню повітря розігрівається до температури розкладу та активного окислення органічних сполук, що призводить до самозаймання. Усі види торфу незалежно від їх походження та умов утворення здатні до самозаймання. Найбільш здатним до самозаймання є низинний торф. У контакті з киснем він окислюється, а його здатність до наступного самозаймання знижується.

Були випадки самозаймання торф'яних брикетів при перевезенні їх у трюмах кораблів. Це пояснюється тим, що при транспортуванні брикети руйнувалися з утворенням дрібного криштива. Брикетний, а також фрезерний торф, що має вологість  $50\%$ , не здатний до самозаймання.

Щоб запобігти самозайманню фрезерного торфу, його зберігають у штабелях, обмежуючи розміри, добре ущільнюють та контролюють температурний режим.

Природні органічні матеріали в основному є багатокомпонентними системами. З рослинних продуктів до мікробіологічного самозаймання здатне свіжозаскислене в сирому вигляді сіно, конюшина, різні кормові трави та їх суміші, солома, хміль, а також солод та силосна маса.

У процесі мікробіологічного самозаймання відбувається велика кількість послідовних, описаних вище реакцій. Так, процес самозаймання зелених рослин, моху, листя та хвої визначається окисленням білкових структур. У вологому стані такі білки реагують із цукрами, що сприяє окисленню системи білок-цукор.

Підвищену порівняно з торфом здатність до самозаймання має буре вугілля, у якому цей процес виникає частіше, ніж в інших видах твердого палива. Свіжа поверхня будь-якого вугілля має високу реакційну здатність, унаслідок чого подрібнене вугілля, а тим біль-



ше вугільний пил виявляють високу здатність до самозаймання. Під час зберігання на повітрі відбувається окислення поверхні, що знижує здатність вугілля до подальшого самозаймання. Проте внаслідок зволоження здатність такого вугілля до самозаймання повертається до початкового стану.

В умовах виробництва, транспортування та зберігання технічного вуглецю (сажі) всі його види мають здатність до самозаймання і являють собою потенційну пожежну небезпеку.

Суттєвий вплив на процес самозаймання органічних матеріалів має їх зволоження. Волога стимулює процеси бурхливого розвитку термофільних мікроорганізмів. Мікроорганізми також продукують білки. Отже, під час життєдіяльності мікроорганізмів відбувається не тільки процес окислення, а й виділяються продукти, що виявляють здатність до хімічного окислення.

На випаровування вологи в процесі самозаймання витрачається теплова енергія. Вологий матеріал спонтанно нагрівається до температури близько 80 °С, а потім починається процес самочинного охолодження або стрімкого самонагрівання з подальшим переходом до стійкого горіння.

З метою попередження самозаймання природних органічних матеріалів забороняється їх скирдування в сирому вигляді або в сиру погоду. Для кожної групи речовин природного органічного походження встановлюється відповідний нормований порядок їх зберігання.

Щоб не допустити пожеж через самозаймання природних органічних матеріалів, необхідно знати хімічну сутність процесів самозаймання.



### 4.3. Пожежовибухонебезпечність об'єктів

#### 4.3.1. Пожежовибухонебезпечні властивості матеріалів і речовин та сфера їх використання

Поняття пожежовибухонебезпечності є найбільш загальною характеристикою властивостей матеріалів і речовин. Це поняття не є еквівалентним поняттю горючості речовин і матеріалів.

Знаючи характеристику вибухопожежної і пожежної небезпеки речовин і матеріалів, можна визначити умови, за яких вони при переробці, використанні або зберіганні можуть призвести до виникнення пожежі або вибуху. Оцінка властивостей вибухопожежонебезпечних речовин і матеріалів необхідна для визначення можливих негативних наслідків від вибухів і пожеж на тих об'єктах, де вони перебувають в обігу або на зберіганні. Унаслідок експлуатації несправного або фізично спрацьованого технічного устаткування на таких об'єктах можуть виникати аварії з пожежами або вибухами.

Негорючі речовини можуть бути пожежовибухонебезпечними, бо виділяють горючі продукти при взаємодії з водою, киснем повітря або одна з одною.

Перелік показників пожежовибухонебезпечності матеріалів і речовин та сферу їх використання наведено в табл. 4.2.

Окрім вказаних у таблиці показників можна визначити також інші, які більш детально будуть характеризувати пожежну й вибухову небезпеку речовин і матеріалів.

Дані про групу горючості використовують для визначення категорії виробництва за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою відповідно до вимог Будівельних норм і правил проектування виробничих будівель промислових підприємств. Ці дані також потрібні для визначення класів вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон відповідно до вимог Правил влаштування електроустановок, при розробці заходів для забезпечення пожежної безпеки відповідно до вимог ГОСТ 12.1.044–85.



Таблиця 4.2

Перелік показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів за ГОСТ 12.1.0.44-89

№	Показник	Використовується показник пожежовибухонебезпеки			
		газів	рідин	твердих речовин	пилу
1	Група горючості	+	+	+	+
2	Температура спалаху	-	+	+	-
3	Температура спалахування	-	+	+	+
4	Температура самоспалахування	+	+	+	+
5	Нижня і верхня концентраційна межа розповсюдження полум'я (спалахування)	+	+	-	+
6	Температура межі розповсюдження полум'я	+	+	-	-
7	Температура самонагрівання	-	-	+	+
8	Температура тління	-	-	+	+
9	Умови теплового самозаймання	-	-	+	+
10	Мінімальна енергія запалювання	+	+	-	+
11	Кисневий індекс	-	-	+	-
12	Здатність вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами	+	+	+	+
13	Нормальна швидкість розповсюдження полум'я	+	+	-	-
14	Швидкість вигорання	-	+	-	-
15	Індекс розповсюдження полум'я	-	-	+	-
16	Показник токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів	-	-	+	-
17	Мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню	+	+	-	+



Закінчення таблиці 4.2

№	Показник	Використовується показник пожежовибухонебезпеки			
		газів	рідин	твердих речовин	пилу
18	Мінімальна флегматизуюча концентрація флегматизатора	+	+	-	+
19	Максимальний тиск вибуху	+	+	-	+
20	Швидкість наростання тиску при вибуху	+	+	-	+

Примітка: 1. Знак «+» визначає застосування показника, а знак «-» — невикористання для даної речовини цього показника.  
2. Для пилу визначається тільки нижня концентраційна межа розповсюдження полум'я.

Нижня концентраційна межа розповсюдження полум'я (межа спалахування) — це така об'ємна (масова) доля горючого в суміші з окислювачем (виражена в процентах або в  $г/м^3$ ), нижче від якої суміш стає нездатною до розповсюдження полум'я.

Верхня концентраційна межа розповсюдження полум'я — це така об'ємна доля горючого в суміші з окислювачем, вище від якої суміш стає нездатною до розповсюдження полум'я.

Зона розповсюдження полум'я — це зона об'ємних частинок у суміші з окислювачем між нижньою і верхньою межею спалахування.

Дані про нижню концентраційну межу розповсюдження полум'я використовують для визначення категорії виробництва за пожежовибухонебезпечністю відповідно до вимог «Будівельних норм і правил проектування виробничих будівель».

Дані про нижню й верхню концентраційну межу розповсюдження полум'я використовуються при розрахунках вибухонебез-





печних концентрацій газів, парів й пилу всередині технологічного обладнання, трубопроводів, при проектуванні вентиляційних систем, а також при розрахунках гранично допустимих вибухобезпечних концентрацій газів, парів і пилу в повітрі робочої зони з потенційними джерелами запалювання.

Температурні межі розповсюдження полум'я — це такі температури речовини, за яких насичені пари утворюють у відповідному окислювальному середовищі концентрації, що відповідають нижній і верхній концентраційним межах розповсюдження полум'я.

Дані про температурні межі розповсюдження полум'я використовуються при розрахунках пожежовибухобезпеки температурних режимів роботи технологічного обладнання, при оцінці аварійних ситуацій, пов'язаних з розливанням горючих речовин, а також для розрахунків концентраційних меж розповсюдження полум'я.

Температура самонагрівання — це найнижча температура речовини, за якої самочинний процес її нагрівання не призводить до тління або горіння з полум'ям.

Дані про температуру самонагрівання використовують при виборі безпечних умов нагрівання речовини, при розробці заходів для забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів.

Безпечна температура тривалого нагрівання речовини — це температура, яка не перевищує 90 % температури самонагрівання.

Умови теплового самонагрівання визначають експериментально шляхом виявлення залежності між температурою навколишнього середовища, масою речовини й часом до моменту її самозаймання.

Дані про умови теплового самозаймання використовують при виборі безпечних умов зберігання й переробки речовин, схильних до самозаймання.

Мінімальна енергія самозапалювання — це найменше значення енергії електричного розряду, здатної запалити легкозаймисту суміш газу, пари або пилу з повітрям.

Дані про мінімальну енергію запалювання використовують при розробці заходів для забезпечення пожежовибухової безпеки в про-



цесі переробки горючих речовин та електростатичної іскробезпеки технологічних процесів.

Кисневий індекс — це мінімальний вміст кисню в киснеазотній суміші, при якому можливе горіння матеріалів в умовах спеціальних випробувань. Дані про кисневий індекс використовують для контролю горючості твердих матеріалів.

Здатність вибухати й горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами — це оцінний показник, який характеризує особливу пожежну небезпеку деяких речовин.

Дані про небезпеку взаємного контакту речовин використовують при визначенні категорії виробництва відповідно до вимог Будівельних норм і правил проектування виробничих будівель, а також при виборі безпечних умов виконання технологічних процесів та умов сумісного зберігання й транспортування речовин і матеріалів.

Такий показник пожежовибухонебезпечності, як нормальна швидкість розповсюдження полум'я, використовують у розрахунках швидкості зростання вибухового тиску газопароповітряних сумішей при розробці заходів пожежної і вибухової безпеки технологічних процесів.

Швидкість вигорання — це кількість речовини, яка згоріла за одиницю часу на одиниці площі. Швидкість вигорання характеризує інтенсивність згорання речовини в умовах пожежі. Дані про швидкість вигорання використовують при розрахунках тривалості пожежі в резервуарах, інтенсивності тепловиділення й температурного режиму пожежі.

Коефіцієнт димоутворення — це величина, яка характеризує оптичну щільність диму, що утворюється при згорянні речовини (матеріалу) із заданою насиченістю в об'ємі приміщення.

Дані про коефіцієнт димоутворення необхідні для класифікації матеріалів за димоутворюючою здатністю.

Нижче (див. табл. 4.3) наведено класифікацію матеріалів за димоутворюючою здатністю.



**Таблиця 4.3**

*Класифікація матеріалів за димоутворюючою здатністю*

Димоутворююча здатність	Коефіцієнт димоутворення
Мала	до 50
Помірна	від 50 до 500
Висока	понад 500

**Таблиця 4.4**

*Класифікація будівельних матеріалів щодо їх здатності розповсюджувати полум'я по поверхні*

Здатність матеріалу розповсюджувати полум'я по поверхні	Індекс розповсюдження полум'я
Полум'я не розповсюджується	0
Полум'я розповсюджується повільно	0-20
Полум'я розповсюджується швидко	понад 20

**Таблиця 4.5**

*Класифікація полімерних матеріалів за показником токсичності продуктів горіння*

Характеристика полімерних матеріалів	Показник токсичності, г/м <sup>-3</sup>
Надзвичайно небезпечні	до 13
Високонебезпечні	від 13 до 40
Помірно небезпечні	від 40 до 120
Малонебезпечні	понад 120



Індекс розповсюдження полум'я характеризує здатність речовин розповсюджувати полум'я по поверхні. Він використовується для класифікації матеріалів.

У табл. 4.4 наведено класифікацію будівельних матеріалів залежно від їх здатності розповсюджувати полум'я по поверхні.

Показник токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів використовується для порівняльної оцінки різних видів матеріалів.

Нижче (див. табл. 4.5) наведено класифікацію полімерних матеріалів за показником токсичності продуктів горіння (в г/м<sup>-3</sup>).

Мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню залежить від природи горючої речовини флегматизатора й початкової температури суміші. Дані про цей показник використовують при розрахунках пожежовибухонебезпечних режимів роботи пневмотранспорту й для розробки відповідних заходів.

Мінімальна концентрація флегматизатора — це така об'ємна його частка в суміші з горючим та окислювальним середовищем, при якій суміш стає нездатною до розповсюдження полум'я при будь-якому співвідношенні горючого та окислювального середовища. Ці дані використовують при розрахунках безпечного складу газових і пилогазових сумішей, при розробці заходів пожежної безпеки технологічних процесів.

Мінімальний тиск вибуху — найбільший тиск, який виникає при дефлаграційному вибуху газо-, паро- або пилоповітряної суміші в замкнутій посудині при початковому тиску суміші 101,3 кПа. Дані про цей показник використовують при розробці заходів з пожежовибухонебезпечності технологічних процесів.

Швидкість зростання тиску при вибуху — це показник, який залежить у газо-, паро-, пилоповітряній суміші в закритій посудині від часу. Використовується при розрахунках запобіжних пристроїв, при розробці заходів пожежовибухонебезпечності технологічних процесів.

Окрім вказаних у табл. 4.2 показників для оцінки пожежовибухонебезпечності речовин і їх сумішей, токсикологічної небезпеки, використовуються також такі поняття, як стехіометрична концент-



рація горючих речовин, адіабатична температура горіння й максимальний ступінь розширення продуктів горіння.

Стехіометрична концентрація горючої речовини  $\varphi_{cm}$  — це вміст горючої речовини в суміші з окислювальним середовищем, що обчислюється за формулою:

$$C_{cm} = \frac{100}{4,84 \cdot \beta + 1}, \quad (4.1)$$

де  $\beta$  — стехіометричний коефіцієнт кисню в хімічній реакції горіння даної речовини.

Адіабатична температура горіння — це теоретично обчислена температура продуктів горіння.

### 4.3.2. Класифікація приміщень за вибухопожежонебезпечністю

Класифікація виробництв за вибухопожежною безпекою необхідна для того, щоб правильно встановити потрібний ступінь вогнестійкості будівлі або споруди, їх поверховість, систему опалення, вентиляції, водопостачання, площу забудови та інші вимоги протипожежного захисту.

Можливість виділення газів, парів і пилу при використанні, виробництві, переробці та зберіганні речовин і матеріалів, здатних утворювати вибухонебезпечну суміш в об'ємі приміщення, визначає вибухову, вибухопожежну й пожежну безпеку виробництва.

В основу класифікації виробництв покладено порівняльні дані, які визначають імовірність виникнення пожежі або вибуху залежно від властивостей і стану речовин і матеріалів, що задіяні у виробництві, з урахуванням їх кількості.

Категорія пожежної безпеки будівель (приміщень) — це класифікаційна характеристика пожежної безпеки об'єкта, що визнача-



ється кількістю і пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться або обертаються в ньому, з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених на об'єкті виробництв.

Категорії вибухопожежної і пожежної небезпечності приміщень та будівель визначаються для найбільш несприятливого щодо можливості виникнення пожежі або вибуху періоду.

Згідно з ОНТП 24-86 за вибухопожежною і пожежною небезпечністю приміщення й будівлі поділяються на 5 категорій: А, Б, В, Г, Д, відомості про які наведено в табл. 4.6 — від найвищої (А) до найнижчої (Д).

В основу вибухопожежної безпеки виробничих приміщень покладено енергетичний підхід, який полягає в оцінці розрахункового надлишкового тиску вибуху й порівнянні його з допустимим.

Розподіл приміщень і будівель за категоріями щодо вибухопожежної і пожежної безпеки враховується на стадії проектування для визначення відповідного ступеня їх вогнестійкості.

Будівлі належать до категорії А, якщо сумарна площа категорії А в них перевищує 5 % площі всіх приміщень або 200 м<sup>2</sup>. Допускається не відносити будівлі до категорії А, якщо сумарна площа приміщень цієї категорії будівлі не перевищує 25 % сумарної площі її приміщень, але не більш як 1000 м<sup>2</sup>, і ці приміщення обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

До будівель категорії А відносять склади балонів зі стисненим горючим газом, бензосклади, насосні станції з перекачки рідин із температурою спалаху до 28 °С, а також малярні цехи, де використовуються нітрофарби, лаки та нітроемалі, склади карбїду, ацетиленові станції та ін.

До категорії Б належать приміщення за одночасного виконання двох умов: будівлі не належать до категорії А і сумарна площа приміщень категорій А і Б перевищує 5 % сумарної площі всіх приміщень або 200 м<sup>2</sup>. Допускається не відносити будівлю до категорії Б, якщо сумарна площа приміщень категорій А і Б у будівлі не перевищує 25 % сумарної площі всіх приміщень (але не більш як 1000 м<sup>2</sup>) і ці приміщення обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.



Таблиця 4.6

Категорія приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпечністю

Категорія приміщення	Характеристика речовин та матеріалів, які знаходяться (задіяні у виробництві) в приміщенні
А вибухопоже- жонебезпечна	Горючі гази, легкозаймісті рідини з температурою спалахування до 28 °С, а також речовини та матеріали, які здатні до вибуху й горіння при взаємодії з водою, киснем повітря або між собою в таких кількостях, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при займанні яких розвивається надмірний тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа
Б вибухопоже- жонебезпечна	Горючий пи́л або волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху понад 28 °С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при займанні яких виникає розрахунковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа
В пожежоне- безпечна	Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини та матеріали (у тому числі пи́л і волокна), речовини та матеріали, здатні горіти тільки при взаємодії з водою, киснем повітря або між собою, за умови, що приміщення, у яких вони знаходяться або задіяні, не належать до категорії А і Б
Г	Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному та розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я; горючі гази, рідини та тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
Д	Негорючі рідини й матеріали в холодному стані. Допускається відносити до категорії Д приміщення, в яких є горючі рідини в системах змащування в кількості не більш як 60 кг на одиницю обладнання за умови, що тиск не перевищує 0,2 МПа. Сюди належать усі будівлі, якщо їх не віднесено до категорій А, Б, В і Г

До категорії Б належать насосні станції з перекачки рідини з температурою спалаху 28–61 °С, кисневі станції, малярні цехи, де використовують олифу та олійні лаки, балони з киснем, склади легкозаймістих і горючих рідин з температурою спалаху від 28 до 120 °С (газ, нафта, скипидар, смола та ін.).

Будівлі належать до категорії В, якщо одночасно виконуються дві умови: будівля не належить до категорій А і Б, сумарна площа приміщень категорій А, Б і В перевищує 5 % сумарної площі всіх приміщень (10 %, якщо в будівлі немає приміщень категорій А і Б). Допускається відносити будівлю до категорії В, якщо сумарна площа приміщень категорій А, Б і В у ній перевищує 25 % сумарної площі всіх приміщень (але не більше 3500 м<sup>2</sup>), а приміщення категорії А, Б і В обладнуються автоматичними установками пожежогасіння.

До категорії В належать паливно-мастильні склади, автогаражі, лісопилні, деревообробні, столярні, лісотарні, смолоперегінні заводи, склади термоізоляційних і рулонних горючих матеріалів, пековарки, склади горючих будівельних матеріалів.

Будівлі належать до категорії Г, якщо одночасно виконуються дві умови: будівлі не належать до категорій А, Б і В і сумарна площа приміщень категорій А, Б, В і Г перевищує 5 % сумарної площі всіх приміщень. Допускається не відносити будівлю до категорії Г, якщо сумарна площа всіх приміщень не перевищує 5000 м<sup>2</sup>, а приміщення категорії А, Б і В обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

До категорії Г належать кухні, газогенераторні станції, котельні, пічні відділення, ливарні, зварювальні, термічні цехи, автомобільні гаражі й депо.

Будівлі належать до категорії Д, якщо вони не належать до категорій А, Б, В і Г.

До категорії Д належать механоскладальні заводи, цехи холодної обробки металу, повітродувні, компресорні станції, слюсарні майстерні та склади металу й металевих виробів.



Кількість речовин, що надходять до приміщень і можуть утворювати вибухонебезпечні газоповітряні або пароповітряні суміші, визначають, виходячи з таких умов:

- відбувається найбільш несприятлива за наслідками аварія одного з апаратів;
- увесь речовинний вміст апарата надходить у приміщення;
- відбувається одночасний витік речовини з трубопроводів, які живлять апарат, протягом усього часу, необхідного для відключення трубопроводів.

Отже, категорію будівель визначають, виходячи з площі приміщень різної категорії, які знаходяться в них.

### 4.3.3. Обґрунтування категорії вибухопожежонебезпечності приміщень

У тих випадках, коли важко визначити категорію виробництва через малу кількість або низьку вибухову і пожежну небезпеку, її визначають розрахунковим шляхом відповідно до Вказівок по визначенню категорії виробництв по вибуховій і вибухопожежній і пожежній небезпеці.

Відповідно до Вказівок при встановленні категорії виробництва необхідно визначити:

- 1) які речовини беруть участь у технологічних процесах, їх кількість та агрегатний стан;
- 2) загальну кількість горючих речовин (газів, рідин), які можуть потрапити при аварії з апаратів, трубопроводів у виробниче приміщення до моменту ліквідації аварійного стану;
- 3) кількість парів, яка може утворитися при випаровуванні горючої рідини; рідини, яка може розлитися; зрідженого газу або газу, що може потрапити з апарата з надлишковим тиском у повітря приміщення;
- 4) об'єм вибухонебезпечної суміші при потраплянні горючих речовин у виробниче приміщення внаслідок аварії технологічного обладнання;

- 5) розрахунковий (вільний) об'єм приміщення, крім об'єму, що займає виробниче обладнання;
- 6) величину відносного об'єму вибухонебезпечної суміші в приміщенні.

В основу вибухопожежної небезпеки виробничих приміщень покладено енергетичний підхід, що полягає в оцінці розрахункового надлишкового тиску вибуху й порівнянні його з допустимим.

Розрахунковий надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  для індивідуальних горючих речовин, які складаються з атомів С, Н, О, Cl, Br, I, F визначають за формулою:

$$\Delta P = \frac{(P_{max} - P_e) m \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_n}, \quad (4.2)$$

де  $P_{max}$  — максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної або пароповітряної суміші в замкнутому об'ємі за відсутності даних (допускається 900 кПа);

$P_e$  — початковий тиск, кПа (допускається 101,3 кПа);

$m$  — маса горючого газу (ГГ) або парів легкозаймистих рідин (ЛЗР) і горючих рідин (ГР), які потрапили в приміщення внаслідок розрахункової аварії, кг;

$Z$  — коефіцієнт горючої речовини, що бере участь у вибуху; допускаються такі його значення:

- горючі гази — 0,5;
- ЛЗР і ГР, нагріті до температури спалаху і вище — 0,3;
- ЛЗР і ГР, нагріті нижче температури спалаху, при утворенні аерозолі — 0,3;
- те ж, за умови відсутності процесу утворення аерозолі — 0.

$V_{св}$  — вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho$  — щільність парів або газу, кг/м<sup>3</sup>;

$K_n$  — коефіцієнт, який дає змогу врахувати негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння (допускається  $K = 3$ );



$C_{cm}$  — стехіометрична концентрація ГГ або парів ЛЗР і ГР, % об'єму; обчислюється за формулою:

$$C_{cm} = \frac{100}{4,84 \cdot \beta + 1}, \quad (4.3)$$

де  $\beta$  — стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції згорання, обчислюється за формулою:

$$\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_0}{r}, \quad (4.4)$$

де  $n_c, n_n, n_x, n_0$  — число атомів С, Н, О і галогенів у молекулі горючої речовини.

Надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  для індивідуальних речовин, а також сумішей можна розрахувати за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_i \cdot P_0 \cdot Z}{V_{cv} \cdot \rho_v \cdot C_p \cdot T_0 \cdot K_n}, \quad (4.5)$$

де  $T_0$  — початкова температура повітря, К;

$H_i$  — теплота згорання, Дж/кг;

$\rho_v$  — щільність повітря до вибуху при початковій температурі  $T_0$ , кг/м<sup>3</sup>;

$C_p$  — теплоємність повітря, Дж · кг<sup>-1</sup> · К<sup>-1</sup> (допускається  $1,01 \cdot 10^3$  Дж · кг<sup>-1</sup> · К<sup>-1</sup>).

Якщо в приміщенні використовуються горючі гази, легкозаймисті або горючі рідини, то для визначення маси, значення якої входить у формули (4.3 і 4.5), допускається враховувати роботу аварійної вентиляції, якщо забезпечено її автоматичний пуск при перевищенні допустимої вибухобезпечної концентрації та електропостачання за першою категорією надійності.

Надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  пилоповітряних сумішей розраховують за формулою (4.5), де  $Z$  — частка участі аерозольного горючого пилу у вибуху. Допускається  $Z = 0,5$ .

Розрахункова маса аерозольного пилу в об'ємі приміщення (кг), що утворився внаслідок аварійної ситуації:

$$m = m_{ez} + m_{av}, \quad (4.6)$$

де  $m_{ez}$  — розрахункова маса звихреного пилу, кг;

$m_{av}$  — розрахункова маса пилу, що надійшла в приміщення внаслідок аварійної ситуації, кг.

Розрахункова маса звихреного пилу:

$$m_{ez} = K_{ez} \cdot m_n, \quad (4.7)$$

де  $K_{ez}$  — частка осілого пилу, здатного перейти в аерозольний стан унаслідок аварійної ситуації ( $K = 0,9$ );

$m_n$  — маса осілого в приміщенні пилу до моменту аварії, кг.

Розрахункова маса пилу, що надійшов у приміщення внаслідок аварійної ситуації:

$$m_{av} = K_n (m_{an} + qT), \quad (4.8)$$

де  $K_n$  — коефіцієнт пиління, тобто відношення маси пилу в повітрі до всієї маси пилу, що надходить у приміщення з апарата;

$m_{an}$  — маса горючого пилу, викинутого в приміщення з апарата;

$q$  — продуктивність, з якою продовжує надходити пил в аварійний апарат по трубопроводах до моменту їх відключення, кг/с;

$T$  — час відключення, с.

За відсутності даних  $K_n$  допускається значення 0,5 для пилу дисперсністю від 350 до 850 мкм і 1,0 — для пилу дисперсністю менше 350 мкм.



Маса осілого в приміщенні пилу до моменту аварії:

$$m_n = \frac{K_z}{K_y} (m_1 - m_2), \quad (4.9)$$

- де  $K_z$  — частка горючого пилу в загальній масі осілого пилу, %;  
 $K_y$  — коефіцієнт ефективності пилоприбирання;  
 $m_1$  — маса пилу, що осідає на важкодоступних поверхнях між генеральними прибираннями, кг;  
 $m_2$  — маса пилу, що осіла на доступних для прибирання поверхнях у приміщенні за період між поточними прибираннями, кг.  
 Значення коефіцієнта  $K_y$  обирають залежно від виду прибирання пилу: при ручному сухому — 0,6, вологому — 0,7, при механізованому для рівної підлоги — 0,9, з вибоїнами — 0,7.

До важкодоступних для прибирання приміщень відносять такі поверхні у виробничих приміщеннях, які очищуються тільки в період генерального прибирання. Доступними для прибирання місцями є поверхні, пил з яких прибирають щоденно, щомісячно та ін.

Масу пилу  $m_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ), що осідає на різних поверхнях у приміщенні за міжприбиральний період, визначають за формулою:

$$m_i = M_i (1 - \lambda) (\beta_1 + \beta_2), \quad (4.10)$$

- де  $M_i = \sum M_{ij}$  — маса пилу, що надходить в об'єм приміщення за період між генеральними прибираннями, кг;  
 $M_j$  — маса пилу, яку виділяє одиниця обладнання за вказаний період, кг;  
 $\lambda$  — частка пилу в об'ємі приміщення, який видаляється витяжними вентиляційними системами (за відсутності даних  $\lambda = 0$ );



$\beta_1$  і  $\beta_2$  — частка пилу, що надійшла в об'єм приміщення та осіла відповідно на важкодоступних і доступних для прибирання поверхнях приміщення ( $\beta_1 + \beta_2 = 1$ ).

За відсутності даних про коефіцієнти  $\beta_1$  і  $\beta_2$  допускається брати  $\beta_1 = 1$ ;  $\beta_2 = 0$ .

Значення  $M_i$  можна також визначити експериментально (або за аналогією з діючими виробництвами) в період максимального завантаження обладнання за формулою:

$$M_i = \sum (G_{ij} F_{ij}) (t_1 + t_2), \quad (4.11)$$

- де  $G_{ij}$  — інтенсивність пиловідкладання відповідно на важкодоступних  $F_{1j}$ , м<sup>2</sup> і доступних  $F_{2j}$ , м<sup>2</sup> площинах, кг · м<sup>-2</sup> · с<sup>-1</sup>;  
 $t_1, t_2$  — проміжок часу відповідно між генеральними й поточними прибираннями пилу, с.

Розрахунковий надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  для речовин і матеріалів, здатних вибухати й горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або між собою, визначають за наведеною вище методикою, беручи  $Z = 1$ , а як  $H_r$  — енергію, що виділяється при взаємодії. У випадку, коли неможливо визначити величину  $\Delta P$ , її необхідно брати понад 5 кПа.

Розрахунковий надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  для гібридних вибухонебезпечних сумішей газу (парів) й пилу:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (4.12)$$

- де  $\Delta P_1$  і  $\Delta P_2$  — тиск вибуху; для пилу й газу визначається за описаною вище методикою.

Порядок розрахунку маси горючих газів, парів і пилу, необхідної для обчислення  $\Delta P$ , а також методика розрахункового визначення коефіцієнта  $Z$  для газу й парів детально наводиться в ОНТП 24-86.



#### 4.3.4. Класифікація приміщень за Правилами облаштування електроустановок

Згідно з Правилами облаштування електроустановок (ПОЕ) усі приміщення поділяються на сухі, вологі, сирі, особливо сирі, жаркі, запилені, з хімічно активним середовищем, пожежо- й вибухонебезпечні.

Вказані Правила окремо класифікують приміщення, у яких обробляються, зберігаються або утворюються пожежо- й вибухонебезпечні рідини, тверді, пароподібні або газоподібні речовини й матеріали, у яких від електричних джерел запалювання можуть виникати загоряння, пожежі й вибухи.

Згідно з Правилами виділяються дві групи вказаних приміщень — пожежонебезпечні й вибухонебезпечні. До окремої групи відносяться зовнішні установки з пожежо- й вибухонебезпечними речовинами.

Пожежонебезпечними приміщеннями називаються такі, у яких обробляються або зберігаються тверді горючі речовини й рідини.

За ступенем пожежної небезпеки вказані приміщення поділяються на класи: П-I, П-II, П-III а і П-III б.

Клас П-I — приміщення, де беруть участь у виробництві й зберігаються горючі рідини з температурою спалаху парів понад  $61\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $66\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Наприклад, склади мінеральних мастил, установки для їх регенерації, насосні станції горючих рідин, цехи просочування виробів та ін.

Клас П-II — приміщення, у яких за умовами технологічного процесу виділяються горючий пил або волокна в аерозольному стані й небезпека обмежується пожежею без вибуху і в яких межа вибуховості становить понад  $65\text{ г/м}^3$ , або при нормальній експлуатації обладнання пил не досягає вибухонебезпечних концентрацій. До таких приміщень відносяться деревообробні цехи та ін.

Клас П-III а — приміщення, у яких утворюються горючі речовини й матеріали у твердому або волокнистому стані без виділення пилу й волокон (папір, дерево, тканини та ін.).

Клас П-III б — зовнішні установки й сховища горючих рідин з температурою спалаху парів понад  $61\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $66\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) і твердих горючих матеріалів. Наприклад, відкриті склади й сховища мінеральних мастил, деревини, вугілля, торфу та ін.

Ступінь вибухонебезпечності приміщень залежить від фізико-хімічних властивостей речовин і матеріалів, які там знаходяться, умов і характеру протікання технологічних процесів і специфічних явищ, що виникають у різноманітних аварійних ситуаціях.

До вибухонебезпечних відносяться приміщення та установки, у яких за умовами технологічного процесу можуть утворюватися суміші горючих газів, парів, пилу й волокон в аерозольному стані з повітрям.

Згідно з чинними Правилами вибухонебезпечні приміщення та установки поділяються на такі класи. Щодо горючих газів і парів передбачено три класи вибухонебезпечних приміщень: В-I, В-Ia і В-Iб. Щодо зовнішніх установок передбачено один клас В-Iг, а щодо вибухонебезпечного пилу й волокон — два класи: В-II і В-IIa.

Клас В-I — приміщення, у яких вогненебезпечні гази або пари виділяються в такій кількості, що можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних нетривалих режимах роботи. До них відносяться цехи, де обробляються речовини й матеріали з температурою спалаху суміші до  $61\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $66\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) та ін.

Клас В-Ia — приміщення, у яких при нормальних умовах роботи технологічного обладнання не утворюються вибухонебезпечні суміші, а вибухи можливі лише внаслідок аварії або несправності обладнання.

Клас В-Iб — приміщення, які характеризуються такими ж показниками, що і В-Ia, але в них є горючі гази з високою нижньою межею вибуховості (15 % і більше) і різким запахом; можуть спостерігатися лише локальні вибухонебезпечні концентрації; горючі гази, ЛЗР знаходяться в таких кількостях, які в приміщеннях не створюють загальної вибухонебезпечної концентрації, робота з ними проводиться без використання відкритого вогню. Ці приміщення не на-





лежать до вибухонебезпечних за умови, що робота проводиться у витяжних шафах або під витяжною парасолькою.

Клас В-Іг — зовнішні установки, у яких містяться вибухонебезпечні пари, гази і ЛЗР. Для зовнішніх установок вибухонебезпечними вважаються зони в межах до 20 м по горизонталі й вертикалі від місця відкритого зливання або наливання ЛЗР, до 3 м по горизонталі й вертикалі від вибухонебезпечного закритого технологічного обладнання й 5 м по горизонталі і вертикалі від дихальних і запобіжних клапанів інших установок.

Клас В-ІІ — приміщення, у яких пил і волокна, що виділяються, переходять в аерозольний стан і здатні утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних нетривалих режимах роботи технологічних апаратів та обладнання. До цього класу відносяться мукомольні цехи, цехи цукрової пудри, деревної муки та ін.

Клас В-ІІа — приміщення, у яких вибухонебезпечні пилові суміші утворюються лише в результаті аварій або несправності технологічного обладнання.

До невибухонебезпечних слід віднести приміщення та установки для спалювання твердого, рідкого й газоподібного палива, у технологічному процесі яких використовується відкритий вогонь. Наприклад, газові котельні, пічні відділення газогенераторних станцій та ін.

Отже, належність приміщення до того або іншого класу залежить від властивостей і характеру навколишнього середовища, тобто від фізико-хімічних властивостей речовин, які є в приміщенні.

Щоб вибрати для приміщень і зовнішніх установок тип електричних машин, проводку, світильники, необхідно знати, до якого класу вони відносяться відповідно до вимог чинних ПОЕ.

У новій редакції ПОЕ на зміну поняттям «пожежонебезпечні» й «вибухонебезпечні» приміщення й зовнішні установки вводяться відповідно поняття «пожежонебезпечна зона» й «вибухонебезпечна зона».

Пожежонебезпечною зоною (відповідно, класи П-І, П-ІІ, П-ІІа, П-ІІІ) називається простір, у якому можуть знаходитися горючі ре-

човини як при нормальному технологічному процесі, так і при його можливих порушеннях, і додатково простір у межах 3 м по горизонталі, а по вертикалі — до найближчого перекриття.

Вибухонебезпечною зоною (відповідно, класи В-І, В-Іа, В-Іб, В-ІІ, В-ІІа) називається простір, у якому є постійно або може виявитися вибухонебезпечна концентрація горючих газів, парів і пилу і в межах якого на спосіб виконання й монтажу електроустановок накладаються обмеження з метою зменшення небезпеки вибуху й пожежі.

#### 4.3.5. Вимоги щодо вибухо- і пожежобезпеки при використанні електроустановок

Для забезпечення тривалої і безпечної роботи електротехнічного устаткування необхідно, щоб їх конструкція відповідала оточуючому середовищу. На середовище всередині приміщень, будівель і споруд впливають хіміко-фізичні властивості речовин і матеріалів, які там знаходяться, а також характер технологічних процесів.

Електроустаткування поділяється на загальнопромислове й вибухозахищене. Загальнопромислове устаткування не має засобів вибухозахисту. Виконання таких установок може бути різним: відкритим, закритим, захищеним, продувним, обдувним, пилозахищеним, бризкозахищеним, водозахищеним і маслозахищеним.

Відкриті електроустановки не мають спеціальних пристосувань, що захищали б від випадкового доторкання до струмопровідних частин, а також потрапляння всередину сторонніх предметів, пилу, бризок води та ін. Охолодження таких установок відбувається повітрям, що вільно проникає ззовні.

Захищені електроустановки мають спеціальні пристосування (у вигляді щитків або сіток), які захищають від потрапляння всередину двигунів сторонніх твердих тіл, а також від випадкового дотику до струмопровідних частин. Від пилу, волокон, бризок води ці установки не захищені. Охолодження здійснюється повітрям, що надходить ззовні.



Закриті установки мають оболонку, яка захищає від потрапляння всередину волокон, грубого пилю й крапель води. Від проникнення газів, тонкого пилю й парів рідини вони не захищені.

Закриті установки, що мають вентиляційний пристрій для обдування їх зовнішньої частини, називаються обдувними.

У сухих приміщеннях використовуються відкриті й захищені електроустановки, у вологих і сирих приміщеннях — захищені з вологостійкою ізоляцією, в особливо сирих приміщеннях — з вологостійкою ізоляцією обмоток або закриті, у жарких приміщеннях — захищене або закрите (обдувне або продувне) виконання електроустановок. У запилених приміщеннях з негорючим пилом установки мають бути закритими й продуватися чистим повітрям або обдуватися; допускається захищене виконання, якщо пил не струмопровідний. У приміщеннях з хімічно активним середовищем слід віддавати перевагу закритому виконанню, обдувному або продувному чистим повітрям. Дозпускається також захищене виконання, але з хімічно стійкою ізоляцією.

Вибухозахищені електроустановки повинні мати спеціальні конструктивні засоби, які б унеможливили спалахування оточуючого вибухонебезпечного паро-, газо- й пилоповітряного середовища від електричних іскор, дуги, полум'я і нагрітих частин устаткування.

Вибухозахищені електроустановки залежно від сфери використання поділяються на дві групи: група I — шахтні вибухозахищені електроустановки, призначені для підземних виробок, небезпечних щодо газу або пилю; група II — вибухозахищені електроустановки для внутрішніх і зовнішніх установок, крім шахтних вибухозахищених.

Вибухозахищені електроустановки II групи мають різні ознаки й способи вибухозахисту.

Їхня вибухонепроникна оболонка повинна витримувати тиск вибуху всередині неї і запобігати розповсюдженню вибуху за межі оболонки в оточуюче вибухонебезпечне середовище за рахунок міц-

ності матеріалу різноманітних фланцевих з'єднань. У вибухонепроникній оболонці виготовляються машини, апарати, прилади, світильники, промислові телевізійні апарати та ін.

Іскробезпечний електричний ланцюг виконується так, щоб електричний розряд або нагрів ланцюга не призвів до спалаху вибухонебезпечного середовища як при нормальному, так і при аварійному режимі роботи. На іскробезпечних установках виготовляється апаратура й прилади для автоматики зв'язку, сигналізації та ін.

Для вибухозахисту електроустановок використовуються електроізоляційні матеріали більш високої якості, які запобігають виникненню іскор при ударах і терті. Цей вид захисту застосовується при виготовленні електричних машин, апаратів і приладів, світильників та ін.

В електроустановках, де утворюється електрична дуга, забезпечується інтенсивне відведення тепла з нагрітих струмопровідних частин. Так виготовляються трансформатори, конденсатори, комутаційні апарати та ін.

Спеціальні види вибухозахисту запобігають спалахуванню суміші. Наприклад, оболонка електроустановки заливається епоксидним клеєм, що забезпечує герметизацію і надійну ізоляцію вибухонебезпечного зовнішнього середовища від струмопровідних частин.

Для електроустановок I групи існують такі види захисту: вибухонепроникна оболонка (В), іскробезпечний електричний ланцюг (І), захист зразка «Е» (ІІ), масляне заповнення оболонки (М), кварцове заповнення оболонки (К), спеціальний спосіб вибухозахисту (С), автоматичне захисне відключення (А).

Автоматичне захисне відключення полягає в знятті напруги із струмопровідних частин при руйнуванні захисної оболонки, що викликає спалахування вибухонебезпечного середовища (у гнучких кабелях, світильниках та ін). У світильниках при пошкодженні ковпака спеціальні пружини, мембрани відключають світильник від мережі.



## 4.4. Система попередження пожеж

### 4.4.1. Призначення та засади системи попередження пожеж

Система попередження пожеж об'єднується загальним поняттям — пожежна профілактика.

Пожежна профілактика — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання можливому виникненню пожежі чи зменшення її негативних наслідків.

Попередження пожежі забезпечують різними способами й засобами — технологічними (наприклад, автоматичне блокування технологічних апаратів, сигналізація в разі виникнення вибухонебезпечного середовища та ін.), будівельними (димовидалення й евакуація, легкорозбірні конструкції та ін.), організаційно-технічними (створення на об'єктах пожежних частин, газорятувальної служби).

Пожежна профілактика являє собою важливу складову частину загальної проблеми забезпечення пожежовибухобезпечності різних об'єктів, тому необхідно приділяти першочергову увагу вирішенню питань захисту об'єктів від пожеж та вибухів.

Система попередження пожеж, тобто пожежна профілактика, передбачає оцінку пожежної і вибухової небезпечності виробництва та здійснення різних заходів організаційного й технічного характеру.

Система попередження пожеж регламентується різними нормативними документами.

До системи попередження пожеж і вибухів належать:

- попередження утворення горючого вибухонебезпечного середовища та утворення в горючому середовищі (або внесення в нього) джерел запалювання та ініціювання вибуху;
- підтримування температури горючого середовища нижче максимально допустимої щодо горючості;
- зменшення об'єму горючого середовища нижче максимально допустимого щодо горючості, тобто забезпечення пожежної

безпеки технологічного процесу, обладнання, електроустановок, систем опалення й вентиляції;

- підтримка тиску в горючому середовищі нижче максимально допустимого щодо горючості.

Система попередження пожеж повинна відповідати необхідному рівню безпеки людей і матеріальних цінностей. Її призначення таке:

- унеможливити виникнення пожежі;
- у разі виникнення пожежі максимально гарантувати безпеку людей;
- забезпечити пожежну безпеку матеріальних цінностей;
- забезпечити водночас і пожежну безпеку людей, і безпеку матеріальних цінностей.

Система попередження пожеж має запобігти впливу на людей небезпечних чинників пожежі. Рівень забезпечення пожежної безпеки являє собою кількісну оцінку запобіганню збиткам та ураженням людей при можливій пожежі.

Об'єкти, на яких пожежі можуть призвести до ураження людей унаслідок впливу небезпечних та шкідливих виробничих чинників, а також унаслідок дії чинників, пов'язаних з пожежею, повинні мати чітко сплановану систему попередження пожеж.

### 4.4.2. Вимоги до системи попередження пожеж

Початковим етапом пожежі є загоряння. Воно виникає тоді, коли джерело теплової енергії вступає в контакт з речовиною, що займається, або знаходиться досить близько до такої речовини.

Пожежа являє собою процес неконтрольованого горіння, тому контроль за процесами, які можуть спричинити горіння, є основним елементом системи запобігання пожежі. Отже, система попередження пожеж має включати:

- контроль за джерелом теплової енергії;
- контроль за горючим середовищем;
- контроль за взаємодією джерела запалювання й горючого середовища.



Горючим середовищем може бути суміш речовин (газів, парів і пилу) з повітрям та іншими окислювачами (кисень, азот, хлор, оксиди азоту та ін.), здатна до вибухового перетворення, а також речовин, здатних до вибухового розкладання (ацетилен, азот, аміачна селітра та ін.).

Джерелом запалювання та ініціювання пожежі й вибуху є розжарені тіла, електричні розряди, теплові прояви хімічних реакцій і механічних дій, іскри від ударів і тертя, ударні хвилі, сонячна радіація, електромагнітні та інші випромінювання.

Запобігти утворенню горючого й вибухонебезпечного середовища можна таким чином:

- регламентацією допустимої концентрації горючих газів, парів і пилу в повітрі;
- використанням інгібіруючих (хімічно активних) і флегматизуючих (інертних) добавок;
- регламентацією допустимої концентрації кисню або іншого окислювача;
- використанням робочої та аварійної вентиляції;
- унеможливленню виникнення вибухонебезпечного середовища;
- використанням герметичного обладнання;
- вибором швидкісних режимів руху складових середовища;
- контролем за складом повітряного середовища.

Попередження утворення горючого середовища всередині технологічного устаткування при нормальній роботі, а також у випадках виникнення позаштатних ситуацій мають забезпечити спеціальні нормативно-технічні рішення для конкретного виробничого процесу. Зміст таких рішень залежить від пожежної небезпечності речовин та матеріалів, що використовуються, їх агрегатного стану, виду технологічного устаткування, норм технологічного режиму.

Запобігання утворенню джерел запалювання та ініціюванню вибуху повинна забезпечувати регламентація вогневих робіт, а також обмеження в нагріванні матеріалів та обладнання до температури, нижчої від температури самоспалахування.



Необхідно також використовувати матеріали, які не створюють при ударах іскор, що можуть спровокувати спалахування або ініціювати вибух пожежовибухонебезпечного середовища.

Запобігти виникненню пожеж можна шляхом використання захисту від атмосферного й статичного струму, струмів замикання на землю та ін.

До системи попередження пожеж відноситься впровадження технологічних процесів та обладнання, що задовольняють вимоги електростатичної іскробезпеки (електрообладнання, яке відповідає класу пожежовибухонебезпечності приміщень і категорії вибухонебезпеки).

Щоб попередити пожежу, необхідно ліквідувати умови для теплового, хімічного та мікробіологічного самозаймання речовин, матеріалів, виробів і конструкцій, обмежити потужність електромагнітних та інших випромінювань.

На об'єктах, небезпечних у пожежному відношенні, мають використовуватися засоби, що знижують тиск на фронті ударної хвилі: швидкодіючі засоби захисного відключення можливих джерел пожежі й вибуху, засоби унеможливлення контакту з повітрям піроформних речовин і речовин, нагрітих до температури самоспалахування.

Сутність викладеного, а також беручи до уваги існування різних систем запобігання пожежам, дає підстави стверджувати, що найбільш радикальним і поширеним способом попередження пожеж є заходи з обмеження утворення горючого середовища та його мінімізації, а також заміна горючих речовин і матеріалів, що використовуються в технологічних процесах, на негорючі або важкогорючі.

Практика свідчить про те, що повністю виключити ймовірність виникнення пожеж неможливо, тому необхідно за допомогою системи попередження зменшити прояв їх негативних наслідків.



#### 4.4.3. Захист від блискавки

Будівлі й споруди можуть пошкоджуватися й руйнуватися внаслідок дії прямих ударів блискавки й вторинного явища електричної та електромагнітної індукції.

Високий потенціал від розрядів блискавки може потрапляти в будівлі повітряними шляхами та через різні комунікації. Канал головного розряду блискавки має температуру понад 20 000 °С, що викликає утворення іскор і нагрівання горючого середовища до температури спалахування.

Необхідність захисту промислових будівель і споруд від блискавки встановлюється, виходячи з їх призначення, інтенсивності грозової діяльності в районі їх розташування, а також очікуваної можливості уражень їх блискавкою.

Середній рівень грозової діяльності в годинах за рік визначається на підставі даних місцевих метеорологічних станцій.

Нижче наведено класифікацію будівель і споруд за необхідністю облаштування захисту від блискавки (див. табл. 4.7).

Будівлі й споруди, які належать за облаштуванням захисту від блискавки до I і II категорій, необхідно захищати від прямих ударів блискавки, електростатичної та електромагнітної індукції і занесення високих потенціалів через надземні металеві комунікації.

Будівлі й споруди, віднесені за облаштуванням захисту від блискавки до III категорії, підлягають захисту від прямих ударів блискавки й занесення високих потенціалів через наземні металеві комунікації, а також від електростатичної індукції (для установок і ємностей з корпусами із залізобетонних або синтетичних матеріалів).

Захист будівель від прямих ударів блискавки здійснюється за допомогою блискавкоприймача, який безпосередньо сприймає удар блискавки; струмовідводу, який служить для відводу струму в землю; і заземлювача, через який струм блискавки переходить безпосередньо в землю.



Таблиця 4.7

Облаштування захисту від блискавки в будівлях і спорудах

Будівлі й споруди	Місцевість, де будівлі й споруди потребують захисту від блискавки	Категорія облаштування захисту від блискавки
Виробничі будівлі з приміщеннями, які належать до класу В-I і В-II за Правилами облаштування електроустановок	На всій території	I
Виробничі будівлі з приміщеннями, які належать до класу В-Ia, В-Iб і В-IIa за ПОЕ	З інтенсивністю грозової діяльності 10 грозових годин і більше на рік	II
Зовнішні технологічні установи й відкриті склади з вибухонебезпечними газами, парами й ЛЗР, які належать до класу В-Iг за ПОЕ	На всій території	II
Виробничі будівлі з приміщеннями класу П-I, П-II або П-IIa за ПОЕ	Із середньою інтенсивністю грозової діяльності 20 грозових годин на рік	III
Виробничі будівлі III, IV, V ступеня вогнестійкості з пожежною небезпекою категорії Г і Д, а також відкриті склади твердих горючих речовин, які належать до класу П-III за ПОЕ	Із середньою інтенсивністю грозової діяльності понад 20 грозових годин на рік	III
Зовнішні установи, у яких є ГРз температурою спалаху понад 45°С і які належать до класу П-III за ПОЕ	Із середньою інтенсивністю грозової діяльності 20 грозових годин і більше на рік	III
Сільські будівлі III, IV, V ступеня вогнестійкості: корівники, телятники, свинарники на 100 голів, вівчарні на 500 голів і пташники на 1000 голів	Із середньою інтенсивністю грозової діяльності 40 грозових годин і більше на рік	III



Закінчення таблиці 4.7

Будівлі й споруди	Місцевість, де будівлі й споруди потребують захисту від блискавки	Категорія облаштування захисту від блискавки
Вертикальні витяжні труби, водонапірні й силосні башти, пожежні вишки висотою від 15 до 30 м	Із середньою інтенсивністю грозової діяльності 20 грозових годин на рік	III
Вертикальні витяжні труби висотою понад 30 м	На всій території	III
Будівлі й споруди, які мають історичне та художнє значення і є пам'ятками історії та культури	На всій території	III

Залежно від розташування блискавковідводи поділяються на розміщені окремо й такі, що знаходяться безпосередньо на будівлі або споруді. За типом блискавкоприймача вони поділяються на стержневі, тросові й комбіновані. Залежно від кількості сумісно діючих пристроїв на одному струмовідводі блискавковідводи поділяються на одиночні, подвійні і багаторазові. Якщо з архітектурних міркувань установка блискавковідводу неможлива, тоді на будівлі облаштовують металеву заземлену решітку.

Для вертикальної конструкції (опори), як правило, використовують щогли або дерев'яні стовпи.

Захисна дія блискавковідводу залежить від надійності з'єднання струмовідводу із заземлювачем. Усі з'єднання заземлювачів між собою і з струмовідводом виконують способом зварювання з довжиною зварювального шва не менше шести діаметрів зварювальних круглих провідників.

Види заземлювачів, їх кількість і розміри визначаються залежно від необхідної величини опору розтіканню струму й питомого опору ґрунту, у якому розташовані заземлювачі. Як правило, струмовідводи приєднують до заземлювачів з величиною імпульсного опору не більше 200 м.

Захисна дія блискавковідводу характеризується конфігурацією і розмірами зон захисту.

Зона захисту — це простір навколо блискавковідводу, у якому будівлю або споруду буде захищено від прямих ударів блискавки. Захист об'єктів від прямих ударів блискавки буде надійним тільки тоді, коли всі його частини знаходяться в цій зоні.

Величина зони захисту визначається відповідно до Інструкції по облаштуванню блискавкозахисту будівель та споруд РД 34.21.122–87.

Згідно з Інструкцією є два типи зони захисту: зона типу А, що має ступінь надійності 99,5 % та вище, і зона типу Б — ступінь надійності 95 % і вище.

За кількістю та розміром площі загальної зони захисту блискавковідводи поділяються на одиночні, подвійні та багаторазові.

#### Одиночний стержневий блискавковідвід

Зона захисту одиночного стержневого блискавковідводу висотою  $h$  являє собою круговий конус, вершина якого знаходиться на висоті  $h_0 > h$ .

На рівні землі зона захисту утворює круг радіусом  $r_0$ . Горизонтальний переріз зони захисту на висоті споруди, яка потребує захисту,  $r_x$  являє собою круг радіусом  $r_x$ .

1. Зона захисту одиночних стержневих блискавковідводів висотою  $h \leq 150$  м має наступні розміри.

Зона А:

$$h_0 = 0,85 \cdot h, \quad (4.13)$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot h)h, \quad (4.14)$$

$$r_x = (1,1 - 0,002 \cdot h) \left( h - \frac{h_x}{0,85} \right); \quad (4.15)$$



зона Б:

$$h_0 = 0,92 \cdot h, \quad (4.16)$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h, \quad (4.17)$$

$$r_x = 1,5 \left( h - \frac{h_x}{0,92} \right). \quad (4.18)$$

Для зони Б висоту одиночного стержневого блискавковідводу при відомих значеннях  $h_x$  і  $r_x$  можна визначити за формулою:

$$h = \frac{r_x + 1,63 \cdot h_x}{1,5}. \quad (4.19)$$

2. Зона захисту одиночних стержневих блискавковідводів висотою  $150 < h < 600$  м має наступні розміри.

Зона А:

$$h_0 = [0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h, \quad (4.20)$$

$$r_0 = [0,8 - 1,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h, \quad (4.21)$$

$$r_x = [0,8 - 1,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h \cdot \frac{1 - h_x}{0,8 - 1,7 \cdot 10^{-3}(h - 150)}; \quad (4.22)$$

зона Б:

$$h_0 = [0,92 - 0,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h, \quad (4.23)$$



$$r_0 = 225 \text{ м},$$

$$r_x = \frac{225(1 - h_x)}{[0,92 - 0,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h}. \quad (4.24)$$

#### Подвійний стержневий блискавковідвід

Зона захисту подвійного стержневого блискавковідводу висотою  $h \leq 150$  м.

Торцеві області зони захисту визначаються, як і зони одиночних стержневих блискавковідводів. Розміри  $h_0$ ,  $r_0$ ,  $r_{x1}$ ,  $r_{x2}$  визначаються за формулами (4.13) — (4.19) для обох типів зон захисту.

Внутрішні області зон захисту подвійного стержневого блискавковідводу мають наступні розміри.

Зона А:

при  $L \leq h$ :

$$h_c = h_0; r_{cx} = r_x; r_c = r_0, \quad (4.25)$$

при  $h < L \leq 2h$ :

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h)(L - h), \quad (4.26)$$

$$r_c = r_0; r_{cx} = r_0 \frac{h_c - h_x}{h_c}, \quad (4.27)$$

при  $2h < L \leq 4h$ :

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h)(L - h),$$

$$r_c = r_0 \left( 1 - \frac{0,2(L - 2h)}{h} \right), \quad (4.28)$$



$$r_{cx} = r_0 \frac{h_c - h_x}{h_c}$$

Якщо відстань між стержневим блискавковідводами  $4h < L$ , то для побудови зони А блискавковідводи слід розглядати як одиночні.

Зона Б:

при  $L \leq h$ :

$$h_c = h_0; r_{cx} = r_x; r_c = r_0,$$

при  $h < L \leq 2h$ :

$$h_c = h_0 - 0,14(L - h), \quad (4.29)$$

$$r_c = r_0; r_{cx} = r_0 \frac{h_c - h_x}{h_c}$$

Якщо відстань між стержневими блискавковідводами  $L > 6h$ , то для побудови зони блискавковідводи слід розглядати як одиночні.

Якщо значення  $n_c$  і  $L$  ( $r_{cx} = 0$ ) відомі, висота блискавковідводу для зони Б визначається за формулою:

$$h = \frac{h_c + 0,14 \cdot L}{1,06} \quad (4.30)$$

Будівлі й споруди I категорії належить захищати від прямих ударів блискавки за допомогою окремо розміщених або встановлених на будівлі ізолюваних від неї блискавковідводів.

Як блискавковідводи, так і їх заземлювачі необхідно ізолювати від будівель, що потребують захисту, а також від зовнішніх надзем-



них і підземних металевих пристроїв, таких як надземні естакади, трубопроводи, рельсові шляхи, газо-, паро- і водопровідні підземні комунікації та ін.

У разі влучання блискавки в блисквідвід струмовідвід і заземлювач набувають високого потенціалу й різниця потенціалів, що виникає при цьому, може пробити ізоляцію, яка відділяє струмовідвід від будівлі, або пробити шар землі між заземлювачем блискавковідводу й підземною частиною будівлі або з'єднаними з будівлею металевими комунікаціями.

Для будівель I категорії можливість таких пробоїв слід повністю унеможливити. Для цього розраховують мінімально допустиму відстань від елементів блискавковідводів до будівель у найбільш небезпечних точках. Однак слід мати на увазі, що ця відстань за будь-яких умов повинна бути не меншою за 3 м.

Захист будівель і споруд II категорії від прямих влучань блискавки здійснюється як окремо розміщеними, так і встановленими безпосередньо на будівлі стержневими або тросовими блискавковідводами. Встановлюючи блискавковідводи на будівлі, струмовідводи прокладають безпосередньо по покрівлі й стінах будівлі з приєднанням до заземлювача з імпульсним опором розтіканню струму, що не перевищує 10 Ом.

Захист від електростатичної індукції будівель I категорії слід здійснювати шляхом приєднання металевого обладнання та апаратури до заземлювача захисту від вторинної дії блискавки, що повинен мати опір розтіканню струму не менше 10 Ом. Цей вид захисту будівлі можна здійснювати шляхом накладання на покрівлю будівлі сітки зі сталевого дроту діаметром 6–8 мм зі сторонами решітки до 12 м і з'єднанням її із заземлювачем.

Будівлі й споруди, що належать за облаштуванням блискавковідводів до II категорії, забезпечуються захистом від електростатичної індукції шляхом приєднання всього обладнання та апаратів, що знаходяться в будівлях, до захисного заземлення електрообладнання.





Захист від електромагнітної індукції будівель I категорії забезпечується облаштуванням між трубопроводами та іншими довгими металевими предметами в місцях їх взаємного зближення на 10 см і ближче металевих перемичок через кожні 20 м довжини, що унеможливує утворення незамкнених контурів.

Захист від електромагнітної індукції будівель, що відносяться за облаштуванням захисту від блискавки до II категорії, виконується у вигляді облаштування через кожні 25–30 м металевих перемичок між трубопроводами та іншими видовженими металевими предметами, розташованими один від одного на відстані 10 см і менше.

Захист від занесення високого потенціалу будівель I категорії здійснюють, забороняючи споруджувати повітряні лінії будь-якого призначення. Усі мережі повинні вводитися тільки підземними кабельними лініями, оболонка й броня яких мають приєднуватися до заземлювача.

При вводах у будівлі, що належать за облаштуванням захисту від блискавки до I категорії, підземні металеві комунікації необхідно приєднувати до заземлювачів захисту від електростатичної індукції або до захисного заземлення електрообладнання.

Будівлі, що відносяться до II категорії, захищаються від занесення високих потенціалів по підземних комунікаціях шляхом приєднання їх на вводі в будівлю до будь-якого із заземлювачів.

Для будівель, що належать до III категорії, захист від занесення високих потенціалів по зовнішніх наземних металевих конструкціях і комунікаціях здійснюється шляхом приєднання їх на вводі до заземлювача з імпульсним опором не більше 20 Ом, у тому числі до заземлювача захисту від прямих ударів блискавки.

Ввід у будівлі, що належать за облаштуванням захисту від блискавки до I та II категорій, електричних мереж напругою до 1000 В, мереж телефону, радіо, сигналізації та ін. повинен виконуватися тільки підземними кабельними лініями.



## 4.5. Система пожежного захисту

### 4.5.1. Суть і складові системи пожежного захисту

До системи пожежо- й вибухозахисту належать:

- використання негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів;
- обмеження кількості горючих і вибухонебезпечних речовин і їх розміщення;
- ізоляція горючого й вибухонебезпечного середовища;
- запобігання розповсюдженню вогню за межі осередку пожежі;
- використання засобів пожежогасіння, конструкцій, об'єктів із регламентованими межами вогнестійкості й горючості.

Пожежний і вибуховий захист включає також евакуацію людей, використання засобів колективного та індивідуального захисту людей; систему протидимового захисту; використання засобів пожежної сигналізації і засобів повідомлення про пожежу; організацію пожежної охорони об'єкта.

Кількість горючих і вибухонебезпечних речовин і їх розміщення мають регламентуватися: масою та об'ємом горючих і вибухонебезпечних речовин і матеріалів, що знаходяться одночасно в приміщенні та на складі; наявністю аварійного зливу пожежовибухонебезпечних рідин та аварійним стравлюванням горючих газів з апаратури; протипожежними розривами й захисними зонами; кількістю робочих місць, на яких використовуються пожежовибухонебезпечні речовини.

Ізоляцію горючого й вибухонебезпечного середовища можна забезпечити шляхом максимальної механізації та автоматизації технологічних процесів; установки пожежовибухонебезпечного обладнання в ізольованих приміщеннях або на відкритих ділянках; використання для пожежовибухонебезпечних речовин герметичного обладнання й тари; використання ізольованих відсіків, камер, кабін і т. ін.

Розповсюдження пожежі й вибуху можна зупинити шляхом облаштування: протипожежних перешкод (стін, зон, поясів, захисних смуг), вогнеперешкод, гідрозатворів, водяних заслонів, інертних га-



зових або парових завіс; гранично допустимих площ протипожежних і вибухобезпечних відсіків і секцій; аварійного відключення й переключення апаратів і комунікацій; захисту апаратів від руйнування при пожежі або вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску.

Локалізацію пожежі можна здійснити також шляхом використання обладнання, розрахованого на тиск вибуху, та засобів, які запобігають або обмежують розлив і розтікання рідин.

Обмеження розмірів пожежі й забезпечення її гасіння здійснюється за допомогою різних засобів. Для ефективного їх вибору необхідно визначити:

- вид засобів пожежогасіння, їх кількість, розміщення та утримання;
- порядок зберігання речовин, гасіння яких категорично забороняється одними й тими ж засобами;
- джерела й засоби подачі води для пожежогасіння;
- порядок обслуговування установок пожежогасіння й зберігання засобів гасіння;
- використання систем активного подолання вибуху.

Будівлі й споруди розраховують так, щоб межа вогнестійкості будівельних конструкцій була такою, аби вони зберігали несучі й загороджувальні функції протягом усього періоду евакуації людей або перебування їх в місцях колективного захисту. При цьому межа вогнестійкості має встановлюватися без урахування впливу засобів гасіння пожежі, але з урахуванням пожежної і вибухової небезпеки виробничих процесів.

Споруди й будівлі повинні мати таке об'ємне планування й технічне виконання, щоб евакуацію людей з них було закінчено до досягнення небезпечними чинниками пожежі або вибуху гранично допустимих рівнів. Для забезпечення евакуації необхідно розрахувати розміри, кількість евакуаційних шляхів і виходів та забезпечити відповідне їх конструктивне виконання й можливість безперешкодного руху людей.

До системи пожежного захисту належать засоби колективного та індивідуального захисту, що забезпечують безпеку людей протягом усього часу дії небезпечних чинників.

Колективний та індивідуальний захист має здійснюватися в тих випадках, коли евакуація людей є недоцільною або пов'язана із значними труднощами.

Система протидимного захисту забезпечує незадимлення шляхів евакуації протягом часу, достатнього для евакуації людей.

Кожний виробничий об'єкт повинен забезпечуватися надійними засобами сигналізації або повідомлення про пожежу на її початковій стадії.

Для гасіння пожежі й безпеки людей, які беруть участь у ліквідації пожежі, на об'єктах передбачено технічні засоби (драбини, захищені ліфти, зовнішні пожежні драбини, аварійні люки та ін.), які повинні зберігати свою функціональність протягом розрахункового часу, необхідного для гасіння пожежі.

На кожний конкретний виробничий процес повинна бути розроблена нормативно-технічна документація, у якій чітко регламентовано заходи пожежного й вибухового захисту.

#### **4.5.2. Заходи щодо попередження розповсюдження пожежі**

Заходи щодо попередження розповсюдження пожежі повинні розроблятися на стадії проектування будівель і споруд.

Розповсюдження пожежі може відбуватися по поверхні горючого опорядження всередині будівлі і по будівельних конструкціях унаслідок виникнення нових осередків в об'ємі будівлі, а також між будівлями й спорудами.

У процесі проектування передбачається поділ будівель на пожежні відсіки та секції протипожежними стінами, перегородками або протипожежними перекриттями. Щоб обмежити розповсюдження вогню по конструкціях і горючих матеріалах, облаштовують



протипожежні перепони (гребні, бортики, козирки, пояси та ін.), протипожежні двері та ворота, а також протипожежні проміжки між будівлями.

До конструкцій протипожежних перешкод висувається ряд вимог. Протипожежні стіни (брандмауери) повинні спиратися на фундамент або фундаментні блоки, зводитися на всю висоту будівлі, перетинати всі конструкції та поверхи. Такі стіни дозволяється встановлювати безпосередньо на конструкції каркасу будівлі або споруди, збудованої з негорючих матеріалів. Межа вогнестійкості каркасу повинна відповідати типу протипожежної стіни.

Брандмауер являє собою глуху стіну із цегли, бетону або залізобетону з межею вогнестійкості не менше 4 годин, яка перетинає по вертикалі всі конструктивні елементи будівлі. Брандмауери зводяться для ізоляції небезпечних у пожежному відношенні виробничих приміщень від основної будівлі. Товщина брандмауера повинна бути не менше 25 см із цегли й 50 см з природного каменю. Якщо у внутрішніх брандмауерах передбачаються двері, то вони повинні бути вогнетривкими або слабозаймистими з межею вогнестійкості не менше 1,5 години.

Протипожежні стіни повинні виступати над покрівлю не менш як на 60 см, якщо хоча б один з елементів покриття (за винятком покрівлі) виконано з горючих матеріалів, і не менш як на 30 см, якщо ці елементи виконано з вогнетривких матеріалів. Вони можуть не виступати над покрівлю, якщо всі елементи горішнього покриття, за винятком покрівлі, виконано з негорючих матеріалів.

Протипожежні стіни в будівлях із зовнішніми стінами, які зроблено з горючих або важкогорючих матеріалів, повинні перетинати всю будівлю й виступати за зовнішню площину стіни не менш як на 30 см.

Якщо зовнішні стіни зведено з негорючих матеріалів, то протипожежні стіни можуть не виступати за зовнішню площину будівлі.

При поділі будівлі на пожежні відсіки протипожежною повинна бути стіна більш високого й більш широкого відсіку. У зовнішній частині протипожежної стіни можна розташовувати вікна, двері й ворота з ненормованою межею вогнестійкості.

У протипожежних стінах допускається облаштовувати вентиляційні й димові канали так, щоб у місцях їх розміщення межа вогнестійкості протипожежної стіни з кожного боку каналу становила 2,5 години.

Якщо неможливо встановити брандмауери для поділу будівлі на пожежні відсіки, замість протипожежних стін передбачаються протипожежні зони.

Протипожежні зони — це вставки, які поділяють будівлю по всій ширині й висоті. Вставка являє собою частину об'єму будівлі, утворену протипожежними стінами, які відділяють вставку від пожежних відсіків. Ширина такої зони повинна бути 6–12 м. Межа вогнестійкості стін та опор протипожежних зон повинна становити не менше 4 год., а перекриття — не менше 1,5 год.

У приміщеннях зони не дозволяється використовувати або зберігати горючі гази, рідини й матеріали, виконувати технологічні процеси з утворенням горючого пилу. У межах зони слід передбачити пожежні драбини для виходу на покрівлю, а у зовнішніх стінах зони — двері або ворота.

Протипожежні стіни, зони, а також протипожежні перекриття не дозволяється перетинати каналами, шахтами й трубопроводами для транспортування горючих газо- й пилоповітряних сумішей, горючих рідин, речовин і матеріалів.

Щоб попередити розповсюдження пожежі, будівельні норми передбачають вимоги щодо розмірів площі поверху між протипожежними стінами (пожежного відсіку) й кількість поверхів.

Площу пожежних відсіків і поверховість встановлюють для будівель різних ступенів вогнестійкості з урахуванням категорії розміщених у них виробництв.



Щоб попередити розповсюдження пожежі, нормативи регламентують допустиме пожежне навантаження в будівлі або приміщенні.

Допустиме пожежне навантаження — це таке розрахункове навантаження, за якого температура в конструкціях каркасу зростає до значень, при перевищенні яких він не втрачає несучої здатності. Допустиме пожежне навантаження визначається за тривалістю пожежі, протягом якої конструкції витримують теплову дію при різних температурних режимах.

Розрахунки площі пожежного відсіку базуються на вимозі, що площа підлоги повинна мати такі розміри, щоб в її межах забезпечувалося гасіння пожежі передбаченими засобами пожежного захисту за час, протягом якого основні конструкції зберігають свою несучу здатність.

Підлоги повинні мати достатню міцність та опірність вогню.

Вимоги щодо попередження розповсюдження пожежі між будівлями промислових підприємств регламентують найменші відстані між пожежо- й вибухонебезпечними об'єктами, а також правила їх взаємного розміщення.

Щоб унеможливити перекидання вогню з одного корпусу на інший, між будівлями повинен бути вільний від забудови протипожежний розрив шириною від 10 до 20 м. Для пожежонебезпечних складських приміщень ці розриви мають бути від 24 до 50 м залежно від ступеня вогнестійкості будівель і матеріалів, які в них зберігаються.

Будівлі, споруди, відкриті установки з вибухонебезпечними й пожежонебезпечними виробничими процесами, що виділяють в атмосферу газ, дим, пил, не дозволяється розміщувати щодо інших виробничих будівель з навітряного боку панівних вітрів. Ці вимоги розповсюджуються також на склади ЛЗР і ГР, зріджених газів, горючих матеріалів, а також отруйних речовин.

Підприємства вибухо- й пожежонебезпечні, а також шкідливі в санітарному відношенні розташовують у зонах, віддалених від населених районів.



### 4.5.3. Ступінь вогнестійкості будівель та споруд

Виробничі будівлі та споруди повинні бути міцними не тільки за умов їх нормальної експлуатації, а й за умов пожежі.

Пожежна безпека будівель і споруд залежить від якості будівельних матеріалів, з яких виготовлено конструкції. Під час пожежі на конструкції, крім статичних та динамічних навантажень, діють ще й високі температури. У результаті вони прогріваються до високих температур, деформуються чи руйнуються. Тому для будівельних конструкцій важливим чинником є вогнестійкість, від якої залежить правильний добір її основних конструкцій.

Вогнестійкість — це здатність будівельних конструкцій зберігати свої робочі функції під дією високих температур за умов пожежі.

Будівельні конструкції виконують загороджувальну, теплоізолюючу та несучу функції.

Втрата несучої здатності конструкції призводить до того, що вона — залежно від її типу — обвалюється або прогинається.

До основних будівельних конструкцій належать зовнішні та внутрішні несучі стіни (перегородки), колони, балки, плити, настипи та ін.

Для несучих конструкцій — таких, як зовнішні стіни, перекриття, балки, ферми, колони — вогнестійкість визначається тільки за втратою несучої здатності.

Загороджувальна здатність будівельних конструкцій характеризує можливість утворення в самих конструкціях або на стиках між ними наскрізних отворів або тріщин, через які в сусідні приміщення проникає полум'я або продукти горіння.

Теплоізолююча функція конструкцій залежить від здатності їх до прогрівання. Вогнестійкість за теплоізолюючою здатністю визначається підвищенням температури в будь-якій точці необігрітого боку поверхні більше ніж на 190 °С порівняно з температурою конструкції до нагріву.

Вогнестійкість будівельних конструкцій характеризується межею вогнестійкості.



Межа вогнестійкості — це час, після якого будівельна конструкція втрачає свої несучі, загороджувальні або теплоізоляційні функції.

Отже, втрата несучості будівельною конструкцією означає її обвалення, втрата загороджувальної здатності — появу тріщин, а теплоізолюючої — прогрівання конструкції під час пожежі до температури, коли при її підвищенні можливе самоспалахування речовин у сусідніх приміщеннях.

Для всіх будівельних конструкцій межа вогнестійкості встановлюється експериментальним або розрахунковим шляхом.

Будівельні конструкції в натуральну величину випробовуються у вертикальних або горизонтальних печах, що працюють на рідкому чи газовому паливі. При цьому створюються умови близькі до тих, що виникають під час пожежі, коли на конструкцію діють такі руйнівні чинники, як висока температура, різкі коливання температур від дії води на розігріту поверхню при гасінні пожежі та ін.

Ступінь вогнестійкості виробничих приміщень і споруд характеризується групою займистості і межею вогнестійкості їхніх елементів. Прийнято виділяти п'ять ступенів вогнестійкості об'єктів.

До об'єктів I ступеня вогнестійкості належать будівлі, у яких несучі й загороджувальні конструкції виготовлено з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості 2,5 год.

До об'єктів II ступеня належать ті ж будівлі, що і до I ступеня, але в покриттях цих будівель допускається використання незахищених сталених конструкцій; межа вогнестійкості цих будівель становить 2 год.

До будівель III ступеня вогнестійкості належать ті ж будівлі, що і до I та II ступеня, тільки для перекриття допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою чи важкогорючими листовими або плитними матеріалами. Елементи горючого покриття з деревини піддаються вогнезахисній обробці з такою ж межею вогнестійкості, як і для будівель II ступеня (2 год.).

Будівлі III а ступеня вогнестійкості мають переважно таку каркасну схему, у якій елементи каркасу виготовлено із сталених неза-

хищених конструкцій з важкогорючим утеплювачем (межа вогнестійкості 1 год.).

До об'єктів III б ступеня вогнестійкості належать будівлі переважно одноповерхові, виконані з використанням деревини, яка піддавалася вогнезахисній обробці, щоб забезпечити межу вогнестійкості не менше 1 год.

До об'єктів IV ступеня вогнестійкості належать будівлі з несучими й загороджувальними конструкціями з деревини, захищеної від дії вогню й високих температур штукатуркою чи іншими плитними матеріалами. Межа вогнестійкості — 0,5 год.

До об'єктів IV а ступеня вогнестійкості належать переважно одноповерхові будівлі, елементи каркасу яких мають незахищені конструкції зі сталі чи негорючі матеріали з горючим утеплювачем (0,5 год).

До об'єктів V ступеня вогнестійкості належать будівлі, до несучих і загороджувальних конструкцій яких не висуваються вимоги щодо вогнестійкості й поширення вогню. Межа вогнестійкості будівель V ступеня не нормується.

Найбільшу межу вогнестійкості в будівлях будь-якого ступеня мають несучі конструкції (стіни, колони), а найменшу — внутрішні стіни (перегородки). Тому вогнестійкість будівель визначається в певному діапазоні: будівлі I ступеня мають діапазон вогнестійкості 2,5–0,5, II — 2,0–0,25; III — 2,00–0,25; IIIа — 1,00–0,25; IV та IVа — 0,25–0,50 год.

Якщо мінімальну межу вогнестійкості встановлено на рівні 0,25 год., допускається використання незахищених сталених конструкцій. У будівлях усіх ступенів вогнестійкості допускається використання гіпсокартонних листів для облицювання металевих конструкцій з метою підвищення межі їх вогнестійкості.

#### **Вогнезахист будівельних конструкцій**

Межа вогнестійкості будівельних конструкцій не завжди відповідає вимогам пожежної безпеки, і її треба підвищувати. Щоб підви-



щити межі вогнестійкості конструкцій, у будівництві використовують різні методи вогнезахисту.

Сфера використання того чи іншого методу вогнезахисту залежить від необхідної межі вогнестійкості; типу конструкції та її положення в просторі (горизонтальне, вертикальне, похиле); виду навантажень, що діють на конструкцію (статичні, динамічні); температурно-вологісних умов експлуатації; агресивності оточуючого середовища; естетичних вимог, що висуваються стосовно конструкцій та ін.

Згідно з протипожежними нормами основні будівельні конструкції повинні мати межу вогнестійкості 0,25–2,50 год.

Найменшу межу вогнестійкості мають незахищені металеві конструкції: під дією температур вони втрачають стійкість. Межа їх вогнестійкості обмежується кількома хвилинами (0,1–0,3 год., залежно від температурного режиму пожежі).

Збільшення товщини металевих конструкцій не дає ефекту, оскільки вони мають велику теплопровідність, швидко прогриваються і втрачають несучу здатність. Для підвищення межі вогнестійкості металевих конструкцій до нормованих значень використовують різноманітні засоби вогнезахисту: бетонування, облицювання чи вогнезахисне покриття, що має здатність спучуватися. Покриття металевих конструкцій звичайним бетоном, цеглою, керамічними плитами забезпечує необхідний вогнезахист. За рахунок такого покриття збільшується товщина конструкції і змінюються її теплофізичні властивості.

Найпоширенішим засобом вогнезахисту металевих конструкцій є цементно-піщана й перлітова штукатурка, які підвищують межу вогнестійкості від 0,5 до 2,5 год. залежно від товщини штукатурного шару (20–45 мм) і потрібної межі вогнестійкості.

Для захисту металевих конструкцій використовують порошки, до складу яких входять азбест і рідке скло (0,5–3 год.). Накладання в кілька шарів вогнезахисного покриття, що має здатність спучуватися, забезпечує межу вогнестійкості до 0,7 год. Під час пожежі під ді-

єю високих температур покриття спучується, утворюючи пористі захисні прошарки, що мають високі теплоізоляційні властивості. Така обмазка товщиною 4 мм рівноцінна штукатурці або облицювальним плитам товщиною 3 см, а маса конструкції при цьому значно зменшується.

Дерев'яні конструкції мають незначну теплопровідність; їх вогнестійкість втрачається внаслідок обгоряння конструкцій і зменшення при цьому їх площини перетину. Дерев'яні конструкції піддають вогнезахисній обробці шляхом просочування деревини антипіренами й створення термоодягу у вигляді штукатурки, облицювання вогнезахисним покриттям та ін.

Найкращим облицювальним матеріалом є червона цегла й пустотілі керамічні блоки. Дерев'яні конструкції захищають листовим азбестоцементом, сухою гіпсовою та звичайною штукатуркою. Суха штукатурка протистоїть пожежі 10 хв., оскільки в процесі гасіння руйнується водою, а звичайна затримує нагрівання дерев'яних конструкцій до температури самоспалахування на 15–20 хв.

Найбільш досконалий та ефективний спосіб вогнезахисту дерев'яних конструкцій — це просочування їх вогнезахисним розчином під тиском або гарячо-холодним методом солями антипіренів, а також поверхнева обробка деревини емаллю в 4 шари. Вогнезахисні покриття наносять на конструкції, вологість яких не перевищує 20 %.

Обробка деревини антипіренами більш ефективно захищає від займання, ніж емалеве покриття, але цей спосіб порівняно з антипіренним просочуванням недорогий і нетрудомісткий.

Деревина, яку обробили в такий спосіб, набуває властивостей важкогорючих матеріалів і не займається від малопотужних джерел.

Вогнестійкість кам'яних конструкцій залежить від товщини їх конструктивного виконання, теплофізичних властивостей і способу обігріву. Завдяки своїй масивності й теплофізичним властивостям кам'яні конструкції чинять великий опір вогню в умовах пожежі. Цегляні конструкції в умовах пожежі витримують нагрівання до 700–900 °С, не зменшуючи своєї міцності й не виявляючи ознак руй-



нування. При нагріванні до температури 800 °С спостерігається лише поверхнєве пошкодження кладки у вигляді тріщин. Межа вогнестійкості цегляних стін товщиною 25 см становить 5 год., а стін з пустотілої цегли — 5,5 год.

Залізобетонні конструкції завдяки негорючості й порівняно невеликій теплопровідності досить стійкі до дії агресивних чинників в умовах пожежі. Вони виконують свої функції в умовах пожежі до 1 год., іноді менше. Дія води в умовах пожежі може спричинити вибух бетону й швидке руйнування конструкції. Щоб підвищити межу вогнестійкості колон, рекомендується збільшити площу їх перетину або вибрати бетон з меншим коефіцієнтом теплопровідності, або ж знизити навантаження. Це досягається добором в'язучих матеріалів і відповідних заповнювачів. Підвищення межі вогнестійкості плит і балок можна досягнути збільшенням товщини захисного шару бетону, зниженням його теплопровідності, нанесенням штукатурок чи облицювання, зменшенням навантаження й добором арматури з більш високою критичною температурою.

#### 4.5.4. Пожежна сигналізація

Швидке повідомлення пожежної команди про виникнення пожежі є однією з головних умов успішної її ліквідації. Пристрої, призначені повідомляти про пожежу, повинні працювати цілодобово й мати максимально спрощену сигналізацію.

Для виклику пожежної частини на кожному об'єкті повинен бути телефонний чи радіозв'язок. Щоб мати якнайшвидше оповіщення про пожежу, облаштовують електричну пожежну сигналізацію, яка виявляє займання на ранній стадії, що забезпечує успішну боротьбу з вогнем за мінімальних зусиль. Використовують автоматичні системи пожежної сигналізації різних типів: теплові, димові, світлові й комбіновані. При доборі системи пожежної сигналізації враховують категорійність об'єкта, його архітектурно-планувальні особливості, а також кількість, розташування й вид горючих речовин і матеріалів.

Теплова автоматична сигналізація реагує на підвищення температури навколишнього середовища. Теплові датчики мають вигляд біметалевих пластинок, спаяних легкоплавким припоєм терморезисторів, термопар та ін.

Димові оповісники реагують на появу диму, вони мають фотоелементи або іонізаційну камеру з радіоактивними речовинами.

Теплові або димові оповісники встановлюють у приміщеннях, де виготовляють і зберігають вироби з деревини, синтетичних смол і волокон, полімерних матеріалів, целулоїду, гумово-технічні вироби та ін. Такі оповісники встановлюють у приміщеннях, де зберігають вогнетривкі матеріали в легкозаймистій упаковці, тверді горючі матеріали.

Комбіновані оповісники здатні одночасно реагувати на підвищення температури навколишнього середовища й появу диму.

Світлові оповісники мають фотоелемент, який реагує на ультрафіолетову або інфрачервону частину спектра полум'я. Світлові оповісники встановлюють у приміщеннях, де виробляють і зберігають лужні метали, металеві порошки та ін., а також у приміщеннях, де виготовляють і зберігають лаки, фарби, розчинники, легкозаймисті та горючі рідини.

Ефективність і надійність використання пожежних оповісників залежить від оптимального добору типу оповісника, його установки та умов експлуатації. Димові оповісники не можна використовувати у місцях, де вони можуть покриватися рососою чи інеєм, де під час технологічного процесу може виділятися дим, вихлопні гази, або там, де працюють пристрої для зволоження повітря чи високочастотні установки. Теплові оповісники не слід використовувати в тих приміщеннях, де швидкість зміни температури оточуючого середовища більша за градієнт температури спрацювання оповісника (котельні та ін.), а також у приміщеннях з підвищеною вологістю.

Світлові оповісники не використовують там, де будівельні конструкції приміщення чи об'єкти, що перебувають у ньому, можуть закривати поле зору оповісника, або в тих приміщеннях, де є



джерело мерехтливого чи пульсуючого світла (сонячні промені, що відбиваються від металевих частин та ін.).

Світлові пожежні оповісники встановлюють на стелі приміщення, стінах або інших будівельних конструкціях, а також на обладнанні. Кожну точку приміщення, яке потребує захисту від пожежі, повинні контролювати не менш як два автоматичних пожежних оповісники.

Кількість пожежних оповісників у приміщенні визначають, виходячи з необхідності виявлення загоряння по всій площі. У кожному приміщенні слід встановити не менш як два автоматичних пожежних оповісники.

Допустима висота установки пожежних оповісників не повинна перевищувати: теплових — 9 м, димових — 12 м, комбінованих променевих — 20 м, світлових — 30 м.

Періодично оповісники перевіряються на справність: теплові — не рідше одного разу на рік, димові й комбіновані — один раз на місяць.

#### 4.5.5. Способи і засоби пожежогасіння

##### Вогнегасні речовини

Щоб виник і розвивався процес горіння, необхідне одночасне поєднання горючої речовини, окислювача, джерела запалювання та безпосереднє надходження потоку тепла від осередку пожежі до горючої речовини. Горіння припиняється, коли припиняється дія будь-якого із цих компонентів.

Процес горіння можна припинити шляхом зниження вмісту горючої речовини, зменшення кількості окислювача або збільшення енергії активації процесу в полум'ї.

Перелічимо основні способи припинення процесу горіння:

- припинення надходження окислювача (кисню повітря) до осередку горіння;



- розбавлення повітря негорючими газами;
- зменшення температури горючої речовини до рівня, нижчого за температуру спалахування;
- ізоляція вогнища від повітря;
- зменшення надходження горючої речовини до зони горіння;
- зниження концентрації горючих речовин шляхом додавання негорючих матеріалів;
- інтенсивне гальмування швидкості хімічних реакцій (інгібування);
- механічний зрив полум'я сильним струменем води, порошку чи газу.

На цих принципових методах базуються відомі способи й прийоми припинення горіння під час пожежі за допомогою вогнегасних речовин та технічних засобів пожежогасіння.

Добір тих чи інших способів і засобів гасіння пожеж, а також вогнегасних речовин та їх носіїв визначається в кожному конкретному випадку залежно від стадії розвитку пожежі, масштабів загоряння, особливостей горючих речовин і матеріалів.

Засобами гасіння пожеж є вода й водяна пара; хімічна й повітряно-хімічна піна; інертні й негорючі гази: азот і вуглекислота; галюїдні вуглеводні сполуки; сухі порошки; пісок (земля) і щільна тканина — повсть та азбест.

Усі існуючі вогнегасні засоби здійснюють, як правило, комбіновану дію на процес горіння речовин, однак для певного вогнегасного засобу характерна якась одна домінуюча властивість. Наприклад, вода справляє переважно охолоджуючу дію на полум'я, піна — ізолюючу, порошки — специфічну інгібуючу дію. Крім цього, залежно від умов їх використання проявляються ті чи інші властивості вогнегасної речовини.

Отже, не існує універсальних вогнегасних засобів, а при використанні окремо кожного з них вогнегасний ефект не є однаковим. Тому для припинення горіння однієї і тієї ж речовини в ряді випадків можуть використовуватися різні вогнегасні засоби. При доборі засобів пожежогасіння треба виходити з можливості отримання найкращого вогнегасного ефекту при мінімальних затратах.





### Характеристика вогнегасних властивостей води

Для гасіння переважної більшості пожеж, що виникають на виробничих об'єктах, найчастіше застосовують воду. Порівняно з іншими вогнегасними речовинами вона має найбільшу теплоємність і придатна для гасіння більшості горючих речовин. Один літр води при нагріванні від 0 до 100 °С поглинає 419 кДж теплоти, а при випаровуванні — 2260 кДж, що дає добрий охолоджуючий ефект.

Вода має високу термічну стійкість, яка значно перевищує стійкість багатьох інших вогнегасних речовин. Розкладання її на водень та кисень відбувається при температурах понад 1700 °С. Тому гасіння водою більшості горючих матеріалів та рідин є безпечним, адже температура більшості пожеж не перевищує 1200–1400 °С.

Під час гасіння пожежі частина води випаровується внаслідок контакту з високотемпературним осередком. Перетворюючись на пару, вода збільшується в об'ємі в 1700 разів, витісняючи кисень повітря або розбавляючи його до концентрації, яка не підтримує горіння. Унаслідок великого пароутворення вода відводить із зони горіння велику кількість тепла, що забезпечує охолодження горючої речовини.

Струмінь води, спрямований на горючу речовину, змочує ті частини, які не горять, утворюючи тонку плівку, що зменшує доступ горючих речовин у зону горіння.

Крім того, сильний струмінь води може збивати полум'я, що полегшує гасіння пожежі.

Для гасіння пожеж з допомогою води використовується таке обладнання, як пожежні крани й рукави, пожежні гідранти, спринклерні й дренчерні установки та ін. Для гасіння пожеж вода подається у вигляді компактних і тонкорозпилених струменів (з розміром краплин до 10 мкм).

Компактні струмені утворюють суцільний потік води, мають велику швидкість і порівняно невелику площину перетину. Вони характеризуються відповідною ударною силою і великою дальністю польоту. Компактними струменями гасять пожежі в тих випадках,

коли необхідно подати воду на велику відстань чи надати їй значну ударну силу. Цей спосіб гасіння є найбільш простим і поширеним.

Тонкорозпилені струмені — це потік води, що складається з дрібних крапель, які ефективно гасять тверді речовини й матеріали, горючі і навіть легкозаймісті рідини. Вони характеризуються незначною ударною силою і дальністю дії, але зрошують велику поверхню. При подачі води тонкорозпиленими струменями створюються найсприятливіші умови для її випаровування і тим самим підсилюється ефект охолодження й розведення горючого середовища.

Гасіння пожеж тонкорозпиленими струменями має цілий ряд переваг і тому останнім часом усе ширше використовується. При такому гасінні зменшується витрата води, мінімально зволожуються і не пошкоджуються матеріали, знижується температура у приміщенні, що горить, і осідає дим. У тонкорозпиленому стані вода не електропровідна, тому нею можна гасити електроустановки, що горять під напругою.

Водяною парою гасять переважно тверді, рідкі й газоподібні речовини, які перебувають у закритих приміщеннях. Гасіння водяною парою ґрунтується на зниженні в зоні горіння процентного вмісту кисню. Якщо в повітрі буде 30–35 % (за об'ємом) водяної пари, горіння припиняється. Такий спосіб гасіння пожеж використовується в невеликих за об'ємом приміщеннях, де є джерела необхідної кількості водяної пари.

Найбільш суттєвим недоліком води, що обмежує сфери та умови її використання для пожежогасіння, є порівняно висока температура заземлення.

Вода не використовується для гасіння речовин, які бурхливо реагують з нею, що спричинює виділення горючих газів. До таких речовин належать лужні метали, карбіди, гідриди металів та ін.

Воду не слід використовувати для гасіння нафтопродуктів і багатьох інших органічних речовин, оскільки вони спливають над поверхнею зазначених речовин і площа пожежі збільшується. Це може спричинити також до викидів або розбризкування нафтопродуктів, що горять.



Досить суттєвим недоліком води є її низька змочувальна здатність і мала в'язкість, що заважає гасінню волокнистих, пилоподібних та — особливо — тліючих матеріалів. Тліють під час пожежі, як правило, матеріали з великою питомою поверхнею, у порах яких є повітря, що підтримує процес горіння. Тліючі матеріали можуть горіти навіть при значному зниженні вмісту кисню в навколишньому середовищі. Проникають вогнегасні засоби в пори тліючих матеріалів, як правило, дуже важко. Тому для підвищення вогнегасного ефекту у воду вводять добавки (так звані поверхнево-активні речовини), що підвищують її змочувальну здатність, в'язкість та ін.

#### Характеристика хімічних засобів пожежогасіння

При гасінні деяких пожеж використовується піна. Піна являє собою колоїдну систему, що складається з пухирців газу, оточених плівкою поверхнево-активних речовин, і стабілізаторів. Вона використовується для гасіння твердих і рідких речовин, що не вступають у взаємодію з водою і в першу чергу — для гасіння легкозаймистих і горючих речовин.

Для гасіння пожеж може використовуватися хімічна або повітряно-механічна піна. Повітряно-механічна піна утворюється за допомогою спеціальних стволів, у яких вода (9,7 %) під тиском 0,3–0,6 мПа спочатку змішується з піноутворювачем (0,3 %), а потім з повітрям (90 %). При цьому утворюється піна, яка за об'ємом у 20 разів (кратність 20) перевищує початковий об'єм матеріалів, з яких вона утворена. Для гасіння пожеж на нафтоскладах та базах, у приміщеннях різних виробництв застосовується піна, яка має кратність понад 300. Її отримують у генераторах високократної піни.

Хімічна піна утворюється при взаємодії лужного й кислотного розчинів у присутності піноутворювача, при цьому утворюється також газ (двооксид вуглецю). Бульбашки газу вкриваються тонкою плівкою води з піноутворювачем, внаслідок чого виникає стійка піна, яка може тривалий час залишатися на поверхні горючої речовини. Речовини, необхідні для отримання двооксиду вуглецю, викори-

стовуються у вигляді водних розчинів чи сухих пінопорошків. Використання хімічної піни в практиці пожежогасіння скорочується, оскільки її витісняє повітряно-механічна піна.

Вогнегасна здатність піни обумовлена насамперед її ізоляційною дією, тобто здатністю перешкоджати надходженню в зону полум'я горючих парів. Наприклад, швидкість випаровування бензину під шаром піни товщиною 5 см зменшується в 30–40 разів. Ізолююча дія піни пов'язана з її фізико-хімічними властивостями й структурою, а ефект дії залежить від товщини шару піни, а також від природи горючої речовини й температури її поверхні. Під час гасіння твердих матеріалів певне значення має також охолоджуюча дія піни.

На відміну від інших засобів гасіння піна не вимагає одночасного перекриття всього дзеркала (площі) горіння. Використання (особливо багатократне) піни дає змогу значно скоротити витрати води. Крім цього, піна має вищу змочувальну здатність порівняно з водою.

Вогнегасні властивості піни визначаються також її кратністю, стійкістю і в'язкістю. Характеристики цих властивостей піни залежать від природи горючої речовини, умов протікання пожежі й подавання піни в зону горіння.

Кратністю піни називається відношення об'єму піни до об'єму рідкої фази (чи до об'єму розчину, з якого вона утворилася). З часом піна руйнується, що пояснюється її старінням і впливом температури поверхні, на яку її нанесено, а також умовами подачі. Підвищення температури в осередку пожежі сприяє руйнуванню піни.

Стійкість піни характеризується її опором процесу руйнування та оцінюється часом виділення з піни 50 % рідкого компонента. Піни з великою кратністю менш стійкі; хімічна піна більш стійка, ніж повітряно-механічна.

В'язкість — це здатність піни утримуватися на вертикальних і похилих поверхнях. З підвищенням в'язкості піни стійкість її зростає, але погіршується розтікання по поверхні, що горить, тому необхідно добирати піну оптимальної в'язкості.



Повітряно-механічна піна буває низьократною (до 30), середньократною (30–300), високократною (понад 300). Найчастіше використовується піна середньої кратності. Чим вища кратність піни, тим менші витрати води, але при цьому погіршуються вогнегасні властивості за рахунок зменшення стійкості піни та її ізолюючої здатності. Піну середньої і високої кратності використовують для гасіння пожеж у підвалах, кабельних каналах, трюмах кораблів. У цьому випадку гасіння пожежі відбувається за рахунок витіснення піною повітря із зони горіння. За допомогою піни в містах гаситься понад 12 % усіх пожеж.

#### Характеристика інертних засобів пожежогасіння

Пожежогасіння буває поверхневим (вогнегасна речовина подається безпосередньо на осередок горіння) та об'ємним (в осередку пожежі створюється середовище, яке не підтримує горіння).

Поверхнєве гасіння, що називається також гасінням пожежі на поверхні, можна застосовувати майже при всіх видах пожеж. Для такого виду гасіння використовують вогнегасні суміші, які можна подавати в осередок пожежі з відстані (рідини, піни, порошок).

Об'ємне гасіння використовують в обмеженому просторі (у приміщеннях, відсіках, галереях та ін.). Воно полягає у створенні по всьому об'єму захисного об'єкта середовища, яке не підтримує горіння. Поряд з ефектом швидкого гасіння цей спосіб дає змогу попередити вибух при накопиченні в приміщенні горючих газів і пари. Для гасіння пожеж цим способом використовують інертні розріджувачі — двооксид вуглецю, азот, аргон, водяну пару, димові гази та ін.

Горіння більшості речовин припиняється, коли вміст кисню в оточуючому середовищі знижується до 12–15 %, а для речовин, що характеризуються широким діапазоном спалахування (водень, ацетилен), металів (калій, натрій та ін.), деяких гідридів металів і металоорганічних сполук, тліючих матеріалів — до 5 % і менше.

Гасіння інертними розріджувачами досягається в основному за рахунок зменшення кількості окислювача, а також зниження швидкості процесу горіння й теплового ефекту реакції.

Двооксид вуглецю використовується для об'ємного гасіння пожеж на складах ЛЗР, акумуляторних станціях, у сушильних печах, на стендах для випробовування двигунів, електрообладнання та ін. Механізм припинення горіння базується на здатності двооксиду вуглецю зменшувати концентрації реагуючих речовин шляхом розбавлення до межі, коли горіння стає неможливим. Вогнегасний ефект задовільний, коли концентрація  $\text{CO}_2$  не менша ніж 30 %.

Двооксид вуглецю може подаватися до зони горіння у вигляді снігоподібної маси, здійснюючи охолоджувальну дію, оскільки має температуру  $-80\text{ }^\circ\text{C}$ .

За допомогою  $\text{CO}_2$  гасять як об'ємні, так і поверхневі пожежі. Вихід снігоподібного  $\text{CO}_2$  з 1 кг рідкого двооксиду вуглецю становить 280 г снігу і близько 500 л газу. При застосуванні систем об'ємного гасіння необхідно враховувати отруйну дію двооксиду вуглецю на організм людини. Вміст в атмосфері приміщення 10 %  $\text{CO}_2$  є небезпечним, а при концентрації 20 % швидко настає смерть від паралічу органів дихання.

Двооксид вуглецю не застосовують для гасіння лужних і лужноземельних металів, деяких гідридів металів та сполук, до молекул яких входить кисень; також ним не гасять тліючі матеріали, бо він не має змочувальної здатності.

У тих випадках, коли використання двооксиду вуглецю заборонено, використовують азот чи аргон.

#### Вогнегасні властивості галогеновмісних речовин

Описані вогнегасні суміші, як правило, чинять пасивну дію на полум'я і не впливають на кінетику й хімізм реакцій в осередку пожежі. Більш перспективними є такі вогнегасні суміші, які гальмують протікання реакцій. До таких вогнегасних агентів належать суміші галогеновмісних речовин (наприклад, бромфторпохідні метану та



етану). Беручи до уваги високу вартість цих сумішей, за основу інгібіторів обрано бромовмісні вуглеводи.

З галогеноорганічних сполук найширше використовуються трифторброметан, двофторхлорброметан, дроброметрафторетан, дробромдвофторетан. Донедавна використовувався бромистий етил, але практика показала, що суміші на його основі мають невисоку вогнегасну здатність, а також цілий ряд інших недоліків, тому вони не ввійшли до нормативних документів.

Трифторброметан і двофторхлорброметан в обмежених масштабах почали використовувати недавно. За кордоном вони називаються галогенами, а у нас — хладонами.

Хладони мають високу щільність як у рідкому, так і в газоподібному стані, що забезпечує створення струменя й проникнення краплин у полум'я, а також утримання пари навколо осередку горіння. Низька температура замерзання робить можливим їх використання за низьких температур. Хладони характеризуються також гарними діелектричними властивостями, тому їх можна застосовувати для гасіння пожеж в електрообладнанні, що перебуває під напругою.

Для гасіння пожежі хладон 114 В2 подається в приміщення в розпиленому стані. Інгібітор ефективно гальмує реакцію горіння (гасіння полум'я досягається вже при концентрації близько 2 %). Має помірну токсичність.

Поряд з позитивними якостями пожежогасні суміші на основі хладонів мають значний недолік — вони чинять отруйну дію на організм людини. Ця дія проявляється як слабка наркотична отрута. Продукти термічного розкладу хладонів мають досить високий ступінь токсичності. Отруйна дія на організм людини проявляється тоді, коли ці продукти потрапляють на шкіру або людина вдихає їх. Зменшення отруйності середовища залежить від того, наскільки швидко буде ліквідовано осередок горіння.

Згідно з вимогами техніки безпеки до початку подачі хладону в осередок пожежі слід забезпечити евакуацію людей із приміщення,



що горить. Особи, які беруть участь у гасінні пожежі, можуть заходити в приміщення тільки в спеціальних засобах захисту органів дихання. Транспортування хладону до місця гасіння пожежі здійснюють по трубах за допомогою стисненого повітря або азоту.

### Характеристика порошкових засобів пожежогасіння

Для гасіння пожеж, які неможливо погасити за допомогою води або інших вогнегасних засобів, використовують вогнегасні порошки. Їх застосовують для ліквідації горіння твердих, рідких та газоподібних речовин.

Вогнегасні порошки — це подрібнені мінеральні солі з різними добавками, які запобігають грудкоутворенню й злежуванню. Їх використовують як різні способи пожежогасіння та для попередження вибухів. Найважливіші експлуатаційні властивості вогнегасних порошків — текучість, стійкість проти злежування, грудкоутворення, зволоження та ін.

Порошки мають високу вогнегасну здатність, тому широко застосовуються в практиці вогнегасіння. Вогнегасний ефект порошків полягає в хімічному гальмуванні реакції горіння, утворенні на поверхні речовини, що горить, ізолюючої плівки та хмари порошку, яка має властивість виштовхувати кисень із зони горіння, а також у механічному збиванні полум'я твердими частинками.

Недоліком порошків є здатність до злежування, що ускладнює їх тривале зберігання.

Розрізняють порошки загального й спеціального призначення.

Порошки загального призначення використовуються для гасіння звичайних органічних горючих матеріалів шляхом створення хмари з порошку, яка огортає осередок пожежі. До порошків загального призначення належить порошок ПСБ-3 (на карбонатнатрієвій основі), П2-АП, П-2АПМ (на основі амофосу). На основі фосфоро-амонійних солей виготовляють порошки Пірант-А, Пірант-АН, Пірант-АК, які застосовуються для гасіння тліючих і твердих горючих матеріалів, горючих рідин, газів, електроустановок.



Для об'ємного гасіння використовується порошок П-УАП, який гасить горючі гази, рідини, тліючі матеріали в закритих об'ємах. Для припинення горіння необхідно протягом декількох секунд створити в зоні горіння таку концентрацію порошку, яка б забезпечила швидку ліквідацію активних центрів реакції горіння. Це досягається шляхом подавання порошку з необхідною інтенсивністю в осередок пожежі та рівномірного його розподілу по всій зоні горіння.

Порошки спеціального призначення використовуються для гасіння горючих речовин і матеріалів (наприклад, деяких металів), припинення горіння яких досягається шляхом ізоляції горючої поверхні від навколишнього повітря.

Для гасіння лужних металів застосовують порошок К-30. Необхідною умовою припинення горіння під час гасіння цим порошком є покриття поверхні, що горить, шаром вогнегасного порошку певної товщини.

До складу порошоків в основному входять бікарбонат натрію, стеаринокислі сполуки калію, цинку, магнію, графіт, амофос з апатитового концентрату, фосфати, тальк, стеарати важких металів, силіконові рідини, хімічно чиста крейда, полімерні смоли та інші речовини й сполуки.

Вогнегасні властивості порошоків загального призначення підвищуються зі збільшенням їх дисперсності, а у порошоків спеціального призначення вони практично майже не залежать від цього показника.

Найбільш поширені порошки — на основі бікарбонату натрію. Вони стійкіші за інші порошки до злежування, характеризуються добрими експлуатаційними властивостями. Для гасіння тліючих матеріалів використовуються порошки на основі фосфорно-амонійних солей.

Ефект вогнегасної дії порошоків полягає в розбавленні горючого середовища газоподібними продуктами розкладу порошку чи безпосередньо порошковою хмарою, охолодженні зони горіння за рахунок втрати теплоти на нагрівання частинок порошку, інгібуванні хімічної реакції, що зумовлює розвиток процесів горіння.



Для покращення вогнегасних властивостей, зокрема текучості та стійкості при зберіганні, у порошок вводять різні добавки.

Майже всі описані вогнегасні речовини характеризуються комплексною дією на процес горіння. Вони охолоджують, ізолюють та знижують концентрацію речовини, що горять. Однак для кожної вогнегасної речовини існує своя домінуюча властивість: для води — охолодження, для піни — ізоляція осередку горіння, для порошку — гальмування реакції горіння, для двооксиду вуглецю — розбавлення парогазоповітряної суміші та газів з повітрям, для галогеновмісних вуглеводів — інгібування.

Отже, припинення горіння досягається одним із вказаних способів, у той час як інші способи можуть тільки сприяти його припиненню. Вибір того чи іншого способу пожежогасіння визначається співвідношенням властивостей вогнегасних речовин та тих матеріалів, що горять.

#### Первинні засоби гасіння пожежі

Для боротьби з виявленими осередками горіння до прибуття пожежних команд використовують первинні засоби пожежогасіння.

До первинних засобів гасіння пожеж належать вогнегасники, пожежні крани, річкові насоси, бочки з водою, лопати, ломы, сокири, гаки, ящики з піском, азбестові полотнища, повстяні мати, пилки, багри та інший пожежний інвентар.

Первинні засоби пожежогасіння розміщують на пожежних щитах, які встановлюються на території об'єкта з розрахунку один щит на площу до 5 000 м<sup>2</sup>. Пожежні щити повинні передбачати захист вогнегасників від потрапляння на них прямих сонячних променів, а також забезпечувати зручний та оперативний доступ до пожежного інвентарю.

Ящики для піску повинні мати місткість 0,5; 1,0 або 3,0 м<sup>2</sup> та бути укомплектованими совковою лопатою. Для запобігання злежуванню піску його періодично розпушують.



Бочки з водою встановлюються у виробничих або складських приміщеннях, де немає протипожежного водопроводу, з розрахунку одна бочка на 250 м<sup>2</sup> площі.

Пожежний щит та інвентар повинні бути пофарбованими в червоний колір, а пожежний інструмент — у чорний.

### Вогнегасники

Серед первинних засобів пожежогасіння найважливіша роль належить вогнегасникам. Для гасіння первинних осередків пожежі використовують вогнегасники різних типів: хімічно-пінні, повітряно-пінні, порошкові, вуглекислотні, хладонові із зарядом вогнегасної речовини на основі галогенізованих вуглеводів та комбіновані із зарядом двох і більше вогнегасних речовин.

Залежно від способу транспортування до місця пожежі вогнегасники поділяються на переносні та пересувні, змонтовані на колесах або візках. Залежно від об'єму вогнегасники бувають малолітражні (до 5 л), ручні (до 10 л), пересувні (понад 10 л). Вогнегасники маркуються буквами, що характеризують вид вогнегасіння, і цифрами, що визначають їх об'єм.

За ефективністю вогнегасіння, економічністю та іншими показниками більш перспективними є порошкові вогнегасники переносні (ОП-1, ОП-2, ОП-9, ОП-10) і пересувні (ОПА-50, ОПЛ-1000). Порошкові вогнегасники застосовують для гасіння загорянь лужних металів (натрію, калію), легкозаймистих і горючих рідин, електроустановок, що перебувають під напругою до 1 000 В, твердих та газоподібних речовин. Порошкові вогнегасники відрізняються між собою лише складом порошку й пристроєм для його подачі. Вид матеріалів та речовин, горіння яких можна гасити, залежить від типу порошку.

Найбільш поширені хімічно-пінні вогнегасники (ОХП-10), призначені для гасіння горючих рідин за винятком речовин, які здатні при взаємодії з хімічною піною вибухати або горіти, та твердих горючих матеріалів. Ці вогнегасники не можна використовувати для

гасіння лужних металів і пожеж в електроустановках під напругою. Вогнегасник являє собою сталевий балон з чавунною кришкою і горловиною, що має отвір для виходу піни й ручку для перенесення. Для приведення вогнегасника в дію повертають ручку запірною пристроєм на 180°, перевертають вогнегасник горловиною донизу (це сприяє змішуванню кислотної і лужної частин заряду, унаслідок чого відбувається хімічна реакція з виділенням вуглекислого газу та утворенням піни), а сприск спрямовують в осередок загоряння. Тиск у корпусі вогнегасника підвищується й піна через сприск викидається назовні. Час дії вогнегасника становить до 70 секунд, довжина струменя — 6–8 м, кількість піни — 40–55 л, стійкість піни — до 40 хв.

Повітряно-пінні вогнегасники бувають переносні й стаціонарні. Зарядом до них є 6%-ий водний розчин піноутворювача. Тиск у корпусі вогнегасника створюється стисненим вуглекислим газом, що міститься в спеціальних балонах усередині або ззовні вогнегасника. Повітряно-механічна піна утворюється в патрубку, де розчин, виходячи з корпусу, змішується з повітрям. Кратність піни — 50–70, довжина струменя — 3–6 м. Ці вогнегасники використовуються для гасіння загорянь різноманітних речовин і матеріалів (твердих та рідких речовин), за винятком лужних металів і речовин, що горять без доступу повітря, а також електроустановок, які горять під напругою.

Вуглекислотні вогнегасники в ручному й транспортному варіантах мають майже однакову будову й відрізняються один від одного лише розмірами. Застосовуються вуглекислотні вогнегасники для гасіння загорянь на машинах, автомобілях і для невеликих об'ємів нафтопродуктів. Вони використовуються також для гасіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В. Корпус вогнегасника являє собою балон із сталі місткістю 2,5...8 л з ручним приводом. У корпусі міститься вуглекислий газ у рідкому стані під тиском 6 мПа (ручні вогнегасники) і 15 мПа (переносні). Для отримання твердого вуглецю вогнегасники обладнують спеціальними патрубками. У горловині балону змонтовано спеціальний пусковий



пристрій із сифонною трубкою. Вогнегасник приводиться в дію за допомогою вентиляного або пістолетного пристрою. Виходячи з балону назовні, зріджений двооксид вуглецю перетворюється на снігоподібну масу. Щільність отриманої снігоподібної вуглекислоти становить  $1,5 \text{ г/см}^3$  за температури  $-80 \text{ }^\circ\text{C}$ . Діяти вогнегасник може на відстані  $1,5\text{--}2 \text{ м}$  протягом  $20\text{--}60$  секунд. Масу заряду вуглекислоти в балонах перевіряють з точністю до  $0,1 \text{ кг}$  не рідше одного разу на рік. Ручні вуглекислотні вогнегасники забороняється тримати в горизонтальному положенні й перевертати догори дном.

Вогнегасники розміщують у місцях, де виключається пряме попадання сонячного проміння і безпосередній вплив опалювальних та нагрівальних приладів. Їх встановлюють у коридорах, біля входів або виходів з приміщень, у пожежонебезпечних місцях або безпосередньо на технологічному обладнанні, транспортних засобах.

Вогнегасники повинні мати інвентарні номери, пломби на пристроях ручного пуску, маркування та бірки на корпусі, червоне пофарбування згідно з державним стандартом.

Вибір типу переносного чи пересувного вогнегасника визначається розмірами можливих осередків пожеж. При значних масштабах потенційної пожежної небезпеки використовують пересувні вогнегасники.

Для гасіння значних осередків горіння, коли застосування вогнегасників є недоцільним, на підприємствах повинні бути передбачені інші ефективні засоби пожежогасіння.

#### 4.5.6. Протипожежне водопостачання

Система протипожежного водопостачання — це комплекс інженерно-технічних пристроїв, що виконують важливу роль у забезпеченні пожежної безпеки.

Під протипожежним слід розуміти таке водопостачання, коли вода подається цілодобово і в такій кількості, яка необхідна для гасіння пожежі зовні та всередині промислових приміщень і споруд.

Протипожежне водопостачання здійснюється в основному від водопроводів, а також з природних або штучних водойм за допомогою автонасосів, мотопомп та ручних насосів.

Водопроводи бувають господарсько-протипожежними, виробничо-протипожежними та просто протипожежними (коли об'єднання їх з іншими водопроводами є економічно недоцільним).

Виробничо-протипожежні водопроводи влаштовують у всіх цехах і на об'єктах, де необхідно забезпечувати водою виробничі й господарсько-питні потреби. У деяких випадках допускається зберігання пожежного об'єму води у спеціальних резервуарах чи відкритих водоймах. Загальна продуктивність виробничо-протипожежного водопроводу визначається з урахуванням господарсько-питних, виробничих, протипожежних, санітарних та інших потреб за відповідними нормами витрат води на кожні потреби. Протипожежні потреби складаються з розрахункових витрат води на зовнішнє пожежогасіння через гідрант і внутрішнє пожежогасіння через пожежні крани, спринклерні, дренчерні та інші пожежогасні системи та установки.

Водопроводи бувають двох типів: високого і низького тиску. У водопроводі високого тиску напір, необхідний для гасіння пожежі безпосередньо від гідрантів, створюється стаціонарними пожежними насосами, встановленими в насосних станціях. У водопроводі низького тиску для гасіння пожежі напір створюється пересувними пожежними насосами (мотопомпами, автонасосами).

Основні вимоги до водопроводів протипожежного призначення наведено в БНіП 3.05.04-85, БНіП 3.05.02-85 та інших нормативних документах, де визначені умови, за яких влаштування водопроводів протипожежного призначення в будівлях є обов'язковим. У виробничих будівлях вони необхідні в усіх випадках, за винятком виробничих будівель I і II ступенів вогнестійкості з виробничими категоріями Г і Д за пожежною безпекою незалежно від їх об'єму і будівель III ступеня вогнестійкості тієї самої пожежної небезпеки, але за умови, що об'єм не перевищує  $1000 \text{ м}^3$ .



Витрати води на зовнішнє гасіння пожеж залежать від вогнестійкості приміщень та їх окремих конструктивних елементів, ступеня пожежної небезпечності виробництва та об'єму приміщень та споруд.

У виробничих приміщеннях крани розташовують у доступних та добре помітних місцях (біля входу, у сходових клітках, коридорах). Розрахункові витрати води на роботу внутрішніх пожежних кранів беруть, виходячи з умови подачі води на кожний струмінь. Продуктивність одного струменя повинна становити не менш як 2,5 л / с. Тривалість гасіння пожежі в розрахунках — три години.

Кожний пожежний кран встановлюють на трубопроводах діаметром не менше діаметра крана на висоті 1,35 м від рівня підлоги. Крани забезпечуються пожежними рукавами однакового з ним діаметра довжиною 10 чи 20 м, пожежним стовбуром і розміщуються в спеціальних шафах, на дверцятах яких стоїть позначка ПК з номером. Відстань між внутрішніми кранами залежить від довжини пожежного крана, дальності струменя води, кількості необхідних пожежних струменів і розміщення технологічного обладнання. Розміщення пожежних кранів повинно бути таким, що гарантує зрошення кожної точки приміщення.

Водопровідна мережа на території підприємства обладнується пожежними гідрантами, від яких забирається вода для внутрішнього гасіння. Зовнішня водопровідна мережа на території підприємства облаштовується, як правило, за кільцевою системою, яка дозволяє у випадку аварії гідранта з одного боку магістралі подавати воду з іншого. До цехів та приміщень, які розташовані окремо, прокладають тунельні водопровідні лінії.

Для забору води на зовнішнє гасіння пожежі встановлюють підземні або надземні гідранти.

Пожежні гідранти на території підприємства прокладають уздовж доріг та проїздів на відстані не більш як 100 м один від одного, не далі як за 5 м від стін виробничого приміщення й поблизу пере-



хрестя доріг. При встановленні гідрантів поза проїжджою частиною їх розташовують не далі як за 2 м від її краю. На стіні будівлі, де розміщено гідрант, роблять знак, який освітлюють у нічну пору. Протипожежний трубопровід має забезпечувати тиск не менш як 4 ат. і не більше як 10 ат. при втраті води не менш як 5 л/с.

Для надання струменю води необхідного напрямку, збільшення дальності дії і розпилення використовують ручні й лафетні стовбури. Дальність струменя води залежить від параметрів стовбура й тиску. Лафетні стовбури призначені для отримання потужних водяних струменів. Вони мають опорну штангу або платформу. Живлення лафетних стовбурів здійснюється з 2–4 пожежних рукавів. Для надання струменю дальності й циліндричної форми служать насадки на стовбур, а для отримання конуса дрібнорозпиленої води — спринкери різних конструкцій.

Якщо від вододжерел або від міського водопроводу неможливо дістати необхідну кількість води для гасіння пожежі, тоді будують утеплені запасні резервуари, що містять недоторканий протипожежний запас води.

Запас чистої води в резервуарах обчислюється за її максимальною витратою для зовнішнього й внутрішнього пожежогасіння протягом 3 годин.

Максимальний термін відновлення недоторканного протипожежного запасу води на підприємствах з виробництвами категорії А, Б і В — 24 год, а на підприємствах категорії Г і Д — 36 год.

### Безнапірне протипожежне водопостачання

Для пожежогасіння за умов відсутності на підприємстві водопроводів використовують природні поверхневі водні джерела — річки, озера, ставки або підземні води. При відсутності природних джерел пожежогасіння влаштовують штучні водойми.

Штучні водойми для потреб пожежогасіння можуть облаштовуватися відкритими (водойми-копанки) і закритими (водойми-резервуари).





Рівень води у відкритих водоймах-копанках не повинен знижуватися більш як на 3...5 см за добу. Облаштовуючи їх, враховують якість ґрунтів. Кращими ґрунтами для копанок вважається глина, глей та суцільні суглинки, оскільки вони мають значну водонепроникність і не вимагають додаткового облицювання. Піщані й супіщані ґрунти легко піддаються розробці, але вимагають обов'язкового облаштування гідроізоляційного дна та відкосів.

Такі водойми рекомендується будувати у вигляді котлованів прямокутної чи квадратної форми в плані глибиною 2,5–3 м з відкосами, що мають закладку 1:1,5 і 1:2. При цьому чим слабкіший ґрунт, тим більш пологими мають бути відкоси.

Водойми облицюють бетонними плитами, кам'яною кладкою, асфальтобетоном або обмазують глиною. Найпростіші способи гідроізоляції — кольматація, солонцювання, вапнування й бітумування.

Найкращими видами гідроізоляції вважають асфальтобетонну й бетонну. Найбільш економічною і простою у виконанні є кольматація, найдовговічнішим вважається бетонне облицювання та облицювання з каменю.

При безводопровідному водопостачанні вода подається до місця пожежі пересувними пожежними насосами, автонасосами, автоцистернами, мотопомпами, ручними насосами й т. ін.

Водойми влаштовують у районах найбільшої пожежної небезпеки об'єктів на відстані 10 м від будівель I і II ступенів вогнестійкості, 20 м від будівель III, IV і V ступенів вогнестійкості. У зимову пору водойми-копанки, що замерзають, потрібно утеплювати.

Для встановлення пожежних автомобілів під час забору води з відкритих джерел слід облаштовувати майданчики з твердим покриттям. Під'їзди до них повинні мати ширину 3,5–4,5 м, а майданчики для розвороту пожежних машин — 12×12 м<sup>2</sup>.

Біля місця розташування пожежних водойм встановлюють покажчики із цифровими значеннями запасу води та кількості пожежних машин, які можуть одночасно здійснювати її забір. Запас води, витрачений під час гасіння пожежі, повинен поновлюватися.



#### 4.5.7. Стационарні засоби гасіння пожеж

У тих виробничих приміщеннях, де горіння може швидко поширюватися, ефективність внутрішніх пожежних кранів знижується. Тому для гасіння або локалізації пожежі на таких підприємствах застосовують автоматичні установки пожежогасіння.

Під автоматичною установкою пожежогасіння слід розуміти сукупність технічних засобів, які облаштовують на об'єкті для гасіння пожежі за рахунок випускання вогнегасної речовини в автоматичному режимі.

Для протипожежного захисту використовують різні стационарні установки. Ці установки класифікуються за їх призначенням, принципом дії, режимом роботи, видом вогнегасної речовини, способом її подавання в осередок вогню й т. ін.

Установки для попередження пожеж призначені для введення в небезпечну зону вогнегасних речовин або зміни режиму роботи технологічного обладнання, щоб запобігти виникненню вибуху й загоряння.

Установки для гасіння пожеж призначені для повної ліквідації осередків горіння вогнегасною речовиною або створення умов, за яких горіння припиняється.

Установки локалізації пожеж призначені для обмеження осередку горіння під дією вогнегасних речовин до прибуття підрозділів пожежної охорони та аварійно-рятувальних служб підприємства.

Установки блокування пожеж призначені для захисту об'єктів від небезпечної дії високих температур, які виникають при пожежі, наприклад, для захисту технологічних установок, що містять легкозаймисті рідини й горючі гази та ін. Такі установки забезпечують охолодження, завіси, не допускають розповсюдження вогню на інші об'єкти, виключають теплову дію на технологічне обладнання, що розміщене поруч. У таких установках, як правило, використовують розпилену вводу і рідше — піну чи порошкові засоби.

За принципом гасіння пожежні установки поділяються на такі типи:



- установки гасіння по площі (використовують воду, піну, порошки);
- установки об'ємного гасіння (у цих установках вогнегасними засобами є діоксид вуглецю, галогеноподібні та інертні гази, пара, піна високої кратності);
- установки локального гасіння (такі установки застосовують у разі нерівномірного розподілу горючих матеріалів і неоднакової імовірності загоряння; у них використовують вогнегасні засоби будь-якого типу);
- установки блокуючої дії, описані вище.

Тривалість роботи установок локалізації пожеж і блокування об'єктів від пожежі визначається часом, необхідним для ліквідації аварії і розгортання підрозділів пожежної охорони.

За тривалістю пуску пожежні установки поділяються на надшвидкодіючі (тривалість пуску до 0,1 с); швидкодіючі (тривалість пуску 0,1–0,3 с); середньоінерційні (3–30 с); інерційні (понад 0,5 хв.).

За тривалістю гасіння пожежні установки можуть бути короткочасної дії (до 15 хв.), середньої тривалості (до 30) і тривалої дії (понад 30 хв.).

### Установки водного гасіння пожеж

Установки водного гасіння є досить розповсюдженими й дешевими засобами протипожежного захисту підприємств. Найбільше розповсюджені спринклерні та дренчерні установки водного пожежогасіння.

За обліковими даними, у будівлях, обладнаних цими установками, 96 % пожеж було погашено до прибуття пожежних підрозділів.

Обладнанню спринклерними й дренчерними установками підлягають деревообробні цехи площею понад 2000 м<sup>2</sup>, склади горючих матеріалів площею 700 м<sup>2</sup>, а склади целулоїду, кіноплівки й цехи із сировиною для їх виготовлення обладнуються цими установками незалежно від їх площі.

Автоматична спринклерна установка являє собою мережу водопровідних труб, розміщених під перекриттям приміщення. Мережа водопровідних труб обладнується так званими спринклерними го-



ловками, які вкручуються на відстані 2,5–3 м одна від одної за умови зрошення одним спринклером 9–12 м<sup>2</sup> площі підлоги. За відсутності пожежі отвори в спринклерних головках, через які надходить вода, закриті легкоплавкими замками. Спринклерні установки проєктуються для приміщень, висота яких не перевищує 20 м.

Замки спринклерних установок виготовляють з легкоплавких сплавів, що мають температуру плавлення 72–93 °С або 141–182 °С. Температура, при якій руйнується замок, має бути на 30–40 °С вищою за нормальну температуру приміщення. При підвищенні температури замок розплавляється, спринклерна головка розкривається й осередок пожежі зрошується водою.

Важливою складовою спринклерної установки є контрольно-сигнальний клапан. Якщо при пожежі відкривається спринклерний замок, клапан спрацьовує і подає сигнал тривоги.

Для захисту від пожежі неопалюваних приміщень облаштовують спринклерні установки з повітряною системою, у яких водопровідні труби заповнені не водою, а стисненим повітрям з використанням повітряного клапана замість водяного.

Під час пожежі при руйнуванні спринклерного замка з повітряної системи раніше виходить повітря й лише після цього система починає наповнюватися водою.

Крім описаних вище, облаштовують змішані установки, які поєднують водяну й повітряну системи та обслуговуються двома контрольно-сигнальними клапанами: водяним і повітряним, які встановлено послідовно один за одним. Така установка дозволяє тримати всю мережу влітку під водою, а взимку — під стисненим повітрям.

При пожежах у спринклерних установках відкриваються лише ті головки, які перебувають у зоні високої температури; крім того, вони мають досить високу інерційність — відкриваються через 2–3 хвилини з моменту підвищення температури в приміщенні. Іноді така інертність недопустима — коли необхідно подати воду відразу на всю площу приміщення. У цих випадках використовують дренчерні установки.



Дренчерні установки відрізняються від спринклерних тим, що їхні головки не мають легкоплавких замків і постійно відкриті, тому дренчерна система є сухотрубною і вода в неї надходить після відкриття водопуска на магістральному трубопроводі.

У звичайних умовах надходження води в мережу блокує клапан групової дії. Клапан відкривається автоматично чи вручну, при цьому також подається сигнал тривоги. Вода в дренчерну систему надходить під тиском у момент пожежної небезпеки, а по закінченні пожежних робіт виливається із системи через спускний вентиль.

Обладнують дренчерні установки для захисту поверхонь стін, вікон, дверей, для створення локальних і блокуючих водяних завіс, для зрошення елементів технологічного обладнання всередині будівель з високою пожежною небезпекою, де можливе швидке розповсюдження вогню.

Спринклерні й дренчерні установки завжди повинні бути готовими до гасіння пожеж. Керівник об'єкта своїм наказом призначає особу, яка відповідає за справність спринклерних і дренчерних установок. Відповідальна особа раз на тиждень перевіряє стан і роботу всього обладнання, а контрольно-сигнальну апаратуру — щоденно до початку зміни.

Добавка у воду поверхнево-активних речовин підвищує вогнегасні властивості води майже вдвічі. Установки гасіння пожеж водою з поверхнево-активними добавками застосовують для гасіння пожеж твердих горючих речовин, що мають погану змочуваність поверхні (бавовна, деревина, сажа та ін.).

### Установки пінного гасіння пожеж

Установки пінного пожежогасіння використовуються для протипожежного захисту об'єктів хімічної та нафтової промисловості, де у виробничому циклі задіяні легкозаймисті та горючі рідини.

Спринклерні пінні установки щодо облаштування схожі на спринклерні водяні установки й застосовуються для місцевого гасіння або локалізації пожежі. Вони включаються автоматично при від-

криванні (плавленні) замка, конструкція якого суттєво відрізняється від конструкції водяного спринклера.

Спринклерна пінна установка має автоматичне та основне джерело піни. Автоматичне джерело піни постійно підтримує необхідний напір води, що забезпечує безперерйну роботу спринклерної пінної установки відразу ж після відкриття пінного спринклера.

Спринклерні пінні установки можуть бути з заповненими трубопроводами (у теплих приміщеннях), сухотрубними (у холодних приміщеннях) і змішаними, якщо температура протягом 8 місяців на рік перебуває в межах 4 °С. Ці установки мають аналогічні з водяними контрольно-сигнальні вузли та автоматичні дозатори для введення в потік води відповідної кількості піноутворювача.

Дренчерні пінні установки використовують для захисту таких об'єктів, де пожежі можуть швидко розповсюджуватися на значну площу і де потрібне зрошення повітряно-механічною піною розрахункових площ, окремих частин будівель або всієї площі об'єкту.

Дренчерні пінні установки об'ємного гасіння обладнують генераторами, що забезпечують утворення повітряно-механічної піни високої кратності. При виникненні пожежі спрацьовує пожежний оповісник, який запускає контрольно-пусковий вузол для пуску водного розчину піноутворювача в генератори піни.

Піноутворювач (5 %-ва концентрація) подається у воду дозатором, який забезпечує автоматичне регулювання подачі піноутворювача залежно від режиму витрати води в установці.

Дренчерні пінні установки можуть бути із заповненими трубопроводами й сухотрубними в холодних приміщеннях. Вони розраховуються, виходячи з умов пожежного захисту відповідної площі або об'єму об'єкта.

Там, де горючі матеріали розміщені нерівномірно та існує імовірність їх спалахування, облаштовують швидкодіючі автоматичні установки локальної дії, які обмежують і гасять пожежу тільки в межах протипожежного відсіку.



При виникненні пожежі оповісник автоматично вмикає запірно-пусковим пристроєм подачу розчину піноутворювача в генератори, де утворюється піна для гасіння.

Ємності для зберігання піноутворювача передбачаються на тих об'єктах, де облаштовані установки водопінного гасіння пожеж великої продуктивності (наприклад, на підприємствах нафтопереробної промисловості).

### Установки газового пожежогасіння

Автоматичні установки газового пожежогасіння поділяються на установки об'ємного пожежогасіння; установки для гасіння пожежі в локальному об'ємі; установки для гасіння пожежі на частині площі об'єкта, що потребує захисту.

В автоматичних установках газового гасіння вогнегасним засобом можуть бути діоксид вуглецю та інші інертні речовини-розбавлювачі (аргон, водяна пара, азот), хладони, комбіновані засоби на основі хладонів.

За допомогою газових вогнегасних засобів можна гасити пожежі різними способами: об'ємним, місцевим і комбінованим. Автоматичні засоби гасіння пожеж газовими вогнегасними речовинами мають такі переваги, як швидке заповнення газами всього об'єму приміщення будь-якої конфігурації, швидкість гасіння, флегматизація і т. ін.

Установки об'ємного газового гасіння можуть швидко заповнювати приміщення газовими засобами й створювати в ньому необхідну концентрацію середовища, за якої припиняється горіння. Об'ємне гасіння газовими засобами застосовують у приміщеннях з обмеженою площею прорізів.

Місьцеве або локальне гасіння за допомогою газових вогнегасних засобів застосовують у тих випадках, коли однозначно можна визначити місце виникнення пожежі та її розміри (наприклад, пожежі горючих рідин у відсіках).

Комбіноване гасіння за допомогою газових вогнегасних засобів застосовують у тих випадках, коли необхідно ввімкнути пристрої



для обмеження отворів, через які відбувається витік вогнегасних газових речовин.

Найбільше розповсюджені балонні установки газового гасіння з пневматичним, механічним, пневмомеханічним та електричним включенням.

Кожна установка залежно від об'єму приміщення, що потребує захисту, визначається розрахунковим методом. Крупнобалонні установки газового гасіння мають балони ємністю 200 і 4000 л; вони застосовуються для пожежного захисту крупних об'єктів.

Для гасіння легкозаймистих рідин парою на основі хладонів в установках основним вузлом є резервуар для вогнегасного засобу, який під тиском по трубопроводах через спеціальні зрощувачі подається в осередок пожежі. Включення установок може бути ручне або автоматичне (через спрацювання пожежних оповісників).

В установках гасіння пожеж за допомогою газових вогнегасних речовин використовується запірно-пускова, розподільча й запобіжна арматура.

Для підвищення ефекту протипожежного захисту установки газового пожежогасіння обладнують різними пристроями. Такі установки дістали назву комбінованих.

Комбіновані установки газового гасіння можуть мати пристрої для водяного охолодження, сигналізацію про пожежу, пристрої для автоматичного закривання дверних і віконних отворів, обладнання для виключення системи вентиляції і т. ін.

Установки для гасіння пожежі інертним газом у поєднанні з дрібнорозпиленою водою використовують для автоматичного протипожежного захисту великих компресорних станцій. Ці установки забезпечені автоматичною системою виявлення небезпечних концентрацій газу в пробах повітря, які відбираються в окремих точках приміщення. Коли в повітрі виявлено недопустиму концентрацію газу, автоматично включається світлова й звукова сигналізація та аварійне блокування станції.



У разі виникнення пожежі відключаються всі двигуни й вентилятори, закриваються всі двері й засувки, відкривається запобіжний клапан і вміст стаціонарної системи пожежогасіння випускається в приміщення, яке заповнюється інертним газом і дрібнорозпиленою водою.

Установки аерозольного гасіння пожеж парами хладонів застосовуються для об'ємного гасіння. Такі установки можуть бути стаціонарними й пересувними, з ручним або автоматичним включенням та використанням пожежних датчиків.

#### Установки порошкового пожежогасіння

Для гасіння пожеж порошковими засобами застосовують стаціонарні і пересувні установки з ручним, дистанційним або автоматичним включенням.

Стаціонарні установки порошкового гасіння монтують у виробничих будівлях, спорудах, на технологічному обладнанні та апаратах. При виникненні пожежі в них спрацьовують пожежні датчики, які реагують на дим, тепло, світло й т. ін.

Порошкові установки здатні створювати щільну порошоківу завісу над вогнищем пожежі.

Пересувні порошкові установки розміщують переважно в кузові автомашини або на платформі причепа. Заряд такої установки має вагу до 1,5 т. Для нормальної роботи установки передбачено два балони зі стисненим газом (повітрям або азотом). Порошковий вогнегасний засіб подається в осередок горіння стовбуром-пістолетом, який має запірний пристрій для вмикання і вимикання подачі порошку.

Установку гасіння обладнують головками, запірними кранами для вмикання й вимикання подачі порошкових засобів і перемикачами для подачі стисненого повітря в рукавні лінії при їх продувці після припинення роботи установки.

Найбільшого розповсюдження набули установки, що мають 750 л порошкового вогнегасного заряду та модульні порошкові установки ОПА-50, ОПА-100 і УАПП.



Для визначення типу автоматичної установки пожежогасіння враховуються конкретні умови виробництва, чинники, що можуть спричинити загоряння, та склад вогнегасної речовини, здатної його погасити.

#### 4.5.8. Евакуація людей

Щодо будівель і споруд будь-якого призначення найважливішою вимогою є забезпечення найбільш сприятливих умов для евакуації людей у випадку виникнення пожежної небезпеки.

Евакуація — це вимушений рух людей із зони можливого впливу небезпечних чинників пожежі.

Під час пожежі найбільш небезпечними чинниками є такі:

- наявність критичної для людини температури — 60 °С;
- критичний вміст кисню в атмосфері (менше 14 %);
- концентрація вуглекислого газу до критичних величин;
- досягнення межі вогнестійкості будівельних конструкцій;
- незадовільна видимість через значне задимлення.

Зазначені небезпечні чинники зумовлюють необхідність евакуації людей, які знаходяться в будівлі, до досягнення критичних величин. Найменший час досягнення цих критичних величин і є допустимим часом евакуації. Рух людей у таких випадках називається вимушеною евакуацією.

Щоб забезпечити успішну евакуацію людей і матеріальних цінностей у разі пожежі необхідно передбачити:

- створення відповідної довжини й ширини евакуаційних виходів;
- відповідну пропускну здатність дверних отворів запорами, які легко відкриваються;
- необхідну кількість сходових кліток і зовнішніх пожежних драбин;
- відсутність захаращення на евакуаційних виходах, у переходах та коридорах.



Згідно з нормативами евакуаційними виходами є такі, що ведуть:

- з приміщення першого поверху надвір, коридор або у вестибюль чи на сходову клітку;
- з приміщення будь-якого поверху, крім першого, у коридор або перехід, що веде до сходової клітки або безпосередньо на сходову клітку, що має самостійний вихід назовні;
- з приміщення в сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, якщо воно забезпечене виходами, які відповідають вимогам пунктів «а» і «б».

Евакуаційні виходи мають бути розосередженими, а максимальна відстань  $l$  між найбільш віддаленими виходами визначається за формулою:

$$l \geq 1,5\sqrt{P}, \quad (4.31)$$

де  $P$  — периметр приміщення, м.

Безпечна евакуація людей забезпечується завдяки функціонуванню щонайменше двох евакуаційних виходів; потоки людей, що рухаються через них, мають бути прямими й не повинні перетинатися.

При пожежі на процес евакуації значною мірою впливає страх, що виникає внаслідок усвідомлення реальної загрози. Нервово збудження мобілізує фізичні ресурси людини, однак звужує її свідомість, унаслідок чого дії стають неадекватними щодо обставин і виникає панічна реакція.

Процес вимушеної евакуації людей можна класифікувати так: рух людей може бути поодиноким і масовим; неупорядкованим і керованим; вільним й ущільненим.

Коли рух вільний, кожна людина може змінити швидкість і напрям руху, не перешкоджаючи іншим людям. У разі ущільненого руху індивідуальна свобода дій обмежується людьми, що рухаються в потоці.

Люди при вимушеній евакуації повинні покинути приміщення з гарантією повної безпеки, протягом короткого терміну, що назива-

ється часом евакуації. Залежно від часу евакуації рух буває тривалим і короткочасним, нормальним і вимушеним. Нормальний рух відповідає робочому режиму підприємства, а вимушений порушує його (коли будівлю необхідно покинути через пожежу, яка загрожує безпеці людей).

Евакуація людей з будівель відбувається в три етапи:

1. Рух людей від найбільш віддаленої точки приміщення до евакуаційного виходу.
2. Рух людей від евакуаційного виходу з будівлі до виходу назовні.
3. Рух людей від виходу з будівлі й розсіювання їх у міському потоці чи на заводській території.

Найбільш важливим є перший етап евакуації, оскільки на цьому етапі людина перебуває в безпосередній близькості від джерела пожежної небезпеки. Перший етап повинен завершитися в дуже короткий проміжок часу, щоб відвести людей від джерела небезпеки до розвитку пожежі.

Другий етап евакуації може бути більш тривалим, тому що він менш небезпечний.

Тривалість третього етапу евакуації залежить від транспортних і вантажних потоків підприємства.

При розрахунках евакуаційних шляхів враховуються такі параметри: ширина людських потоків, щільність людських потоків, довжина кроку, швидкість руху, пропускна здатність виходів.

Людські потоки бувають одинарними (елементарними), первинними та комплексними. Одинарні потоки в залах формуються в рядах крісел, а у виробничих приміщеннях — між виробничою апаратурою та обладнанням. Одинарні потоки об'єднуються в проходах у первинні потоки. У межах фойє, евакуаційних коридорах первинні потоки об'єднуються в комплексні.

Ширина потоків визначається розмірами евакуаційних шляхів. Експериментально встановлено, що ширина одинарного потоку коливається від 0,62 м до 0,66 м в умовах нормального руху, а в умовах примусового руху — від 0,45 м до 0,5 м.



Ширина евакуаційних виходів (дверей) з приміщення залежить від загальної кількості людей, які будуть здійснювати евакуацію через ці двері, і кількості людей на 1 м ширини виходу.

Люди, що рухаються в одному напрямку, створюють людський потік. Рух людей у потоці характеризується щільністю потоку  $D$ , яка вимірюється в м/люд. (лінійна щільність  $D_\ell$ ) і люд./м<sup>2</sup> (щільність на одиницю площі) еквівалентного шляху — кількістю людей, що припадає на 1 м<sup>2</sup> евакуаційного шляху ( $D_k$ ).

Важливе значення має відносна щільність  $D_0$ :

$$D_0 = \frac{f}{D_\ell \cdot a}, \quad (4.32)$$

де  $a$  — ширина людини, м;  
 $f$  — площа проекції однієї людини,  $f = \pi (a \cdot c) / 4$ ;  
 $c$  — товщина людини, м.

Для обчислення швидкості руху людей суттєве значення має довжина кроку. Середня довжина кроку дорослої людини дорівнює приблизно 0,7 м.

Довжину кроку при щільності менше 0,8 м на людину можна визначити за формулою:

$$\ell_k = D_\ell - 0,1. \quad (4.33)$$

Швидкість руху залежить від ділянки руху: горизонтальна вона чи похила, відбувається рух у проходах чи в прорізах. Швидкість руху залежить від щільності потоку. Зі збільшенням щільності потоку швидкість зменшується. Аналітично швидкість руху можна визначити за формулою:

$$V = n \cdot \ell_k = n (D_\ell - 0,1), \quad (4.34)$$

де  $n$  — число кроків за хвилину — частота руху, м/хв.



Експериментально встановлено, що швидкість руху по горизонталі можна брати 16 м/хв., а при русі по сходах — 8 м/хв.

Пропускна здатність евакуаційних виходів — це добуток питомої потужної здатності виходу і його ширини:

$$Q = \delta \cdot q, \quad (4.35)$$

де  $\delta$  — ширина виходу, м;  
 $q$  — питома пропускна здатність виходу, люд./хв. · м.

Питома пропускна здатність виходу — це кількість людей, які проходять через вихід шириною 1 м за 1 хв. Питома пропускна здатність визначається відношенням ширини людських потоків до ширини виходу:

$$q = f \cdot \delta \cdot D_k \frac{\delta_n}{\delta}, \quad (4.36)$$

де  $\delta_n$  — ширина людського потоку, м.

Якщо щільність потоку вимушеної евакуації менша, ніж горизонтальне значення, тоді пропускна здатність евакуаційних шляхів обчислюється за формулою:

$$Q = V \cdot D_k \cdot \delta_n, \quad (4.37)$$

де  $V$  — швидкість руху людського потоку в прорізі.

При розрахунках для потоків з граничною щільністю припускають, що пропускна здатність для дверей і сходів шириною 1,5 м дорівнює 50 люд./м · хв.; шириною понад 1,5 м — 60 люд./м · хв.

Нормування процесу евакуації людей здійснюється за двома принципами:

- регламентується допустимий час евакуації;
- регламентується розмір шляхів евакуації та евакуаційних виходів.



Перший принцип розповсюджується переважно на громадські споруди місткістю понад 600 чоловік, а другий — на більшість об'єктів масового будівництва. За першим принципом розміри евакуаційних шляхів та виходів визначають шляхом розрахунків, а за другим вони задаються нормами на проектування.

Довжина шляхів евакуації залежить від призначення будівель. За призначенням будівлі поділяються на виробничі, цивільні та сільськогосподарські.

У виробничих будівлях евакуаційні шляхи залежать від їх поверховості та відстані від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу, а також ступеня вогнестійкості будівлі.

У житлових і громадських будівлях нормується відстань від дверей найбільш віддаленого приміщення до евакуаційних виходів.

Сумарна ширина евакуаційних шляхів і виходів визначається з розрахунку не менш як 0,6 м ширини шляхів чи виходів на 100 чоловік та обчислюється за формулою:

$$\sum \delta = 6 \cdot 10^{-3} \cdot N, \quad (4.38)$$

де  $N$  — розрахункова кількість людей з найбільш заселеного поверху; встановлюється залежно від призначення будівлі.

Евакуаційних виходів повинно бути не менше двох. Таке положення приймається на випадок, якщо під час пожежі один вихід стане непридатним для евакуації.

У житлових, секційних будинках і в приміщеннях місткістю до 50 осіб допускається один евакуаційний вихід.

Розмір дверей і сходів встановлюється залежно від ширини потоку. Пропускна здатність дверей шириною 0,9–1,0 м дорівнює 48–52 люд./м · хв.; при ширині 1,35–1,4 м — 58–60 люд./м · хв.; при ширині 1,7–1,8 м — 62 люд./м · хв.

Щоб зберегти ритм руху людей, який був у них на горизонтальних ділянках шляху, необхідно, щоб висота сходових була не меншою за 15 см і не більшою за 18 см.

Найбільший нахил шляхів евакуації людей в будівлях громадського призначення для сходових маршів має бути 1:2, для пандусів усередині — 1:6, для пандусів ззовні — 1:8.

#### Методика розрахунку часу на евакуацію

Визначення часу евакуації людей дозволяє прогнозувати цей процес та передбачати необхідні умови безпеки при проектуванні будівель та споруд, особливо з масовим перебуванням людей.

Розрахунок починають з визначення розрахункового часу евакуації, який надалі буде нормою. Розрахунковий час евакуації  $T_p$  має бути меншим або дорівнювати необхідному часу евакуації  $T_{nb}$ .

$$\tau_p \leq \tau_{nb}. \quad (4.39)$$

Якщо ця умова витримується, то евакуаційні шляхи й виходи сплановано правильно. У протилежному випадку проектне рішення змінюється й розрахунок переглядається.

Розрахунок часу евакуації поділяється на два етапи:

- розрахунок  $\tau_p$  — розрахункового часу евакуації;
- розрахунок  $\tau_{nb}$  — необхідного часу евакуації.

Для проведення відповідних розрахунків необхідно знати об'єм приміщення ( $W$ , м<sup>3</sup>), кількість людей, що перебувають у приміщенні ( $N$ , люд.), категорію виробництва за пожежною та вибуховою небезпекою, схему шляхів евакуації, вид приміщення (промислове, громадське, допоміжне), висоту поверху, площу поверху, ступінь і межу вогнестійкості будівлі, ширину коридорів, проходів, пору року (тепла +10 °С або холодна — нижче +10 °С).

Після визначення необхідного часу евакуації треба переконатися, що  $\tau_p$  і  $\tau_{nb}$  задовольняють вимоги формули. Коли виявиться, що розрахунковий час евакуації  $\tau_p$  більший за необхідний  $\tau_{nb}$ , тоді розрахунковий час слід взяти як необхідний і провести перерахунок шляхів евакуації в будівлі по довжині та ширині.





При розрахунках потрібно враховувати вимоги максимально допустимої довжини шляху залежно від щільності людського потоку. Щільність людського потоку визначається як відношення кількості людей, що пройшли евакуаційним шляхом, до площі цього шляху.

Інтенсивність руху людського потоку — це кількість людей, що проходить через 1 м ширини шляху або проходу за одиницю часу (питома пропускна здатність). Експериментальне значення інтенсивності руху у двірній щілині при щільності потоку 0,9 і більше дорівнює 8,5 м/хв. Вона встановлена для дверей шириною 1,6 м і більше. Для дверей меншої ширини інтенсивність руху визначають за відповідними формулами.

Кількість людей, що підлягають евакуації ( $N$ ), визначається відповідно до кількості працюючих у найбільш завантажену зміну.

Розрахунковий час евакуації людського потоку  $\tau_p$ , хв, визначають як суму часу руху людей на окремих ділянках шляху за формулою:

$$\tau_p = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \dots + \tau_n \quad (4.40)$$

де  $\tau_1$  — час руху людського потоку на початковій ділянці, хв;  
 $\tau_2 \dots \tau_n$  — час руху людського потоку на кожній з наступних ділянок після початкової, хв.

Час руху людського потоку на першій ділянці шляху визначають за формулою:

$$\tau_1 = \frac{l}{V_1}, \quad (4.41)$$

де  $V_1$  — значення швидкості руху людського потоку на горизонтальному шляху першої ділянки, залежить від щільності потоку  $D$ , м/хв.;

$l$  — відстань від найбільш віддаленої людини до найближчого виходу, м.

Щільність людського потоку  $D$  на першій ділянці шляху довжиною  $l_1$  та шириною  $\delta_1$  визначають за формулою:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1}, \quad (4.42)$$

де  $N$  — кількість людей на першій ділянці;  
 $f$  — середня площа горизонтальної проекції людини.

Горизонтальна проекція людини (м<sup>2</sup>/люд.) залежить від пори року. Для дорослої людини в домашньому одязі вона становить 0,100, у зимовому одязі — 0,125, для підлітка — 0,07.

Швидкість руху людського потоку на наступних, після першої, ділянках шляху, розраховують залежно від значення інтенсивності руху  $V_1$  на кожній із цих ділянок, які треба визначити, у тому числі і для дверних прорізів, за формулою:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (4.43)$$

де  $q_1, q_{i-1}$  — значення інтенсивності руху людського потоку на ділянці шляху, що розглядається, і попередня, м/хв.;

$\delta_1, \delta_{i-1}$  — ширина розглянутої та попередньої ділянок шляху, м.

Значення інтенсивності руху людського потоку на першій ділянці шляху  $q_i = q_1$  визначають за значенням щільності людського потоку  $D$  за формулою (4.43).

Якщо значення  $\delta_1$  визначене за формулою, менше або дорівнює значенню  $q_{max}$ , то час руху на ділянках  $i - 1$  шляху визначають за формулою:

$$\tau_1 = \frac{l_i}{V_i}. \quad (4.44)$$



При цьому значення  $V$  для горизонтального шляху допускається 16,5; дверних прорізів — 19,6; сходів униз — 16,0; сходів угору — 11,0 м/хв.

Якщо значення  $q_i$ , визначене за формулою, буде більшим за  $q_{max}$ , тоді ширину  $\delta_i$  даної  $i - 1$  ділянки шляху потрібно збільшити на величину, щоб витримувалася умова:

$$q_i < q_{max}. \quad (4.45)$$

При злитті на початку ділянки двох і більше людських потоків інтенсивність руху визначається за формулою:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (4.46)$$

де  $q_{i-1}$  — інтенсивність руху людських потоків, що злилися на початку ділянки.

Якщо значення  $q_i$ , визначене за формулою, більше за  $q_{max}$ , тоді ширину даної ділянки шляху після злиття потоків треба збільшити.

Визначивши час руху людського потоку по кожній ділянці шляху евакуації, визначають розрахунковий час евакуації  $\tau_p$  з даної виробничої будівлі й порівнюють його з необхідним часом евакуації  $\tau_{нб}$ . Необхідний час евакуації визначають за таблицями, беручи до уваги ступінь вогнестійкості будівель, їхній об'єм, категорію виробництва за вибухопожежною небезпечністю.

#### 4.5.9. Протидимний захист

Протидимний захист забезпечується конструктивними, об'ємнопланувальними та спеціальними технічними рішеннями залежно від призначення будівель та їх поверховості.

Протидимний захист споруд і будівель передбачає такі заходи:

- обмеження розповсюдження продуктів горіння в будівлях та приміщеннях;
- примусове видалення задимленого повітря;
- ізоляція осередків можливого виникнення пожежі.

Для протидимного захисту облаштовують димові люки, які призначені для попередження задимлення суміжних приміщень і зменшення концентрації диму в нижній зоні, де виникла пожежа. Завдяки відкриванню димових люків створюються більш сприятливі умови для евакуації людей з будівлі, яка горить, полегшується робота пожежних гідрантів по гасінню пожежі.

Облаштування димових люків передбачено будівельними нормами та правилами в покриттях стін театрів, а також у безліхтарних будівлях з виробництвами, віднесеними за вибухопожежною небезпечністю до категорій А, Б і В.

Площа поперечного перетину димових люків або шахт в безліхтарних виробничих будівлях становить 0,2 % від площі виробничих приміщень. Перетин димового люка перекривається клапаном. Клапани повинні бути простими щодо облаштування та управління, а також безвідмовними в експлуатації. Вони можуть відкриватися ручним або автоматичним способом.

Димові люки не передбачені в приміщеннях, які мають віконні прорізи, якщо глибина цих приміщень не перевищує 30 м. Нормоване значення площі димових люків для безліхтарних будівель забезпечує незадимленість сусідніх приміщень при пожежі твердих горючих матеріалів на площі близько 10 % площі приміщення.

У випадку пожежі особливу увагу приділяють видаленню диму з приміщень, розташованих у підвальних та цокольних поверхах. Щоб зменшити інтенсивність задимлення й очистити підвальні приміщення від диму, передбачають спеціальні віконні прорізи розміром не менше 0,9x1,2 м на кожні 1000 м<sup>2</sup> площі підвального приміщення.



Значну увагу слід приділяти питанням обмеження розповсюдження диму по вертикальних та горизонтальних комунікаціях будівель. При проходженні різних комунікацій через будівельні конструкції зазори між ними та стінами повинні глухо замуруватися будівельним розчином або мастикою з негорючих матеріалів.

Особливу увагу приділяють протидимному захисту будівель з підвищеною поверховістю (10 поверхів і більше). У таких будівлях облаштовують спеціальні незадимлювані сходові клітки. Основна мета протидимного захисту сходових кліток полягає в їх ізоляції від приміщень різного призначення та підвалів, а також у застосуванні пристроїв для видалення диму зі сходових кліток.

Для облаштування незадимлюваних сходових кліток сходи відділяють від усіх приміщень будівлі глухими димонепроникними стінами з облаштуванням поповерхових виходів у них через зовнішню зону по галереях або балконах.

Для видалення диму з поверхових коридорів передбачається облаштування шахт димовидалення з примусовою витяжкою та клапанами на кожному поверсі. Згідно з вимогами пожежної безпеки поповерхові клапани повинні бути герметичними та надійними в роботі.

Протидимний захист висотних будівель здійснюється за допомогою спеціальних вентиляційних систем. Ці системи автоматично створюють розрідження в зоні пожежі та надлишковий тиск у суміжних приміщеннях, що унеможливує розповсюдження диму за зону пожежі.



## **4.6. Система організаційно-технічних заходів**

### **4.6.1. Організаційно-технічне забезпечення пожежної безпеки**

Забезпечення пожежної безпеки з організаційно-технічної точки зору має включати розробку інструктивних матеріалів, регламентів і норм виконання технологічних процесів, правил поведіння з пожежовибухонебезпечними речовинами й матеріалами і т. ін.

Велике значення щодо забезпечення пожежної безпеки має організація навчання, інструктажу й допуску до роботи персоналу, який обслуговує пожежовибухонебезпечні технологічні процеси.

Забезпечення пожежної безпеки неможливе без належного контролю й нагляду за дотриманням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки.

Кожний об'єкт господарювання, який використовує, переробляє або зберігає вибухонебезпечні речовини й матеріали, повинен розробити заходи щодо організації протиаварійних, газорятувальних робіт та встановити порядок їх виконання в аварійних умовах, а також організувати пожежну охорону при профілактичному та оперативному обслуговуванні дільниць, цехів, підприємств.

Рівень пожежної охорони та порядок профілактичного й оперативного обслуговування об'єктів, необхідність організації підрозділів пожежної охорони та їх чисельність визначається в установленому порядку.

На виробничих об'єктах з метою забезпечення пожежної і вибухової безпеки слід контролювати параметри пожежовибухонебезпеки вихідних речовин, технологічний режим, склад атмосфери виробничих приміщень, технологічне обладнання та електрообладнання.

Контролювати необхідно такі пожежовибухонебезпечні параметри, як температура спалаху, межі спалахування, температурні межі спалаху для горючих і легкозаймистих рідин та ін.

У виробничих приміщеннях, де можливе накопичення викидів, розливання газоподібних і рідких пожежовибухонебезпечних речовин, необхідно безперервно контролювати їх вміст у повітрі.



Технічне опосвідчення й випробування технологічного обладнання з метою виконання вимог вибухобезпеки слід виконувати відповідно до норм і правил Держкомнаглядохоронпраці, а також нормативно-технічної документації для даних процесів.

#### **4.6.2. Обов'язки державних органів щодо забезпечення пожежної безпеки**

Щоб забезпечити необхідний рівень пожежної безпеки, в Україні розроблено чинну законодавчу базу та нормативно-технічну базу з питань пожежної безпеки.

Відповідно до Закону «Про пожежну безпеку» від 20 січня 1994 р. забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я населення України, національного багатства та навколишнього природного середовища.

Правовою основою державної діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, вищезгаданий Закон, постанови Верховної Ради, Укази й розпорядження Президента, декрети, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Пожежна безпека забезпечується стандартами, будівельними нормами, правилами облаштування електроустановок (ПОЕ) та іншими нормативними актами, які регламентують вимоги пожежної безпеки.

Розробку, затвердження та перегляд нормативно-законодавчих актів з питань пожежної безпеки здійснює Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки, а також інші науково-дослідні інститути, проектно-конструкторські установи та навчальні заклади. У 1996 р. в Україні створено Державний реєстр нормативних актів з питань пожежної безпеки (НАПБ). У реєстр включено 360 найменувань документів, які поділяються на загальнодержавні, міжгалузе-



ві, галузеві нормативні акти, державні стандарти з питань пожежної безпеки, нормативні акти міністерств та інших органів виконавчої влади.

Закон «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на всій території держави та регулює відносини державних органів і посадових та приватних осіб у цій галузі незалежно від форм господарювання.

У Законі «Про пожежну безпеку» зазначено, що органи центральної виконавчої влади проводять єдину політику в галузі пожежної безпеки. Вони визначають основні напрями державних міжрегіональних та галузевих заходів і наукових досліджень у сфері пожежної безпеки, розробку та затвердження державних стандартів, норм і правил пожежної безпеки.

Центральні органи виконавчої влади здійснюють координацію робіт щодо створення й випуску пожежної техніки та засобів пожежного захисту. Протипожежний захист вимагає значного матеріально-технічного забезпечення. Випуск найважливіших видів пожежної техніки, обладнання, засобів пожежогасіння та протипожежного захисту включають до державного замовлення.

У межах своєї компетенції органи виконавчої влади організують розробку та впровадження у відповідних галузях та регіонах організаційних та науково-технічних заходів щодо запобігання пожежам та їх гасіння, а також здійснюють забезпечення пожежної безпеки на промислових об'єктах та в населених пунктах.

Центральні органи державної виконавчої влади у сфері пожежної безпеки здійснюють керівництво відповідними науково-дослідними установами та оперативне управління силами та технічними засобами, які залучаються до гасіння великих пожеж.

Для координації та вдосконалення робіт, пов'язаних із забезпеченням пожежної безпеки, в апаратах міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади створено служби пожежної безпеки.



### 4.6.3. Обов'язки посадових осіб та громадян щодо забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека є складовою частиною виробничої діяльності підприємств, установ, організацій, посадових осіб та працівників.

Відповідно до чинного законодавства забезпечення пожежної безпеки підприємств, установ, організацій покладається на їх керівників та уповноважених керівниками осіб.

Керівники підприємств мають визначати обов'язки посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки, призначати наказом відповідальних за пожежну безпеку на окремих дільницях, у структурних підрозділах, відповідальних за експлуатацією технологічного обладнання та інженерного устаткування, а також за утримання в справному стані технічних засобів протипожежного захисту.

Обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту повинні відображатися у відповідних посадових документах, інструкціях, положеннях та ін.

На кожному підприємстві з урахуванням його пожежної небезпеки наказом або інструкцією встановлюється відповідний протипожежний режим, що передбачає визначення та порядок проведення пожежонебезпечних робіт, відключення електрообладнання в разі небезпеки, встановлення місць для куріння, дії працівників в разі пожежі та ін.

Пожежна безпека підприємств має забезпечуватися шляхом розробки й впровадження організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожежі, забезпечення безпеки людей, зниження матеріальних втрат і зменшення негативних наслідків, а у разі виникнення пожежі — створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Відповідальність за прийняття протипожежних заходів в організаціях, підприємствах та установах покладається персонально на їх керівників без права передовіряти її іншим підлеглим особам. Керівники повинні здійснювати загальне керівництво роботою у сфері пожежної безпеки підприємств, установ та організацій.

Керівники організації своїм наказом призначають відповідальних за пожежну безпеку на кожній дільниці. Відповідальні повинні встановити на ввірених їм дільницях необхідний протипожежний режим, організувати вивчення підлеглими правил пожежної безпеки, забезпечити плакатами та інструкціями всі робочі місця. Відповідальні особи повинні володіти інформацією про пожежну небезпеку технологічних процесів і виробництва в цілому, забезпечувати протипожежний режим, слідкувати за своєчасною технічною підготовкою робітників, службовців та інженерно-технічних працівників.

На підприємствах з кількістю працюючих понад 50 чоловік за рішенням трудового колективу створюються пожежно-технічні комісії (ПТК). Робота комісій організовується відповідно до Типового положення про ПТК, затвердженого 27.09.1997 р., № 521. У виняткових випадках її функції може виконувати комісія з охорони праці. Відповідно до Правил пожежної безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт головою ПТК призначається головний інженер, а її членами — головні спеціалісти (головний механік, головний енергетик, головний технолог, інженер з охорони праці та ін.). У сфері пожежної безпеки в профілактичній роботі ПТК має підтримувати постійний зв'язок з місцевими органами державного пожежного нагляду.

Основні функції ПТК полягають у виявленні недоліків та порушень в процесі будівництва чи експлуатації підприємств, які можуть призвести до виникнення пожежі, вибуху або аварії, та розробці заходів щодо усунення цих порушень та недоліків.

Пожежно-технічна комісія не менше 2–4 разів на рік зобов'язана здійснювати детальний огляд усіх будівель та споруд.

ПТК бере активну участь у розробці інструкцій, правил пожежної безпеки для всіх технологічних процесів, об'єктів будівництва, проводить відповідні заходи протипожежного захисту. Усі протипожежні заходи, які розробляє ПТК, оформляються у вигляді акта і є обов'язковими для виконання в установлені строки.



Протипожежні заходи, які намічає ПТК, за характером поділяються на кілька видів: заходи режимного характеру, що не вимагають для виконання спеціальних асигнувань і виконуються в процесі повсякденного функціонування підприємства; заходи, які здійснюються за рахунків поточних витрат підприємства, а також такі, що вимагають для здійснення спеціальних асигнувань, які затверджуються вищим органом.

Кожна робота щодо запланованих протипожежних заходів вважається виконаною лише тоді, коли вона дістала схвалення пожежно-технічної комісії.

ПТК зобов'язана підтримувати зв'язок з пожежною охороною та здійснювати контроль за виконанням приписів Державного пожежного нагляду. Комісія не має права скасовувати або змінювати заходи та терміни їх виконання, запропоновані приписами органів Державного пожежного нагляду.

Важливим завданням ПТК є проведення масово-роз'яснювальної роботи та пропаганди серед працівників підприємства щодо необхідності дотримання протипожежного режиму та виконання правил і вимог пожежної безпеки. Із цією метою члени ПТК читають лекції на протипожежні теми, аналізують протипожежний стан окремих ділянок підприємства, обговорюють питання щодо поліпшення протипожежного стану на виробничих нарадах і загальних зборах працівників підприємства.

Громадяни України, іноземні громадяни та особи без громадянства, які перебувають на території держави, зобов'язані виконувати правила пожежної безпеки, забезпечувати будівлі, які їм належать, первинними засобами пожегогасіння й пожежним інвентарем, дотримуватися обережності під час проведення вогнебезпечних робіт та в поводженні з вогнем. У разі потреби вони повинні повідомити пожежну охорону та вжити відповідних заходів для ліквідації пожежі до прибуття пожежних підрозділів.

Забезпечення пожежної безпеки в жилих приміщеннях державного, громадського або приватного житлового фонду відповідно до чинного законодавства покладається на квартиронаймачів та власників.

#### 4.6.4. Державний пожежний нагляд

Державний пожежний нагляд є спеціальною службою в системі пожежної охорони МНС, який здійснює заходи щодо попередження пожеж у населених пунктах і на об'єктах незалежно від форм власності.

Державний пожежний нагляд (держпожежнагляд) здійснюють голова Управління Державної пожежної охорони (ГУПО — центральний орган Держпожежнагляду), Управління Державної пожежної охорони (області підпорядковані безпосередньо ГУПО), загони й частини Державної пожежної охорони (місцеві органи Держпожежнагляду).

Основним завданням органів Держпожежнагляду є контроль за забезпеченням вимог державних стандартів, протипожежних норм, правил дотримання вимог пожежної безпеки в процесі проектування, будівництва, реконструкції, технічного переоснащення та експлуатації промислових підприємств та інших об'єктів, а також виявлення та усунення причин та умов, які спричиняють виникнення та поширення пожеж та створюють загрозу для життя й здоров'я людей або перешкоджають ліквідації можливих загорянь.

Органи Держпожежнагляду відповідно до покладених на них обов'язків мають:

- розробляти та затверджувати загальнодержавні правила пожежної безпеки, типові документи з питань пожежної безпеки, обов'язкові для всіх підприємств та громадян;
- погоджувати проекти державних і галузевих стандартів, норм, правил технічних умов та інших нормативно-технічних документів, що стосуються пожежної безпеки;
- здійснювати контроль за дотриманням вимог законодавства з питань пожежної безпеки всіма підприємствами, гілками виконавчої влади та громадянами;
- брати участь у державних комісіях з приймання в експлуатацію будівель, споруд та інших об'єктів, а також у відведенні земель під будівництво, давати дозвіл на введення в експлуатацію нових та реконструйованих об'єктів;



- проводити експертизу проектної документації на забудову об'єктів щодо відповідності їх нормативним актам з пожежної безпеки та проводити випробування нових зразків пожежно-небезпечних приладів, обладнання та ін.

Посадовими особами органів Державного пожежного нагляду є державні інспектори з пожежного нагляду. Державні інспектори з пожежного нагляду мають право в будь-який час проводити пожежно-технічне обстеження й перевірку підприємств, одержувати для цього необхідні пояснення, матеріали та відповідну документацію. Під час обстеження перевіряється виконання правил пожежної безпеки, наявність засобів пожежогасіння й пожежної сигналізації. При виявленні недоліків інспектори можуть надсилати керівникам органів державної виконавчої влади, посадовим особам підприємств, а також громадянам обов'язкові для виконання приписи про усунення порушень та недоліків у роботі щодо пожежної безпеки. Приписи є обов'язковими для виконання.

Посадові особи та інспектори пожежного нагляду мають право застосовувати штрафні санкції до підприємств у разі порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки, невиконання приписів посадових осіб органів нагляду.

За порушення вимог пожежної безпеки, використання пожежної техніки та засобів пожежогасіння не за призначенням винні посадові особи притягуються органами Держпожежнагляду до адміністративної відповідальності.

Якщо порушення правил пожежної безпеки мали тяжкі наслідки, винні особи притягуються до кримінальної відповідальності згідно з Кримінальними кодексом, який передбачає виправні роботи строком до 2 років, а в разі наявності людських жертв — позбавлення волі до 8 років.

Відповідно до посадових обов'язків інспектори Державного пожежного нагляду проводять технічне розслідування обставин та причин пожежі, загибелі та травмування людей, знищення та пошкодження матеріальних цінностей.



У разі виявлення порушень правил пожежної безпеки Держпожежнагляд має право припинити або заборонити роботу підприємств, експлуатацію будівель, споруд, виробничих дільниць, агрегатів проведення пожежонебезпечних робіт до усунення виявлених недоліків.

На об'єктах державної та колективної власності Держпожежнагляд контролює стан пожежної безпеки в повному обсязі. На об'єктах приватної власності органи Держпожежнагляду контролюють лише умови безпеки людей на випадок виникнення пожежі, а також вирішення питань пожежної безпеки, що стосуються прав та інтересів інших юридичних осіб та громадян.

Держпожежнагляд очолює начальник ГУПО МНС, який за посадою є головним державним інспектором України з пожежного нагляду. Начальники відділів, загонів і частин Державної пожежної охорони міст, районів є головними державними інспекторами з пожежного нагляду відповідно міст і районів. Інші посадові особи органів Державного пожежного нагляду, які здійснюють контроль за дотриманням вимог пожежної безпеки, є державними інспекторами з пожежного нагляду.

Органи Державного пожежного нагляду у своїй діяльності не залежать від будь-яких інших господарських органів, об'єднань громадян, політичних формувань та органів виконавчої влади. Вони діють відповідно до Закону «Про пожежну безпеку» та Положення про Держпожежнагляд.

#### 4.6.5. Пожежна охорона та організація гасіння пожеж

Для підтримування необхідного рівня пожежної безпеки на об'єктах і в населених пунктах створено пожежну охорону, яка поділяється на державну, відомчу, сільську та добровільну.

Державна пожежна охорона, яка функціонує на базі воєнізованої та професійної пожежної охорони, підпорядковується МНС. Її структуру, функції, обов'язки, види та права визначено в Законі



«Про пожежну безпеку» та Положенні про пожежну охорону, затверджених постановою Кабміну від 06.07.1994 р. № 508. Державна пожежна охорона формується з підрозділів, апаратів управління та допоміжних служб, а також пожежно-технічних закладів і науково-дослідних установ МНС і є одночасно складовою частиною державної системи Цивільної оборони України.

Підрозділи Державної пожежної охорони створюються в населених пунктах, а також на підприємствах та інших об'єктах незалежно від форм власності, які мають особливо важливе значення або власну пожежну небезпеку.

Перелік міст і селищ міського типу, де створюються підрозділи Державної пожежної охорони, раз на рік затверджується МНС за погодженням з Мінфіном та Мінекономіки.

Підрозділи Державної пожежної охорони на об'єктах підвищеної пожежної небезпеки утворюють відомчу пожежну охорону (пожежно-сторожову). Вона створюється на основі договорів, які підприємства укладають з управлінням Державної пожежної охорони, і здійснює свою діяльність згідно з положеннями, погодженими з МНС. Ці підрозділи щодо покладених на них функцій керуються нормативними актами, які діють у Державній пожежній охороні. Підрозділи відомчої пожежної охорони, що мають виїзну пожежну техніку, залучаються до гасіння пожеж у порядку, який встановлюється Державною пожежною охороною.

У населених пунктах, де немає підрозділів Державної пожежної охорони, місцева державна адміністрація створює місцеві пожежні команди.

Матеріально-технічне забезпечення та фінансування місцевих пожежних команд здійснюється за рахунок коштів місцевого бюджету та коштів, які відраховують підприємства, установи та організації, розташовані на території району, у розмірі 0,1 % від основних та оборотних коштів і 3 % коштів, що виділяються на будівництво та ін.



На підприємствах, в установах та організаціях з метою проведення заходів щодо забезпечення пожежної безпеки з працівників можуть створюватися добровільні пожежні дружини (команди ДПД). Положення про ДПД затверджує Кабінет Міністрів.

Забезпечення Державної пожежної охорони спеціальною технікою, обладнанням, спецодягом, засобами зв'язку, засобами індивідуального захисту здійснюється в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів для МНС.

Державна пожежна охорона має відповідну матеріально-технічну базу, до якої належать пожежні депо, основні, спеціальні та допоміжні автомобілі та технічне оснащення.

Фінансове та матеріально-технічне забезпечення пожежної охорони, будівництво її об'єктів і споруд здійснюється за рахунок державного бюджету, а також місцевих бюджетів і коштів, одержаних за договорами від підприємств, що охороняються, та ін.

Особовий склад Державної пожежної охорони поділяється на рядовий та керівний. Пожежники мають формений одяг та відповідні відзнаки. Для гасіння пожеж вони забезпечуються спеціальним одягом, спорядженням і засобами індивідуального захисту.

Під час гасіння пожежі основним бойовим завданням особового складу пожежних підрозділів є рятування людей у разі загрози їхньому життю, ліквідація пожежі в тому обсязі, якого вона набула до моменту прибуття.

Гасіння пожеж пожежна охорона здійснює безкоштовно. Для виклику державної пожежної охорони в автоматичних телефонних мережах встановлюється єдиний номер — 01.

Під час гасіння пожеж працівник пожежної охорони має право на безперешкодний доступ у всі жилі, виробничі та інші приміщення.

Служби пожежної охорони, що залучаються до гасіння пожеж, підпорядковуються керівникові по ліквідації пожежі, який приймає в межах своєї компетенції рішення, обов'язкові для виконання підприємствами, посадовими особами та громадянами.





На кожен пожежу після її ліквідації комісія складає акт не менше як у двох примірниках за формою, затвердженою МНС.

Матеріальні збитки, пов'язані з пошкодженням майна під час гасіння пожежі, пожежна охорона не відшкодовує.

Збитки, завдані порушенням протипожежних норм та вимог, відшкодовуються відповідно до чинного законодавства підприємствами та громадянами, що допустили порушення.

Порядок організації гасіння пожежі та залучення до цього пожежних підрозділів незалежно від їх відомчого підпорядкування встановлюється МНС за погодження із зацікавленими міністерствами та відомствами.

Міністерства та відомства зобов'язані вести облік пожеж, які виникають на об'єктах, що належать або підконтрольні їм, аналізувати причини їх виникнення та вживати заходів для їх усунення. Порядок та організацію ведення обліку пожеж та їх наслідків визначають «Правила обліку пожеж», затверджені постановою Кабінету Міністрів від 26.07.1994 р. № 508.

Облік пожеж у цілому по державі здійснює ГУПО МНС. Міністерства та відомства зобов'язані щомісячно надавати ГУПО МНС інформацію про пожежі, що сталися на підвідомчих об'єктах, та їх наслідки.

Відповідальність за повноту обліку, а також за своєчасність подання звітних даних покладено на керівників міністерств, відомств та організацій, які ведуть цей облік.

Нагляд за дотриманням законності в діяльності пожежної охорони здійснюють Генеральний прокурор та підлеглі йому прокуратури.

#### **4.6.6. Інструкції про заходи пожежної безпеки**

Відповідно до чинного законодавства для встановлення належного протипожежного режиму на підприємствах, де існує потенційна загроза виникнення пожежі, повинні бути розроблені інструкції про заходи пожежної безпеки.



Інструкції про заходи пожежної безпеки, затверджені керівником підприємства, вивіщуються на робочих місцях. Персонал підприємства зобов'язаний у повному обсязі дотримуватися вимог цих інструкцій, що є необхідною умовою для поліпшення протипожежного стану об'єкта.

Інструкції про заходи пожежної безпеки розробляються в цілому для підприємства як загальнообов'язкові, для окремих виробничих дільниць, а також для окремих технологічних операцій, машин, апаратів та приведення в дію стаціонарних автоматичних засобів пожежогасіння.

Отже, загальнообов'язкові інструкції про заходи пожежної безпеки розробляються для підприємств, окремих виробничих дільниць, а також окремих технологічних операцій. Розробку інструкцій здійснюють після детального аналізу пожежної небезпеки даного об'єкта, дільниці чи технологічного процесу на підставі правил та інших технічно-нормативних документів з пожежної безпеки. При розробці інструкцій враховується специфіка пожежної небезпеки будівель, споруд, технологічних процесів, виробничого обладнання й т. ін.

В інструкціях дається вичерпна характеристика пожежної небезпеки підприємства, дільниці, категорія приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою, плануються протипожежні заходи перед початком роботи, під час роботи та після її закінчення. Визначається відповідальність працівників за порушення правил пожежної безпеки і вимог цієї Інструкції та зона її дії.

В інструкціях визначаються вимоги до протипожежного утримання території підприємства, шляхів евакуації, зберігання вибухопожежонебезпечних речовин і матеріалів та іншого інженерного обладнання, утримання робочого місця й т. ін. В інструкції встановлюються вимоги щодо місць для куріння, порядок та способи виклику пожежної охорони, оповіщення про пожежу, а також вимоги до зупинки технологічного обладнання на випадок виникнення пожежі.



#### 4.6.7. Дії персоналу під час виникнення пожежі

У разі появи полум'я, диму або відповідного запаху чи іншого прояву горіння кожний працівник зобов'язаний негайно повідомити про це органи пожежної охорони по телефону за номером 01, керівника або посадову особу підприємства.

Після виклику пожежної охорони персонал підприємства має задіяти об'єктову систему оповіщення про пожежу й вжити відповідних заходів щодо евакуації людей, гасіння пожежі та збереження матеріальних цінностей.

Успіх гасіння залежить від ступеня готовності до застосування невідкладних заходів для ліквідації загоряння й пожежі в початковій стадії. Кожен працівник і службовець має добре знати ознаки пожежі й при виявленні будь-якої з них повинен викликати пожежну охорону. Викликаючи пожежну охорону по телефону, необхідно повідомити адресу об'єкта, місця виникнення пожежі, що горить, чому загрожує, а також повідомити своє прізвище.

До прибуття пожежної охорони, об'єктові добровільної пожежної дружини необхідно відключити силову й світлову електричну мережу, приточно-витяжну вентиляцію, припинити живлення технологічного обладнання пожежонебезпечними речовинами та матеріалами, використати наявні засоби пожежогасіння, видалити з приміщення горючі речовини.

Для оперативної і злагодженої дії під час пожежі між членами ДПД завчасно розподіляються обов'язки, що відображається в таблиці бойового розрахунку, який вивішується на дільниці на видному місці і є одним з додатків до оперативного плану пожежогасіння.

В оперативному плані пожежогасіння слід розподілити обов'язки між окремими особами та спланувати порядок їхніх дій.

Посадова особа об'єкта, що прибула на місце пожежі, повинна видалити за межі небезпечної зони всіх працюючих, хто не бере участі в ліквідації пожежі, а в разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування, включити для цього всі наявні сили та засоби.

Одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію і захист матеріальних цінностей.

У разі пожежі евакуюються вогнебезпечні рідини, гази, пари, тверді горючі матеріали або суттєво зменшується їх кількість, що міститься в технологічних ємностях, апаратах, комунікаціях. Для цього завчасно створюються умови для реалізації організаційних заходів по навчанню персоналу з метою вивчення правил приведення їх в дію.

Евакуацію цінних матеріалів та обладнання здійснюють в місця, визначені в плані евакуації на випадок пожежі. Майданчики для розміщення евакуаційного обладнання повинні бути безпечними щодо пошкодження його вогнем.

Велике значення для успішної ліквідації загорянь і пожеж у початковий період має наявність, справність і правильне утримання первинних засобів пожежогасіння, а також знання персоналом правил користування ними, їхніх тактико-технічних даних.

Після прибуття на пожежу пожежних підрозділів має бути забезпечений їх безперешкодний доступ на територію об'єкта. Адміністрація підприємства зобов'язана проконсультувати керівника гасіння пожежі про конструктивні та технологічні особливості об'єкта, на якому виникла пожежа, забезпечити залучення персоналу та засобів об'єкта до вжиття необхідних заходів, пов'язаних з ліквідацією пожежі.

У разі виникнення пожежі до прибуття підрозділів пожежної охорони на персонал об'єкта покладаються тільки обов'язки щодо первинних дій.

На підприємствах вибухопожежонебезпечних категорій в обов'язковому порядку повинен бути розроблений план ліквідації пожеж, а також дій персоналу при їх виникненні.

#### 4.6.8. Навчання з питань пожежної безпеки

Відповідно до чинного законодавства власники підприємств зобов'язані організувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та забезпечити пропаганду заходів щодо їх виконання.



Відповідно до типового положення всі працівники, що приймаються на роботу, щороку за місцем роботи проходять інструктаж з питань пожежної безпеки. Існує перелік посад, при призначенні на які працівники зобов'язані проходити навчання й перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Проведення навчань з питань пожежної безпеки на підприємстві, в установах та організаціях охоплює практично всі категорії працівників і здатне суттєво впливати на загальний протипожежний стан.

Система навчання працівників вимогам правил пожежної безпеки здійснюється відповідно до «Типового положення про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях».

Для проведення навчання з питань пожежної безпеки на виробничих об'єктах влаштовуються спеціально обладнані кабінети або тематичні куточки, забезпечені навчально-методичними матеріалами та засобами.

Програма обов'язкового протипожежного інструктажу і занять з питань пожежної безпеки передбачає, що всі без винятку працівники й службовці, які приймаються на роботу, зобов'язані пройти первинний інструктаж про заходи пожежної безпеки, а потім інструктажі безпосередньо на робочому місці. Працівники й службовці, які не пройшли протипожежного інструктажу й перевірки знань з питань пожежної безпеки, до роботи не допускаються. Програми навчання з питань пожежної безпеки мають погоджуватися з органами Державного пожежного нагляду.

Протипожежний інструктаж включає ознайомлення працівників і службовців з чинними на об'єкті протипожежними правилами та інструкціями, виробничими дільницями й технологічними процесами, що найбільш небезпечні в пожежному відношенні; де забороняється курити, використовувати відкритий вогонь і т. ін. Під час інструктажу пояснюють можливі причини виникнення пожеж і заходи щодо їх попередження, а також відпрацьовують практичні дії на ви-



падок виникнення пожежі. Інструктаж проводиться в груповій або індивідуальній формі.

Особи, які приймаються на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, мають попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум) за більш складною програмою, ніж протипожежний інструктаж. Працівники й службовці таких виробництв, окрім загальних вимог, повинні знати пожежну небезпеку силових агрегатів, готової продукції, уміти вчасно правильно виключити технологічне обладнання при порушенні режиму праці, приймати швидкі рішення при загрозі виникнення аварії, пожежі або вибуху.

Пожежно-технічний мінімум обов'язковий для електриків, електрогазозварювальників, апаратників хімічних, нафтопереробних підприємств і т. ін.

У наказі про порядок проведення протипожежного інструктажу керівник об'єкта має визначити контингент працівників, для яких вводиться обов'язкове навчання пожежно-технічному мінімуму. Особи, які не засвоїли дії на випадок виникнення пожежі, а також правил пожежної безпеки направляються на повторне навчання.

При переведенні з однієї дільниці на іншу працівники й службовці проходять технічний мінімум повторно.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки. Посадові особи проходять перевірку знань до початку виконання своїх обов'язків і періодично один раз на три роки.

Головною метою вивчення вимог пожежної безпеки є отримання відповідних знань і навичок протипожежного захисту, а також свідомого ставлення до питань щодо оволодіння практичними діями на випадок виникнення пожежі.



## ЛІТЕРАТУРА

1. *Алексеев С. В., Усенко В. Р.* Гигиена труда. — М.: Медицина, 1998. — 576 с.
2. Безопасность труда в промышленности / Ткачук К. Н., Галушко П. Я. и др. — К.: Техника, 1982. — 231 с.
3. Безпека життєдіяльності / За ред. Ярошевської В. М. — К.: ВДП, 2004. — 560 с.
4. *Гандзюк М. П., Желібо Е. П., Халімовський М. О.* Основи охорони праці / За ред. Гандзюка М. П. — К.: Каравела, 2003. — 405 с.
5. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості й небезпечності факторів виробничого середовища, складності та напруженості трудового процесу // Охорона праці. — 1998. — № 6.
6. *Домин П. А.* Справочник по технике безопасности. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 796 с.
7. Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці (Реєстр ДНАОП). — К.: Держнаглядохоронпраці; Основа, 1995. — 223 с.
8. ДНАОП 0.03-172-87. Основні санітарні правила роботи з радіоактивними та іншими джерелами іонізуючого випромінювання ОСП-72/87 № 4422-87. — Мінохорони здоров'я СРСР, 1987.
9. ДНАОП 0.00-1.03-93. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів. — К.: Держнаглядохоронпраці; Основа, 1993.
10. ДНАОП 0.00-1.07-94. Правила будови і безпечної експлуатації ємностей, що працюють під тиском. — К.: Держнаглядохоронпраці; Основа, 1994.
11. ДНАОП 0.03-3.01-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств СН 245-71. — МОЗ СРСР.
12. ДНАОП 0.05-1.08-93. Правила відшкодування власником підприємства шкоди, заподіяної працівникові ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків, № 472, 23.06.93. — Кабмін.
13. ДСТУ 2156-93 ССБП. Безпечність промислових підприємств.
14. Закон України «Про охорону праці» від 21 листопада 2002 р.
15. Законодавство України про охорону праці // Збірник нормативних документів: У 4 т. — К.: Держнаглядохоронпраці; Основа, 1995.
16. Закон України «Про пожежну безпеку». — К., 1994.
17. Законодавство України про адміністративну відповідальність. — К.: Юрінком, 1997. — 235 с.
18. *Кнорринг Г. М.* Основательные установки. — Л.: Энергоиздат, 1985. — 405 с.
19. *Князевский Б. А., Домин П. А., Марусова Т. П. и др.* Охрана труда / Под ред. Князевского Б. А. — М.: Высшая школа.
20. Кодекс законів України про працю. — К.: Юрінком Інтер, 1998. — 1040 с.
21. Кодекс України про адміністративні правопорушення. — К., 1997. — 130 с.
22. Кримінальний кодекс України. — К.: Юрінком, 1997. — 960 с.
23. Правила устройства электроустановок / ПУЭ. — М.: Энергоиздат, 1998. — 640 с.
24. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів ДНАОП 0.00-121-98. — К.: Основа, 1998. — 380 с.
25. Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві від 21 серпня 2001 р. № 1094. — К., 2001.



26. Правові питання охорони праці та екології в будівництві: Навч. посіб. / За ред. Ярошевської В. М. — Рівне, 1999. — 245 с.
27. Пожежна безпека: Навч. посіб. / За ред. Рожкова А. П. — К.: Пожінформтехніка, 1999. — 255 с.
28. Пожежна безпека. Нормативні акти та інші документи. — К., 1997. — Т. 1, 2.
29. Охорона праці. Терміни та визначення ДСТУ 2293–93 ССБП.
30. Охорона праці / За ред. Ярошевської В. М. — К.: Інститут системних досліджень освіти України, 1993. — 310 с.
31. *Денисенко Ф.* Охрана труда. — М.: Высшая школа, 1995. — 320 с.
32. Охорона праці в галузі / За ред. Ярошевської В. М. — К.: ВДП, 2004. — 286с.
33. Система стандартов безопасности труда. — М.: Стройиздат, 1976, 1991.
34. Строительные нормы и правила СНиП. — М.: Стройиздат, 1976, 1991.
35. Справочник по охране труда на промышленных предприятиях / Ткачук К. Н. и др. — К.: Техника, 1991. — 284 с.
36. *Савельев П. С.* Пожары и катастрофы. — М.: Стройиздат, 1994. — 432 с.



---

**ЗАПРОШУЄМО:**

*авторів та книготоргівельні організації до співпраці*

**ЗДІЙСНЮЄМО:**

*інформаційну підтримку бібліотек вузів*

**ПРОПОНУЄМО:**

*широкий вибір навчальної та довідкової літератури  
з економіки та природничих наук*

*Ми маємо гнучку систему знижок, а також здійснюємо  
безкоштовну доставку книг замовникові.*

*Якщо вас зацікавило співробітництво з нами,  
звертайтеся за телефонами:*

*(38 044) 451 78 42, 268 24 69, 268 93 95,*

*факс (38 044) 269 63 30,*

*або відправляйте листа електронною поштою:*

*[vdbook@ua.fm](mailto:vdbook@ua.fm)*

---

Видавничий дім "Професіонал"  
пропонує:

Затверджено Міністерством освіти і науки України  
для студентів вищих навчальних закладів



Ярошевська В.М.

**БЕЗПЕКА  
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

Підручник

“ВД “Професіонал”,  
2004. – 560 с.

Теоретичні основи життєзабезпечення відповідно до навчальної програми нормативної дисципліни "Безпека життєдіяльності" для вищих закладів освіти, затвердженої 04.12.1998 р. Розглядаються питання: атомно-фізіологічних і психологічних властивостей людини; психофізіологія життєдіяльності та шляхи оптимізації життєзабезпечення людини; характеристики антропогенних змін довкілля; небезпечних і шкідливих чинників середовища та наслідки їх негативної дії на сфері існування людини. Вперше викладено закони, які стосуються проблем безпеки життєдіяльності і формують у людині свідоме розуміння необхідності підвищення особистої, соціальної, виробничої і побутової безпеки та набуття навичок захисту від загрозливих чинників надзвичайних ситуацій, що непередбачено трапляються у повсякденному житті.

Видавничий дім "Професіонал"  
пропонує:

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
для студентів вищих навчальних закладів



Ярошевська В.М.

**ОХОРОНА  
ПРАЦІ  
В ГАЛУЗІ**

Навчальний посібник

“ВД “Професіонал”,  
2004. – 288 с.

Розглядаються теоретичні і практичні питання з охорони праці в будівельній галузі, наведені необхідні відомості з правових та організаційних питань, місце і значення СУОП в системі управління функціонуванням галузевих об'єктів. Аналізуються умови праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу за травмонезбезпечними факторами, пов'язаними з характерними для будівельної галузі технологічними процесами і обладнаннями. Розглянуті чинники пожежної небезпеки галузевих об'єктів, їх особливості та пожежонебезпечні властивості, засоби і заходи захисту працюючих від небезпечного впливу виробничого середовища.

Видавничий дім "Професіонал"  
пропонує:

В. М. Ярошевська М. М. Ярошевський Д.М. Ярошевський  
СЛОВНИК ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ  
**З БЕЗПЕКИ  
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**



Ярошевська В.М.  
та інші

СЛОВНИК  
ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ  
З БЕЗПЕКИ  
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

"ВД "Професіонал",  
2004. – 256 с.

В словнику розміщено біля 354 теоретичних і практичних статей з питань природної, техногенної та антропогенної небезпеки. Висвітлюються питання безпеки життєдіяльності при проведенні невідкладних аварійно-поновлювальних робіт, з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Розрахований на студентів вищих навчальних закладів, викладачів та працівників служби захисту населення.

Видавничий дім "Професіонал"  
пропонує:

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
для студентів вищих навчальних закладів



Добровольський В.В.

ЕКОЛОГІЧНІ  
ЗНАННЯ

Навчальний посібник

"ВД "Професіонал",  
2005. – 304 с.

У навчальному посібнику викладено основи теорії екології та основних її розділів: соціо-, техно-, урбоєкології з використанням системного підходу.

Розраховано на викладачів, студентів різних напрямів навчання. Буде корисним вчителям, працівникам природоохоронних організацій, всім вболівачим за стан довкілля.

Видавничий дім "Професіонал"  
пропонує:

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
для студентів вищих навчальних закладів



Лисенко Л.І.  
Максимов Б.В.

**РИНОК ПРАЦІ.  
ТЕХНІКА  
ПОШУКУ РОБОТИ**

Навчальний посібник

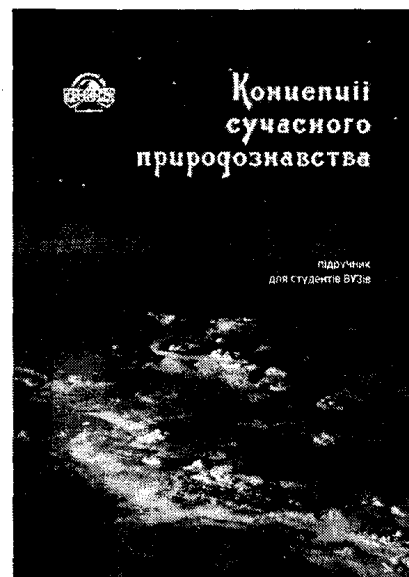
"ВД "Професіонал",  
2004. – 320 с.

Розглядаються питання пошуку й отримання роботи на ринку праці в сучасних умовах становлення ринкової економіки: як організувати пошук роботи, знаходити і використовувати джерела інформації, взаємодіяти з державною службою зайнятості і комерційними кадровими агенціями, оцінити небезпеки при пошуці й отриманні роботи, підготувати резюме і супровідні листи, написати інформаційні листи про себе, прийняти участь у співбесіді з роботодавцем.

Книга може бути використана студентами, Державною службою зайнятості, кадровими агенціями, фахівцями з управління персоналом і тими, хто шукає своє місце в житті, гідну роботу у власній країні і за кордоном.

Видавничий дім "Професіонал"  
пропонує:

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
для студентів вищих навчальних закладів



Карпов Я.С.  
Кремень В.Г.  
та інші

**КОНЦЕПЦІЇ  
СУЧАСНОГО  
ПРИРОДОЗНАВСТВА**

Підручник

"ВД "Професіонал",  
2004. – 496 с.

У підручнику містяться матеріали з методологічних основ сучасного природознавства, історії розвитку природничих наук від часів стародавнього світу до XX століття; систематизуються сучасні уявлення про фізичну, астрономічну та біологічну картини світу. Наводиться список тем рефератів, рекомендованих при вивченні курсу "Концепції сучасного природознавства".

Для студентів вищих навчальних закладів, слухачів факультетів підвищення кваліфікації.



*Навчальне видання*

Москальова Віра Миколаївна

**ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

*Керівник видавничих проектів О. С. Прокопчук*

*Відповідальний редактор Г. Д. Наваліхін*

*Редактор Т. А. Кузьменко*

*Технічні редактори С. М. Прокопчук, Ю. В. Романенко*

*Дизайн обкладинки, оригінал-макет та верстка К. Р. Іщенко*

Формат 60x84/16. Підписано до друку 15.03.2005.

Друк офсетний. Папір офсетний. Гарнітура Таймс.

Наклад 800 прим.

ТОВ «Видавничий дім «Професіонал»

Тел. (8-044) 451 78 42, 268 93 95, 268 24 69

Тел/факс (8-044) 269 63 30

e-mail: [vdbook@ua.fm](mailto:vdbook@ua.fm)

[rus\\_pro@ua.fm](mailto:rus_pro@ua.fm)

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи*

*до Державного реєстру видавців, виготівників і*

*розповсюджувачів видавничої продукції*

*серія ДК № 1533*

Друкарня

ЧП "Діса Плюс"

61000, м. Харків,

ул. 23 Серпня, 31-А, 44

E-mail: [disa@kharkov.com](mailto:disa@kharkov.com)

т. 736-05-32