

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний,  
Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров,  
В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк

# ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

За редакцією К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського

Підручник

2-ге видання, доповнене та перероблене

Затверджено Міністерством освіти і науки України  
як підручник для студентів вищих навчальних закладів освіти

Київ  
«Основа»  
2006

**УДК 331.45(075.8)**  
**ББК 65.247я73**  
**О-75**

Рецензенти: професор кафедри «Охорона праці» Донецького технічного університету, доктор техн. наук *Ніколін В. Г.*; зав. кафедри «Охорона праці» Національного аграрного університету, докт. мед. наук, проф. *Цанко В. Г.*

*Затверджено Міністерством освіти і науки України  
як підручник для студентів вищих навчальних закладів  
(лист від 10.05.06 № 1.4/18-Г-6)*

**Основи охорони праці:** Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

Автори висловлюють щиро подяку к. т. н. **Полукарову Ю. О.** та к. т. н. **Халімовському О. М.** за активну участь у створенні цієї книги

ISBN 966–699–156–X

Викладені правові, нормативно-технічні та організаційні основи охорони праці, виробничої санітарії, безпеки виробництва, протипожежної безпеки.

Уперше приведена інформація щодо оцінки рівня безпеки, ризиків та газонебезпечних робіт.

Підручник відповідає програмі курсу «Основи охорони праці» для студентів вищих навчальних закладів усіх спеціальностей. Він відображає сучасний стан нормативно-правового та технічного забезпечення охорони життя і здоров'я громадян України у процесі їхньої трудової діяльності.

**УДК 331.45(075.8)**  
**ББК 65.247я73**

*Передрукування заборонено*

ISBN 966–699–156–X © Оригінал-макет видавництва «Основа», 2006

## ВСТУП

### ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ

Підхід до вирішення проблем охорони праці в різних країнах і в різні часи був неоднаковим і змінювався в залежності від багатьох обставин. Те, що зараз практично у всіх промислово розвинутих країнах сприймається майже як аксіома, наприклад, відповідальність роботодавця за безпеку та здоров'я працівника під час роботи, ще сто – сто п'ятдесят років тому таким не вважалося, а навпаки, більш поширеною була думка про те, що працівник, приступаючи до роботи, неминуче бере на себе ризик травми або захворювання. Виходячи з того, що будь-яка робота пов'язана з певним виробничим ризиком, то травми та захворювання розглядалися не як виняткові події, а як повсякденне нормальне явище.

Питання турботи країни про охорону праці тісно пов'язане з рівнем її індустріалізації, типом державного управління і соціальним устроєм.

Взагалі про охорону праці у сучасному розумінні можна говорити лише починаючи з часів проголошення рівності людей в епоху буржуазних революцій та розвитку капіталістичних відносин у виробництві, хоча з деякими її елементами ми зустрічаємось вже в античні часи, коли Аристотель (384–322 рр. до РХ) вивчав умови праці, а Гіппократ (460–377 рр. до РХ) звернув увагу на шкідливий вплив пилу, який утворюється при видобуванні руди, на організм рудокопів.

Капіталізм призвів до появи машинної індустрії. Але машина сама по собі не привела до полегшення праці, а навпаки стала джерелом травматизму. Першими почали розвиватись текстильні фабрики. Умови роботи на них були поганими. Стандартом був 7-денний робочий тиждень з 14-годинним робочим днем. З такими умовами і жорстким, націленим на прибуток управлінням, покращення умов праці здавалось мало реальним. Робітничі спілки, які почали утворюватись на початку ХІХ століття, намагалися щось зробити для вдів та сиріт, але не для безпеки працівників. За великим рахунком охорона праці в той період аж до середини ХІХ сторіччя просто ігнорувалась.

У період 1850–1900 років більшість європейських країн та Сполучені Штати Америки швидко прямували до повної індустріалізації.

Цей період, коли працівник тримав увесь вантаж промислових проблем, працюючи у тяжких, а нерідко і в надзвичайно небезпечних умовах, заклав основу руху за охорону праці. Видобуток вугілля та роботи на залізницях були дуже небезпечними для працюючих. Серед робітників, зайнятих на цих виробництвах, налічувалося дуже мало тих, хто не лишився хоча б одного з пальців. Ми маємо лише приблизне уявлення про кількість вбитих та понівечених тоді у результаті нещасних випадків на виробництві, а поняття професійного захворювання в той час зовсім не визнавалось. Якщо працівник ставав калікою або вмирав, то ніхто нічого ні йому, ні його родині не сплачував. Ці нестерпні умови викликали соціальні і політичні заворушення, породили соціальних реформаторів, які нарікали на людські втрати на робочих місцях та почали агітувати за 8-годинний робочий день і покращання умов праці.

Соціальні реформатори розуміли, що коли якась країна чи сектор економіки запроваджують заходи щодо удосконалення умов праці, то це підвищує вартість праці і робить їх менш конкурентноздатними по відношенню до інших країн чи галузей промисловості. Через це вони завзято боролись за те, щоб переконати уряди європейських країн в необхідності удосконалення умов праці і скорочення робочого часу, що мало стати предметом міжнародних домовленостей. З цього питання було проведено три міжнародних конференції – у 1890, 1897 та 1906 році, остання з яких ухвалила дві міжнародні угоди – щодо використання білого фосфору (виробництво сірників) та щодо заборони на виробництві нічних робіт для жінок. У Німеччині за часів Бісмарка (90-ті роки XIX століття) були встановлені компенсації працівникам, які втратили працездатність на виробництві, чим було започатковано систему соціального страхування від нещасних випадків на виробництві, яка до теперішнього часу є взірцем для багатьох країн. Перша світова війна завадила здійсненню подальшої роботи по інтернаціоналізації умов праці.

Росія та Сполучені Штати Америки стояли дещо осторонь цього процесу, не поспішали адаптувати нові концепції, називаючи їх «чужими» та «неприйнятними».

В Російській імперії, в межах якої знаходилась більша частина України, безпечність використання парових котлів, починаючи з 1843 року, контролювалась губернськими інженерами, а 1894 року цей нагляд було передано Фабричній інспекції Міністерства торгівлі та промисловості. 1 січня 1885 року на території Росії вводиться Указ «Про працю малолітніх», відповідно до якого праця у промислових

закладах дозволялася із 12-річного віку, а тривалість праці дітей віком від 12 до 15 років не повинна була перевищувати 8 годин на добу. Заборонялося використання дитячої праці в нічний час. 1886 року було видано закон про правила розпорядку на фабриках і заводах, яким також врегульовувались окремі моменти, пов'язані з умовами праці робітників, а 1897 – закон про обмеження робочого дня до 11 годин і встановлення днів святкового відпочинку. Відповідно до закону від 7 червня 1889 р. видання обов'язкових постанов з охорони життя та здоров'я працюючих стало виключно правом Головної служби з фабричних та гірничозаводських справ. Та все ж важкі та небезпечні умови праці викликали численні страйки та заворушення.

Профспілки, що офіційно утворились в Росії лише після подій 1905–1907 рр., та політичні партії, які відстоювали інтереси працівників, висували вимоги 8-годинного робочого дня, щотижневого відпочинку, заборони понаднормових робіт і праці підлітків до 16 років, надання безкоштовної медичної допомоги і збереження заробітної плати під час хвороби робітника. Ці вимоги містились і в першій програмі РСДРП, прийнятій у 1903 році з дуже характерним мотивуванням: «В інтересах охорони робітничого класу від фізичного та морального виродження, а також в інтересах розвитку його здатності до визвольної боротьби...». Нестерпні умови праці стали одним з вагомих чинників, що привели у 1917 році до зміни в Росії суспільного ладу і створенню на теренах цієї імперії нової держави – СРСР, до складу якого входила Українська РСР.

Тяжке економічне і соціальне становище робітників західних областей України, які до Першої світової війни входили до складу Австро-Угорської імперії, викликало створення одних з перших не лише в Австрії чи Росії, а й у всій світовій історії професійних спілок. Перша професійна спілка в Україні була утворена 6 листопада 1817 року в приватній друкарні Пілкера у Львові. Одним із перших переможних страйків у Галичині був страйк, організований і проведений професійною спілкою «Товариство поступове» у Львові у січні 1870 року. Однією з причин цього страйку була відсутність обмеженості тривалості праці.

Другу половину XIX ст. можна було б назвати періодом створення та становлення промислового законодавства. Цей період проходив у важкій та впертій боротьбі між двома класами – класом робітників і класом роботодавців. З'являються законодавчі акти, якими владні структури намагаються вплинути на хід подій. Австрійське законодавство виглядало навіть дещо прогресивнішим за російське. Статут

про обмеження тривалості праці на виробництві, який австрійський цісар підписав 8 березня 1885 року, регламентував 11-годинний робочий день на 12 років раніше ніж в Росії. В грудні 1887 року в Австро-Угорщині вийшов закон «Про забезпечення випадків при праці».

В особливо важкому становищі опинилися робітники та селяни західноукраїнських земель у період між Першою та Другою світовими війнами. До загальних проблем кризового періоду економіки Польщі, Румунії та Чехословаччини – країн, між якими була поділена Західна Україна, долучилися труднощі, викликані її колоніальним становищем. В цей час в Радянській Україні йшла інтенсивна індустріалізація з суттєвим покращанням умов праці в порівнянні з дореволюційним періодом. В країнах Західної Європи, незважаючи на три загальні кризи, завдяки діяльності Міжнародної Організації Праці, умови праці та соціального захисту працівників теж значно покращились в порівнянні з довоєнним періодом. Лише західноукраїнські області залишалися острівцем чи не з найгіршими умовами праці на карті тогочасної Європи.

Для США знадобилося кілька драматичних, а іноді і трагічних, випадків, щоб суспільство з'ясувало необхідність більш діючої охорони праці та більш жорстких законів з безпеки праці. Жахлива пожежа на фабриці одягу у Нью-Йорку у 1911 році викликала необхідну реакцію. Найбільш вражаючим було те, що замкнуті двері зчинили пастку у палаючій будівлі. Шокована громадськість дізналась про більш ніж 100 смертельних наслідків, причиною яких були небезпечні умови праці. Тиск суспільства примусив керівництво країни більш уважно придивлятися до умов та потреб безпеки праці трудящих.

Перша світова війна, що перервала роботи по інтернаціоналізації умов праці, стала ще одним поштовхом до розширення промислової структури і, як не дивно, несподівано допомогла руху за охорону праці. Мирна післявоєнна конференція у Версалі, прагнучи викоренити причини можливих майбутніх війн, скористалась результатами передвоєнної діяльності в цьому напрямі і заснувала Комісію з міжнародного трудового законодавства. Ця комісія запропонувала утворити міжнародний орган по захисту працівників, а її пропозиція стала частиною Версальського Договору і статутом саме такого органу – Міжнародної Організації Праці (МОП) – що діє дотепер. Війна також призвела до використання у виробництві нових засобів індивідуального захисту. Почали використовувати захисний шолом, оснований на солдатському шоломі, а на основі газової маски – респіратор. Навіть аптечка першої допомоги була військовим винаходом.

Цілі МОП в модернізованій формі зазначені у Філадельфійській Декларації, схваленій у 1944 р. Ця Декларація, яка дотепер залишається додатком до Статуту МОП, проголошує право всіх людей на «підтримання їхнього матеріального добробуту і на рівні можливості». В ній також зазначається, що «бідність в якомусь одному місці світу являє собою небезпеку для процвітання повсюди». Розвиток охорони праці, починаючи з 1919 р., у більшості країн світу нерозривно пов'язаний з діяльністю МОП, функції та повноваження якої будуть розглянуті окремо.

Найсуттєвіше сьогодні впливає на світове законодавство і політику щодо охорони праці Європейський Союз, країни-члени якого ще в середині 80-х років ХХ століття прийняли рішення рішуче добиватися узгодження заходів у цій сфері.

Суттєвий вплив на роботу і загальну політику МОП мають США, які зробили вагомий внесок для становлення цієї організації, хоча власну політику щодо охорони праці будують дещо незалежно від інших країн. Вже до 1920 року у США було прийнято багато законів, спрямованих на покращання умов праці. Компанії почали конкурувати між собою за урядові та громадські гранти у сфері безпеки праці. До кінця 1930-х років Інститут національних стандартів розробив близько 400 стандартів з безпеки у промисловості. Все це сприяло тому, що протягом десятиріччя, яке передувало Другій світовій війні, рівень травматизму в цій країні зменшився майже вдвічі, але під час війни він знову зріс майже у півтора рази. Потрібно було приймати невідкладні заходи. Були розроблені освітні програми, і охорона праці стала невід'ємною частиною ведення бізнесу. У 1971 році конгресом США було прийнято Закон «Про охорону праці», який запровадив ряд нових концепцій у галузі безпеки праці. Суттєву роль відіграє також Закон «Про право на інформацію», згідно якого роботодавець зобов'язаний інформувати і консультувати працівників щодо будь-якої небезпеки на робочому місці, навіть такої, яку не можна явно визначити.

Незважаючи на те, що Україна – член МОП з 1954 року, ефективна робота нашої країни в рамках цієї організації фактично почалась лише після 1991 року, по закінченні радянського періоду історії, який тривав з часу жовтневого перевороту 1917 року в Петербурзі.

Одним з перших декретів радянського уряду був Декрет від 29 жовтня (11 листопада) 1917 року «Про восьмигодинний робочий день». 17 червня 1918 р. прийнято Декрет про створення інспекції праці, підпорядкованої Наркомату праці, на яку було покладено

нагляд, контроль за втіленням в життя декретів, постанов, актів радянської влади в сфері захисту інтересів трудящих, а також вживання заходів щодо безпеки, захисту життя та здоров'я працюючих. У грудні 1918 р. було видано перший радянський Кодекс законів про працю РРФСР, а у 1922 р. – другий Кодекс, в якому передбачались розгорнуті заходи з охорони праці. Ці закони Російської Федерації були відповідним чином адаптовані і діяли в УРСР. У липні 1970 р. сесія Верховної Ради СРСР прийняла «Основи законодавства Союзу РСР і союзних республік про працю», на підставі чого у грудні 1971 р. сесією Верховної Ради УРСР було затверджено «Кодекс законів про працю Української РСР», який з багатьма змінами і доповненнями діє дотепер.

Розвиток охорони праці за радянської влади характеризується багатьма суперечностями. Систематично і на різних рівнях приймалось багато рішень, спрямованих на покращання умов праці, зниження професійної захворюваності та виробничого травматизму, але вже навіть з того, що протягом десятиліть приймалися одні й ті ж рішення щодо охорони праці, видно, що стан її залишався незадовільним. Причинами цього були низька ефективність виробництва через відсутність приватнопідприємницької ініціативи, переважна спрямованість суспільного виробництва на потреби військово-промислового комплексу, прагнення будь-якою ціною утримувати лідируючі позиції військового потенціалу країни у світі. Через закритість суспільство не володіло інформацією про справжній стан травматизму і захворюваності на виробництві, не могло порівнювати умови праці в СРСР і розвинених капіталістичних країнах, на віру сприймало заяви, що проголошувались з високих трибун.

У звітній доповіді ВЦРПС XV з'їзду профспілок СРСР (1972 р.) було сказано, що Радянський Союз відноситься до числа країн з найнижчим у світі рівнем виробничого травматизму. Також повідомлялось, що в капіталістичних країнах від виробничого травматизму щороку гине біля 100 тис. чоловік, але навіть на XVIII з'їзді профспілок, який відбувся 1987 року, в часи перебудови і так званої «гласності», офіційно не було повідомлено про фактичний стан травматизму і професійної захворюваності в країні. Лише наступного, 1988 року громадськість довідалась про те, що кожного року в СРСР на виробництві відбувається понад 700 тис. нещасних випадків, 15 тис. з яких смертельні. В Україні на той час щороку траплялось біля 150 тис. нещасних випадків, майже 3 тис. з яких були смертельними. В порівнянні з середньосвітовими даними, що наводила МОП, рівень травма-



тизму в нашій країні був більше у 2–3 рази, а в порівнянні з деякими країнами ЄС перевищення було ще більшим.

## **СУЧАСНИЙ СТАН ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ**

Умови та безпека праці, їх стан та покращання – самостійна і важлива задача соціальної політики будь-якої сучасної промислово розвинутої держави. Для того, щоб краще усвідомити на якому рівні знаходиться стан охорони праці в сучасній Україні необхідно зважити на те, що 1991 року розпочалася не лише розбудова нової держави, а й те, що країна, опинившись у стані економічної кризи, водночас вирішувала (та ще й зараз продовжує вирішувати) задачі зміни соціально-го, економічного та державного устрою.

Рівень безпеки будь-яких робіт у суспільному виробництві значною мірою залежить від рівня правового забезпечення цих питань, тобто від якості та повноти викладення відповідних вимог в законах та інших нормативно-правових актах. У 1992 році вперше не лише в Україні, а й на теренах колишнього СРСР було прийнято Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності та принципи державної політики у цій сфері, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в країні.

Заявивши про свій намір приєднатися до Європейського Союзу, Україна взяла на себе зобов'язання щодо приведення національного законодавства у відповідність з законодавством ЄС. З цією метою 1992 р. прийнято нову редакцію Закону «Про охорону праці», розроблюються нові нормативно-правові акти, ведеться робота по внесенню змін до діючих нормативних актів по таким напрямкам: загальні вимоги безпеки праці та захисту здоров'я працюючих на робочих місцях, безпека машин, безпека електрообладнання, засоби індивідуального захисту, використання вибухових речовин, гірничі роботи, захист від шуму тощо.

Починаючи з 1994 року в Україні розроблюються Національні, галузеві, регіональні та виробничі програми покращання стану умов та безпеки праці на виробництві, в ході реалізації яких були закладені основи для удосконалення державної системи управління охороною праці, впровадження економічних методів управління, вирішення

питань організаційного, наукового і нормативно-правового забезпечення робіт у сфері охорони праці. Розроблені засоби захисту працюючих, які раніше не випускались в Україні; створено ряд засобів, що контролюють стан охорони та умови праці, небезпечні та аварійні ситуації; створена єдина автоматизована інформаційна система охорони праці тощо.

З часів набуття Україною незалежності спостерігається стійка тенденція зниження виробничого травматизму, як загального так і зі смертельними наслідками, що видно з таблиці 1.

*Таблиця 1*

**Виробничий травматизм в Україні за період 1980–2004 рр.**

Рік	Чисельність працюючих	Травматизм		Непрацездатність, людино-днів
		загальний	смертельний	
1980	23581989	147475	2838	3111808
1985	23621764	124610	2335	2770644
1990	22614835	139600	2640	2847840
1995	17951806	80450	2195	2122203
1997	15794245	54510	1646	1527059
1999	14300370	39844	1388	1250563
2001	12651907	30992	1399	1028583
2002	12297260	26168	1285	894001
2003	11954815	24929	1230	859730
2004	11954094	22691	1164	839475

Якщо в перші роки зменшення кількості нещасних випадків було зумовлене в першу чергу такими обставинами, як падіння обсягів виробництва, зменшення чисельності працюючих, можливим приховуванням нещасних випадків від реєстрації, особливо на малих підприємствах, то аналіз стану виробничої безпеки за останні роки показує, що в Україні набула тенденція зниження виробничого травматизму при стабілізації кількості працюючих і зростанні виробництва в народному господарстві (рис. 1), що не в останню чергу зумовлено реалізацією принципів, закладених до Закону України «Про охорону праці».

### Динаміка валового внутрішнього продукту та виробничого травматизму

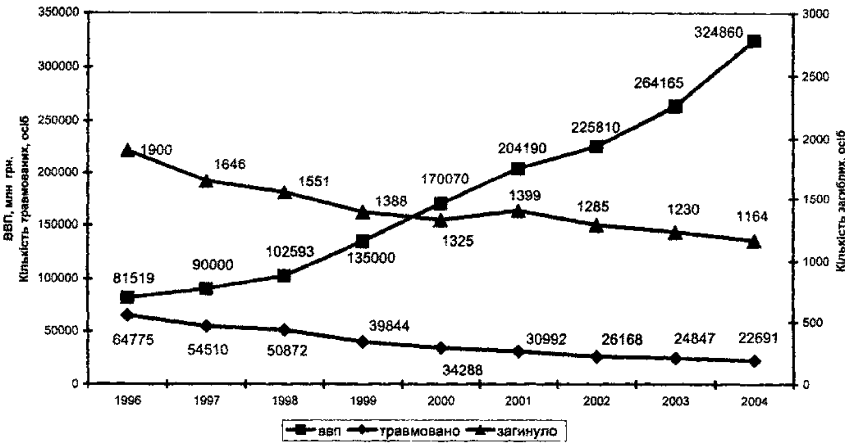


Рис. 1. Динаміка валового внутрішнього продукту та виробничого травматизму в Україні

Основними причинами нещасних випадків в нашій країні є порушення технологічного процесу, трудової та виробничої дисципліни, вимог безпеки при експлуатації транспортних засобів, незадовільне утримання і недоліки в організації робочих місць, незадовільна організація виконання робіт, невикористання засобів індивідуального захисту.

Разом з тим слід відмітити, що у зв'язку з погіршенням економічної ситуації і матеріально-технічної бази підприємств, що спостерігалось протягом минулих майже двох десятиліть, умови праці на більшості з них також погіршилися. В промисловості, сільському господарстві, будівництві на транспорті зростає кількість робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам і правилам. В середньому 20–25% працюючих постійно знаходяться під впливом шкідливих умов праці.

Із загальної кількості технічних засобів, які експлуатуються в країні, під облік потрапляє лише 30%. З них біля 50% вичерпали передбачений паспорт ресурсу роботи, 20% не відповідають вимогам нормативних актів охорони праці і лише 30% мають сертифікат.

Згідно оцінок, що наведені в Програмі розвитку України до 2010 року, біля 2/3 основних виробничих фондів країни протягом найближчих 10 років в більшій своїй частині стануть зношеними. Обумовлено це

тим, що критичного зносу досягнуть не лише фонди, яким зараз 15–20 років, а й ті, яким 10–14 років. В той же час за своїми потенційними можливостями Україна разом з іноземними інвесторами не зможе здійснити їх повне оновлення. Через це слід очікувати, що значно збільшиться кількість техногенних аварій, катастроф, нещасних випадків з людськими жертвами і травматизмом. В таких умовах необхідно прискорити процеси реструктуризації і модернізації перспективних та консервації, закриття і ліквідації мало перспективних та найнебезпечніших підприємств. В цьому процесі особливу роль відіграє охорона праці як система, яка має спрямовувати свої зусилля на забезпечення належного рівня безпеки праці та виробничого середовища.

Спостерігається суттєва (в кілька десятків разів) різниця по кількості травмованих та загиблих на виробництві в окремих регіонах країни. Найбільший виробничий травматизм має місце в Донецькій, Луганській, Дніпропетровській, Запорізькій областях, а найменший – в Чернівецькій, Закарпатській, Тернопільській областях (табл. 2).

Вирішення проблем охорони праці вимагає взаємодії відповідних органів влади та громадськості. Реалізація відповідних державних програм, спрямованих на покращання умов і охорони праці, дозволить розробити і впровадити науково обґрунтовану державну систему наглядової, навчально-методичної та контрольної діяльності у сфері охорони праці; адаптувати нормативно-правову базу з питань охорони праці до вимог директив Європейського Союзу; вирішити питання науково-методичного та інформаційного забезпечення з питань охорони праці на національному та регіональному рівні та багато іншого, що дозволить здійснити комплексне вирішення задач охорони праці, забезпечити пріоритет життя і здоров'я працюючих по відношенню до результатів виробничої діяльності і створити безпечні та здорові умови праці на підприємствах і в організаціях усіх форм власності.

Для вирішення зазначених задач в Україні існує достатній науково-технічний потенціал. Перед усім – це Національний науково-дослідний інститут охорони праці. Крім того понад 500 організацій і підприємств займаються питаннями охорони праці. Серед них відомі своїми розробками інститути НАН України, такі як Інститут економіки промисловості, ІЕЗ ім. Є. О. Патона, Інститут медицини праці; галузеві організації: МакНДІ (м. Макіївка), НВО «Респіратор» (м. Донецьк), ДержНДІТБХП (м. Сіверськодонецьк), ДержНДІБПГ (м. Кривий Ріг); вищі навчальні заклади: НТУУ «Київський політехнічний інститут», Державний університет «Львівська політехніка», Криворізький державний університет та ряд інших закладів.

*Таблиця 2*

**Відомості про стан виробничого травматизму за 2003–2004 рік по областях**

Області	2004 р.		2003 р.		Різниця, +/-	
	Всього	У т. ч. «смерт.»	Всього	У т. ч. «смерт.»	Всього	У т. ч. «смерт.»
Україна	22691	1164	24929	1230	-2238	-66
Авт. Республіка Крим	555	45	528	50	27	-5
Вінницька	523	28	525	33	-2	-5
Волинська	524	21	499	20	25	1
Дніпропетровська	2024	97	2134	136	-110	-39
Донецька	7182	235	8322	214	-1140	21
Житомирська	383	24	337	27	46	-3
Закарпатська	122	14	130	17	-8	-3
Запорізька	977	58	1041	45	-64	13
Івано-Франківська	278	26	257	18	21	8
Київська	406	63	441	38	-35	25
Кіровоградська	389	15	404	21	-15	-6
Луганська	3201	90	3593	93	-392	-3
Львівська	701	40	819	42	-118	-2
Миколаївська	290	21	357	30	-67	-9
Одеська	403	49	533	55	-130	-6
Полтавська	508	31	601	29	-93	2
Рівненська	254	15	303	15	-49	0
Сумська	586	21	597	22	-11	-1
Тернопільська	181	25	173	27	8	-2
Харківська	821	52	738	52	83	0
Херсонська	310	19	379	20	-69	-1
Хмельницька	361	36	353	37	8	-1
Черкаська	250	20	245	21	5	-1
Чернівецька	104	12	113	11	-9	1
Чернігівська	333	21	470	30	-137	-9
м. Київ	897	79	912	120	-15	-41
м. Севастополь	128	7	125	7	3	0

## ПРЕДМЕТ, СТРУКТУРА, ЗМІСТ ТА МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОХОРОНА ПРАЦІ»

Забезпечення здорових і безпечних умов трудової діяльності в нашій країні потребує корінної зміни ставлення всього суспільства до питань охорони праці, підвищення освіти посадових осіб і спеціалістів усіх рівнів, всього населення країни. Вирішення цієї проблеми неможливе без належної підготовки всіх фахівців з питань охорони праці. Професійна освіта покликана забезпечити майбутнього спеціаліста знаннями, уміннями і навичками безпечної професійної діяльності, зокрема під час виконання управлінських дій, при проектуванні чи розробці нових процесів, виконанні конкретних виробничих дій, технологічних операцій тощо. Випускник вищого навчального закладу повинен вміти використовувати закони та інші нормативно-правові акти, чинну галузеву нормативно-технічну документацію, засоби з охорони праці для того, щоб:

- розробляти організаційно-технічні заходи, які забезпечують безпечне виконання робіт;
- готувати робочі місця для безпечного виконання робіт, монтажу, обслуговування, експлуатації, використання, ремонту обладнання тощо;
- організовувати безпечне виконання робіт;
- застосовувати на практиці індивідуальні та колективні засоби захисту працюючих;
- виконувати вимоги норм безпечної експлуатації устаткування та обладнання, застосування пожежо- та вибухонебезпечних і отруйних матеріалів і речовин, що використовуються під час виконання робіт;
- забезпечувати протипожежну безпеку об'єктів;
- вміти користуватись первинними засобами пожежогасіння;
- дотримуватись правил особистої гігієни та втілювати заходи з дотримання вимог виробничої санітарії, поліпшення умов праці на робочих місцях.

Закон України «Про вищу освіту» встановлює, що **«вимоги до освітніх рівнів вищої освіти містять вимоги до рівня сформованості у особи соціальних і громадянських якостей з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності»**. Враховуючи це, вищий навчальний заклад повинен сформувати випускника як соціальну особистість, здатну вирішувати певні проблеми і задачі соціальної діяльності, виходячи з принципу пріоритетності охорони життя та здоров'я працівників.

Виходячи з вищевикладеного, метою вивчення охорони праці у вищій школі є формування у майбутнього фахівця такого рівня знань з соціальних, правових і організаційних питань охорони праці, з питань гігієни праці, виробничої санітарії, виробничої та пожежної безпеки, щоб він:

- ◆ чітко усвідомлював соціально-етичну важливість проблеми безпеки праці;

- ◆ вмів вирішувати типові задачі охорони праці відповідно до посадових обов'язків первинної посади майбутньої професії;

- ◆ мав активну позицію щодо практичної реалізації принципу пріоритетності охорони життя та здоров'я працівників.

Вивчення охорони праці у вищій школі відбувається неперервно і комплексно. Підготовка студентів в рамках нормативної навчальної дисципліни «Безпека життєдіяльності» спрямована передусім на формування світогляду, вироблення ідеології безпечного мислення і поведінки, і забезпечує майбутніх спеціалістів важливим інструментом не лише щоденного безпечного контактування з навколишнім світом, а й готує до майстерного виконання різної складності технологічних процесів. Завдяки цій дисципліні майбутній фахівець має опанувати філософію безпеки локальних екосоціосистем, уміти будувати логічне дерево подій виникнення небезпеки, визначати існуючі проблеми безпеки.

Уміння вирішувати типові задачі охорони праці відповідно до посадових обов'язків первинної посади майбутньої професії забезпечується відповідно до конкретної галузі і особливостей професійної діяльності майбутніх фахівців шляхом опанування безпечними методами та прийомами ведення робіт при вивченні загальнотехнічних та фахових дисциплін.

Підготовка студентів вищих навчальних закладів усіх напрямів освіти стосовно **питань правового забезпечення соціально-виробничої діяльності, організації охорони праці, організаційно-правового забезпечення належних культурно-побутових, санітарно-гігієнічних та безпечних умов праці, здорового способу життя та нормального психологічного клімату в трудовому колективі** повинна здійснюватися при вивченні дисципліни «Охорона праці». Вивчення цього курсу ставить за мету вирішення подвійного завдання:

- 1) оволодіння питаннями правового забезпечення соціально-виробничої діяльності, організації охорони праці, організаційно-правового забезпечення належних культурно-побутових, санітарно-гігієнічних та безпечних умов праці, здорового способу життя та нормального психологічного клімату в трудовому колективі;

2) оволодіння загальним підходом до питань охорони праці для того, щоб уміти узагальнювати та структурувати знання з охорони праці, як вже набуті, так і ті, що будуть набуті при вивченні інших навчальних дисциплін та практичним досвідом.

Вивчення курсу «Охорона праці» базується на знаннях, набутих при вивченні нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» та інших дисциплін – загальноосвітніх (математика, фізика, хімія), соціально-правових та економічних (трудове право, соціологія, економіка, організація і планування виробництва), медичних (гігієна, санітарія, токсикологія, фізіологія, психологія), загальнотехнічних та спеціальних (опір матеріалів, електротехніка, технологія та устаткування виробництва та ін.).

Охорона праці як наука належить до комплексу наукових дисциплін, що вивчають людину в процесі праці, таких, як наукова організація праці, ергономіка, інженерна психологія, технічна естетика. Ці дисципліни мають єдину мету – сприяти підвищенню продуктивності праці, зменшенню впливу на людину несприятливих чинників виробничого середовища, збереженню здоров'я працівників, підходяючи до цієї мети з різних сторін і на різних рівнях.

**Наукова організація праці** досліджує трудовий процес, на підставі чого розробляє та впроваджує в практику такі його схеми, при яких забезпечується максимальна продуктивність праці, створюються умови для збереження здоров'я працівників, збільшення періоду їх трудової діяльності.

**Ергономіка** досліджує знаряддя праці, розробляє та дає рекомендації щодо їх конструювання, виготовлення та експлуатації з метою забезпечення необхідної зручності, збереження сили, працездатності та здоров'я працюючих.

**Інженерна психологія** вивчає взаємодію людини з технікою і встановлює функціональні можливості людини в трудових процесах з метою створення таких умов праці, при яких зберігаються високі психофізіологічні можливості людини.

**Технічна естетика** встановлює залежність умов та результатів праці від архітектурного, конструктивного та художнього вирішення знарядь праці, робочих місць, дільниць, цехів, санітарно-побутових та інших допоміжних приміщень – всього, що оточує людину на виробництві.

Завершення підготовки фахівців з вищою освітою з питань охорони праці здійснюється при вивченні навчальної нормативної дисципліни «Охорона праці в галузі» та при підготовці розділу «Охорона праці» у кваліфікаційних та дипломних роботах (проектах).



# Розділ 1. НАУКОВІ, ПРАВОВІ, ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

## 1.1. Основні поняття в галузі охорони праці, ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

### 1.1.1. Термінологія охорони праці

Однією зі специфічних форм людської діяльності є трудова діяльність, під якою розуміється не лише праця в класичному її розумінні\*, а будь-яка діяльність (наукова, творча, художня, надання послуг тощо), якщо вона здійснюється в рамках трудового законодавства.

**Трудова діяльність** – це джерело розвитку суспільства, створення матеріальних, культурних і духовних цінностей, передумова існування як кожної окремої людини, так і людства в цілому. У процесі трудової діяльності розвиваються здібності людини, мислення, чуттєве сприйняття світу. З точки зору фізіології будь-яка трудова діяльність – це витрати фізичної і розумової енергії людини, але ці витрати необхідні і корисні для неї. Виконуючи трудові обов'язки, людина працює не лише заради свого блага, а задля блага суспільства в цілому. З економічної точки зору трудова діяльність повинна забезпечувати максимально можливий рівень продуктивності, тому одним із завдань суспільства є забезпечення таких умов її, коли вона не буде спричиняти негативного впливу на здоров'я працюючих, не буде завдавати шкоди оточуючим людям та довкіллю. В ідеалі трудова діяльність повинна надавати людині задоволення і не бути надмірно важкою чи напруженою. Важкість та напруженість праці є одними з головних характеристик трудового процесу.

**Важкість праці** – це така характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність. Важкість праці характеризується фізичним (динамічним і статичним) навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі.

---

\* праця – процес, що відбувається між людиною і природою з використанням певних знарядь, протягом якого людина впливає на природу і використовує її з метою виробництва матеріальних благ, необхідних для задоволення своїх потреб.

**Напруженість праці** – характеристика трудового процесу, що **відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника**. До факторів, що характеризують напруженість праці, відносяться: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Під час виконання людиною трудових обов'язків на неї діє **сукупність фізичних, хімічних, біологічних та соціальних чинників**. Ці чинники зводяться **виробничим середовищем**.

Виробниче середовище забезпечує життєдіяльність під час виконання трудових обов'язків, в тому числі і працездатність, але за певних обставин ці ж чинники можуть являти небезпеку і причиняти шкоду людині. Будь-які реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деякої небезпеки для працюючого, що полягає у можливості захворювання, отримання травми чи іншого ушкодження організму.

**Сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків складають умови праці**.

Люди, зняряддя праці, оточуюче середовище та завдання, що вирішуються в процесі трудової діяльності, являють собою динамічну систему, зміна в якій будь-якого з компонентів веде до зміни інших, а результируючий вплив на безпеку інколи буває важко оцінити заздалегідь. **Під безпекою розуміється стан захищеності особи та суцільства від ризику зазнати шкоди**.

Запровадження нових технологічних процесів, навіть тих, що спрямовані на полегшення праці\* чи підвищення її безпеки, часто пов'язане з появою нових чинників, загроза яких життю та здоров'ю працюючих часто може бути неусвідомленою або навіть невідомою.

Реальне виробництво супроводжується шкідливими та небезпечними чинниками (факторами) і має певний виробничий ризик. **Виробничий ризик – це ймовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, що зумовлена ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва**.

**Шкідливий виробничий фактор** – небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і вплив якого на працюючого може призведе-

---

\* Тут і далі під терміном «праця» розуміється діяльність, що здійснюється в рамках трудового законодавства.

сти до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо зумовленого чи професійного, і навіть смерті, як результату захворювання.

**Захворювання** – це порушення нормальної життєдіяльності організму, зумовлене функціональними та/або морфологічними змінами.

**Виробничо зумовлене захворювання** – захворювання, перебіг якого ускладнюється умовами праці, а частота якого перевищує частоту його у працівників, які не зазнають впливу певних професійних шкідливих факторів.

**Професійне захворювання (профзахворювання)** – це захворювання, що виникло внаслідок професійної діяльності та зумовлюється виключно або переважно впливом шкідливих речовин і певних видів робіт та інших факторів, пов'язаних з роботою.

**Небезпечний виробничий фактор** – небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті.

**Виробнича травма** – пошкодження тканин, порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів. Як правило, виробнича травма є наслідком нещасного випадку на виробництві.

**Нещасний випадок на виробництві** – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

Поділення несприятливих чинників виробничого середовища на шкідливі та небезпечні зумовлене різним характером їх дії на людський організм, тим, що вони потребують різних заходів та засобів для боротьби з ними та профілактики викликаних ними ушкоджень, а також рядом причин організаційного характеру. В той же час між шкідливими та небезпечними виробничими факторами інколи важко провести чітку межу. Один і той же чинник може викликати травму і захворювання (наприклад, високий рівень іонізуючого або теплового випромінювання може викликати опік або навіть призвести до миттєвої смерті, а довготривала дія порівняно невисокого рівня цих же факторів – до хвороби; пилюнка, що потрапила в око, спричиняє травму, а пил, що осідає в легенях, – захворювання, що зветься пневмоконіоз). Через це всі несприятливі виробничі чинники часто розглядаються як єдине поняття – небезпечний та шкідливий виробничий фактор (НШВФ).

**За своїм походженням та природою дії НШВФ ділять на 5 груп: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні\*.**

До *фізичних НШВФ* відносяться машини та механізми або їх елементи, а також вироби, матеріали, заготовки тощо, які рухаються або обертаються; конструкції, які руйнуються; системи, устаткування або елементи обладнання, які знаходяться під підвищеним тиском; підвищена запиленість та загазованість повітря; підвищена або понижена температура повітря, поверхонь приміщення, обладнання, матеріалів; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвуку; підвищений або понижений барометричний тиск та його різкі коливання; підвищена та понижена вологість; підвищена швидкість руху та підвищена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючих випромінювань; підвищене значення напруги в електричній мережі; підвищені рівні статичної електрики, електромагнітних випромінювань; підвищена напруженість електричного, магнітного полів; відсутність або нестача світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; понижена контрастність; прямий та віддзеркалений блиск; підвищена пульсація світлового потоку; підвищені рівні ультрафіолетової та інфрачервоної радіації; гострі кромки, задирки, шершавість на поверхні заготовок, інструментів та обладнання; розташування робочого місця на значній висоті відносно землі (підлоги); слизька підлога; невагомість.

До *хімічних НШВФ* відносяться хімічні речовини, які по характеру дії на організм людини поділяються на токсичні, задушливі, наркотичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні та такі, що впливають на репродуктивну функцію. За шляхами проникнення в організм людини вони поділяються на такі, що потрапляють через:

- 1) органи дихання;
- 2) шлунково-кишковий тракт;
- 3) шкіряні покриви та слизисті оболонки.

До *біологічних НШВФ* відносяться патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки, найпростіші) та продукти їхньої життєдіяльності, а також макроорганізми (тварини та рослини).

До *психофізіологічних НШВФ* відносяться фізичні (статичні та динамічні) перевантаження і нервово-психічні перевантаження (розу-

---

\* Чинний міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 виділяє лише перші чотири групи названих чинників, але, як в працях, виданих під егідою Міжнародної Організації Праці, так і в ДСТУ 2293-99 у визначенні терміну «виробниче середовище» виділяються також соціальні чинники, тому автори цього підручника також виділяють їх.

мове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

*Соціальні НШВФ* – це неякісна організація роботи, понаднормова робота, необхідність роботи в колективі з поганими відносинами між його членами, соціальна ізоляваність з відривом від сім'ї, зміна біоритмів, незадоволеність роботою, фізична та/або словесна образа та її ризик, насильство та його ризик.

Один і той же НШВФ за природою своєї дії може належати водночас до різних груп.

Однією з причин появи НШВФ є небезпечні речовини. **Небезпечна речовина** – це хімічна, токсична, вибухова, окислювальна, горюча речовина, біологічні агенти та речовини біологічного походження (біохімічні, мікробіологічні, біотехнологічні препарати, патогенні для людей і тварин мікроорганізми тощо), які становлять небезпеку для життя і здоров'я людей та довкілля, сукупність властивостей речовин і/або особливостей їх стану, внаслідок яких за певних обставин може створитися загроза життю і здоров'ю людей, довкіллю, матеріальним та культурним цінностям.

**Такий стан умов праці, при яких виключена дія на працюючого небезпечних та шкідливих виробничих факторів зветься безпекою праці.**

Виходячи з того, що в житті, а тим більше у виробничому процесі, абсолютної безпеки не існує, нерозумно було б вимагати від реально-го виробництва повного викорінення травматизму, виключення можливості будь-якого захворювання. Але реальним і розумним є ставити питання про зведення до мінімуму впливу об'єктивно існуючих виробничих небезпек. На досягнення цієї мети спрямована **охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.**

### 1.1.2. Задачі охорони праці та її структура

Наведене вище визначення охорони праці, яке встановлене Законом України «Про охорону праці», свідчить, що охорона праці являє собою сукупність законів, нормативно-правових актів, а також комплекс різноманітних заходів та засобів, які забезпечують безпеку праці, збереження життя, здоров'я та працездатності людей при виконанні ними трудових обов'язків.

Охорона праці водночас вирішує дві задачі.

Одна з них – інженерно-технічна, що передбачає запобігання небезпечним подіям під час трудового процесу шляхом:

- заміни небезпечних матеріалів менш небезпечними;
- переходу на нові технології, які зменшують ризик травмування і захворювання;
- проектування і конструювання устаткування з урахуванням вимог безпеки праці;
- розробки засобів індивідуального та колективного захисту.

Друга задача – соціальна, пов'язана з відшкодуванням матеріальної та соціальної шкоди, отриманої внаслідок нещасного випадку або роботи в несприятливих умовах, тобто захист працівника та його прав.

Виходячи з поставлених перед нею задач, охорона праці складається з правових та організаційних основ, виробничої санітарії, виробничої та пожежної безпеки на виробництві.

**Правові та організаційні основи охорони праці** являють собою комплекс взаємопов'язаних законів та інших нормативно-правових актів, соціально-економічних та організаційних заходів, спрямованих на правильну і безпечну організацію праці, забезпечення працюючих засобами захисту, компенсацію за важку роботу та роботу в шкідливих умовах, навченість працівників безпечному веденню робіт, регламентацію відповідальності та відшкодування шкоди в разі ушкодження здоров'я працівника або його смерті.

**Виробнича санітарія** – комплекс організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів, спрямованих на запобігання або зменшення дії на працюючих шкідливих виробничих факторів.

**Виробнича безпека** – безпека від нещасних випадків та аварій на виробничих об'єктах і від їх наслідків, що забезпечується комплексом організаційних та технічних заходів та засобів, спрямованих на запобігання або зменшення дії на працюючих небезпечних виробничих факторів.

**Пожежна безпека на виробництві** – комплекс заходів та засобів, спрямованих на запобігання запалювань, пожеж та вибухів у виробничому середовищі, а також на зменшення негативної дії небезпечних та шкідливих факторів, які утворюються в разі їх виникнення.

Структурна схема охорони праці показана на рис. 1.1.

З наведеної схеми видно, що правові та організаційні основи охорони праці є тією базою, яка забезпечує соціальний захист працівників і на якій будується інженерно-технічна складова охорони праці. Виробнича санітарія, виробнича безпека та пожежна безпека на виробництві з одного боку базуються на правових та організаційних основах охоро-



Рис. 1.1. Структурна схема охорони праці

ни праці, з іншого боку вони визначають пріоритети, структуру цих основ та необхідність змін в них. Виробнича санітарія, виробнича безпека та пожежна безпека на виробництві також тісно пов'язані між собою, що буде видно з подальшого вивчення навчальної дисципліни.

## 1.2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 1.2.1. Попередження виробничого травматизму, професійної захворюваності та аварій – головне завдання охорони праці

Виробничі травми та професійні захворювання (отруєння) є небажаним наслідком взаємодії людини з виробничим середовищем.

До травм ведуть нещасні випадки, які являють собою раптові (несподівані) події, що викликаються зовнішніми чинниками і наносять шкоду людині. Інколи, на побутовому рівні, ці два поняття – нещасний випадок та травма – ототожнюються, але в охороні праці кожне з них має своє значення.

До травм відносять забиті місця на тілі, порізи, поранення, переломи кісток, опіки, обмороження, утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, наслідки контакту з представниками флори та фауни тощо.

**Нещасні випадки поділяють:**

- *за кількістю потерпілих* на такі, що сталися з одним працівником, і групі нещасні випадки, які сталися одночасно з двома і більше працівниками;

- *за ступенем тяжкості ушкодження здоров'я* – без втрати працездатності, з втратою працездатності на 1 робочий день і більше, з тяжким наслідком, зі стійкою втратою працездатності (каліцтво) і смертельні (летальні);

- *за зв'язком з виробництвом* – на такі, що пов'язані з виробництвом і не пов'язані з виробництвом.

Пов'язаними з виробництвом визнаються нещасні випадки, що сталися з працівниками під час виконання трудових обов'язків, у тому числі у відрядженнях, а також ті, що сталися у період:

- ◆ перебування на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці роботи протягом робочого часу;

- ◆ приведення в порядок знарядь виробництва, засобів захисту, одягу перед початком роботи і після її закінчення, виконання заходів особистої гігієни;

- ◆ проїзду на роботу чи з роботи на транспортному засобі підприємства;

- ◆ використання власного транспортного засобу в інтересах підприємства з дозволу або за дорученням роботодавця;

- ◆ провадження дій в інтересах підприємства;

- ◆ ліквідації аварій, пожеж та наслідків стихійного лиха;

- ◆ надання підприємством шефської допомоги;

- ◆ перебування у транспортному засобі або на його стоянці, на території вахтового селища, у тому числі під час змінного відпочинку, якщо причина нещасного випадку пов'язана з виконанням потерпілим трудових (посадових) обов'язків або з дією на нього небезпечних чи шкідливих виробничих факторів або середовища;

- ◆ прямування працівника до (між) об'єкта(ми) обслуговування за затвердженими маршрутами або до будь-якого об'єкта за дорученням роботодавця;

- ◆ прямування до місця відрядження та в зворотному напрямку відповідно до завдання про відрядження.

Пов'язаними з виробництвом визнаються також випадки:

- раптового погіршення стану здоров'я працівника або його смерті внаслідок гострої серцево-судинної недостатності під час перебування



на підземних роботах чи після виведення працівника на поверхню з ознаками гострої серцево-судинної недостатності;

- скоєння самогубства працівником плавскладу в разі перевищення обумовленого колективним договором строку перебування у рейсі або його смерті під час перебування у рейсі внаслідок впливу психофізіологічних, небезпечних чи шкідливих виробничих факторів.

Не визнаються пов'язаними з виробництвом нещасні випадки, що сталися з працівниками:

- ◆ за місцем постійного проживання на території польових і вахтових селищ;

- ◆ під час використання ними в особистих цілях транспортних засобів, машин, механізмів, устаткування, інструментів, що належать або використовуються підприємством (крім випадків, що сталися внаслідок їх несправності);

- ◆ внаслідок отруєння алкоголем, наркотичними засобами, токсичними чи отруйними речовинами, якщо це не пов'язане із застосуванням таких речовин у виробничих процесах чи порушенням вимог безпеки щодо їх зберігання і транспортування або якщо потерпілий, який перебував у стані алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння, до нещасного випадку був відсторонений від роботи відповідно до вимог правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства або колективного договору;

- ◆ у разі алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння, не зумовленого виробничим процесом;

- ◆ під час скоєння ними злочину, що встановлено обвинувальним вироком суду;

- ◆ у разі смерті або самогубства (крім випадків, зазначених вище).

Про нещасні випадки, що сталися з працівниками під час виконання трудових обов'язків і які визнаються пов'язаними з виробництвом складається Акт про нещасний випадок на виробництві (Форма Н-1).

Цей акт містить:

- інформацію про потерпілого (прізвище, ім'я та по батькові, домашня адреса, вік, стать, професія (посада), стаж роботи (загальний та за посадою), навчання та перевірка знань за професією чи видом роботи, під час якої стався нещасний випадок, проходження інструктажів з охорони праці та медичного огляду, діагноз за листком непрацездатності, перебування потерпілого в стані сп'яніння);

- інформацію про підприємство, працівником якого є потерпілий, місце, де стався нещасний випадок, устаткування, машини, механізми, транспортні засоби, експлуатація яких призвела до нещасного випадку;

- інформацію про нещасний випадок (місце, дата, час, вид події, шкідливий або небезпечний фактор та його значення);
- інформацію про свідків нещасного випадку та осіб, які допустили порушення законодавства про охорону праці, дії чи бездіяльність яких стали основною або супутньою причиною нещасного випадку;
- інформацію про заходи, спрямовані на усунення причин нещасного випадку.

Акт за формою Н-1 є первинним документом, що несе всю інформацію про кожен нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом, що трапився в країні. Він складається з текстової і кодової частин, які заповнюються відповідно до загальноприйнятих (установлених) термінів, міжгалузевих, галузевих і спеціально розроблених класифікаторів. Кодування інформації, яку містять акти (форма Н-1) дає можливість легко і повно виконувати її статистичну обробку та аналіз.

Про нещасні випадки, що не пов'язані з виробництвом, складається акт за формою НТ (невиробничий травматизм), але оскільки відповідно до Порядку розслідування та обліку нещасних випадків невинного характеру таке розслідування проводиться обов'язково лише в разі смерті або на вимогу потерпілого, то найбільш повну інформацію про невинний травматизм можна отримати з журналів, які ведуть лікувально-профілактичні заклади, до яких звернулися або були доставлені потерпілі, або звітів про нещасні випадки, які щомісяця надсилаються лікувально-профілактичними закладами до районних держадміністрацій (виконавчих органів міських, районних у містах рад). Ці документи містять інформацію про потерпілого (прізвище, ім'я та по-батькові, професія або рід занять, адреса, наявність алкогольного чи наркотичного сп'яніння), місце і час травмування, подію, що призвела до нещасного випадку, діагноз та вид травми. Акт розслідування невинного травматизму містить також інформацію про причину нещасного випадку.

**Професійне захворювання** зумовлюється впливом шкідливих речовин, певних видів робіт та інших виробничих факторів.

Причиною професійного захворювання може бути: запиленість або загазованість повітря робочої зони шкідливими речовинами; підвищені та знижені температури поверхні устаткування, матеріалів, повітря робочої зони; підвищений рівень шуму, вібрації, інфразвукового коливання, ультразвуку, електромагнітного випромінювання; іонізуючого випромінювання; підвищений або понижений рівень барометричного тиску, вологості та рухомості повітря; контакт із джерелами інфекцій-

них захворювань; рівень фізичного перевантаження; інші виробничі фактори за гігієнічною класифікацією праці.

Професійні захворювання виникають за обставин невиконання правил виробничого процесу; порушень режиму експлуатації технологічного устаткування, приладів, робочого інструменту; аварійних ситуацій; відсутності, неефективності роботи або пошкодження захисних засобів і механізмів, систем вентиляції, екранування, сигналізації, освітлення, кондиціонування повітря; порушення правил виробничої безпеки, гігієни праці; через відсутність (невикористання) засобів індивідуального захисту; недосконалість технології, механізмів, робочого інструменту; відсутність заходів і засобів рятувального характеру тощо.

В деяких галузях виробництва у зв'язку з використанням однакових, часто повторюваних рухів, і фізичним навантаженням спостерігається підвищення рівня захворюваності нервово-мозкового апарату. Крім того, в останні роки спостерігається поява нових видів захворюваності у зв'язку з широким використанням комп'ютерних технологій.

Професійні захворювання, що викликаються вдиханням токсичних хімічних речовин, всмоктуванням їх через шкіру або попаданням в організм через шлунково-кишковий тракт, прийнято називати **професійними отруєннями**.

Професійні захворювання та отруєння, що виникають протягом короткого проміжку часу (однієї зміни чи доби), називаються *гострими*, а такі, для виникнення яких потрібен довгий термін – *хронічними*.

Первинними документами, що несуть повну інформацію про кожне професійне захворювання, є карти обліку професійних захворювань за формою П-5, які складають установи державної санітарно-епідеміологічної служби на підставі розслідування нещасних випадків (в разі гострих професійних захворювань) та на підставі розслідування професійних захворювань (в разі хронічних захворювань). Карта обліку професійних захворювань (Форма П-5) містить інформацію про:

- ◆ місцезнаходження та підпорядкованість підприємства, на якому зареєстровано профзахворювання;

- ◆ потерпілого (стать, вік, професія, стаж роботи за даною професією та стаж роботи в контактi зі шкідливим виробничим фактором, що спричинив захворювання);

- ◆ шкідливі виробничі фактори (основний та супутні), що спричинили профзахворювання та обставини його виникнення;

◆ вид (захворювання чи отруєння), форму (гостре чи хронічне), діагноз профзахворювання та його тяжкість;

◆ заходи, вжиті санепідстанцією.

Так само як і акт за формою Н-1 Карта обліку професійних захворювань складається з текстової і кодової частин, які заповнюються відповідно класифікаторів Міністерства охорони здоров'я.

Однією з вагомих причин, які викликають виробничий травматизм та професійну захворюваність, є **аварії** – небезпечні події техногенного характеру, що створюють на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводять до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого процесу чи завдають шкоди довкіллю.

Аварії поділяються на дві категорії.

До I категорії належать аварії, внаслідок яких:

- загинуло 5 чи травмовано 10 і більше осіб;
- стався викид отруйних, радіоактивних та небезпечних речовин за межі санітарно-захисної зони підприємства;
- збільшилася концентрація забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі більш як у 10 разів;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я значної кількості працівників підприємства чи населення.

До II категорії належать аварії, внаслідок яких:

- ◆ загинуло до 5 чи травмовано від 4 до 10 осіб;
- ◆ зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівників цеху, дільниці з чисельністю працюючих 100 чоловік і більше.

Випадки порушення технологічних процесів, роботи устаткування, тимчасової зупинки виробництва внаслідок спрацювання автоматичних захисних блокувань та інші локальні порушення у роботі цехів, дільниць і окремих об'єктів, падіння опор та обрив проводів ліній електропередачі тощо не належать до аварій, що мають категорію.

Як правило до аварій на промислових об'єктах призводять *відмови (неполадки)* – події, що полягають у порушенні робочого стану обладнання (об'єкту). До однієї й тієї ж аварії або аварійної ситуації можуть привести різні види відмов, а одна й та ж відмова може привести до різних аварійних ситуацій (аварій). Переважна кількість аварійних ситуацій на промислових об'єктах України виникає в результаті порушення технологічного процесу, порушення трудової та виробничої дисципліни, незадовільної організації виконання робіт.

Промислові об'єкти, на яких використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти, що є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру, називаються **об'єктами підвищеної небезпеки**.

У зв'язку з використанням все більших енергетичних потужностей та зростанням концентрації енергії на невеликих ділянках, різко зростає ступінь небезпеки аварій як для довкілля, так і для людей, що мешкають поблизу об'єктів підвищеної небезпеки, а особливо для працюючих на них. До того ж останнім часом відмічено значне зростання надзвичайних ситуацій техногенного характеру, пов'язаних з аваріями на промислових об'єктах. Наслідком цього є зростання кількості працівників, що травмується і гине в аварійних ситуаціях. За 1996 – 1999 рр. кількість потерпілих в аваріях в Україні зросло з 1 до 1,5%, загиблих – з 11,7 до 17,9%. Значна кількість, а саме, 30,6% аварій закінчується летальними наслідками.

### 1.2.2. Системний аналіз в охороні праці

Попередження нещасних випадків, професійних захворювань та аварій повинно закладатись вже на етапі планування виробництва і забезпечуватись на всіх його стадіях.

В ході виробничого процесу відбувається взаємодія людей з оточуючим їх виробничим середовищем. У широкому розумінні виробниче середовище включає в себе комплекс виробничих споруд з усіма їх елементами (напр., стіни, підлога, стеля, східці, вікна тощо), знаряддя праці (машини, механізми, інструмент, прилади та ін.), сировину, напівфабрикати, матеріали, енергоносії, повітряне середовище, а також інших людей і являє собою певне джерело небезпеки.

Для того, щоб гарантувати виконання усіх робіт найбільш безпечним способом, та позбавити працюючих від небажаного ризику травм, пошкодження здоров'я чи майна, охорона праці використовує системний підхід та системний аналіз.

Системою, яка вивчається в охороні праці, є система «людина – виробниче середовище». Процес системного аналізу здійснюється відносно виробничого середовища, де люди, технологічні процеси, обладнання/механізми та виробничі приміщення є складовими частинами, які можуть впливати на безпеку та успішне виконання роботи або

поставленої задачі. Кожен з цих елементів може додавати деяку міру ризику на людей або обладнання у процесі виконання роботи. Люди, наприклад, можуть бути небезпечні для себе та оточуючих у промисловому або технологічному середовищі. Неуважність, недостатня професійна підготовка, недоречні жарти, стомленість, стреси, образи та особисті проблеми (одруження, фінансові проблеми тощо) – все це так звані людські або соціальні чинники, які являються перешкодою оптимальному або бажаному рівню виконання робіт людьми. Так само, деякі види машин та устаткування можуть являти небезпеку, навіть якщо вони працюють так, як треба, без збоїв (наприклад, транспорт, преси, ручний інструмент тощо). Не точно складена або неправильно виконана технологічна інструкція також може спричинити небезпеку під час технологічного процесу.

У процесі системного аналізу необхідно брати до уваги усі ці фактори для того, щоб врахувати різні потенційні небезпеки, які можуть бути пов'язані з тією чи іншою специфічною роботою чи завданням. Рис. 1.2 показує, що процес системного аналізу поєднує поняття людських ресурсів, технологічних процесів, виробничих приміщень та устаткування, які повинні функціонувати всередині специфічного робочого середовища, виконуючи одну або декілька задач. Для пояснення цього розглянемо два приклади.

У першому прикладі покажемо, як системний підхід може бути використаний для забезпечення безпеки роботи при експлуатації електричної пральної машини на стадії її конструювання.

Перш за все конструктор повинен врахувати всі небезпечні та шкідливі чинники, які можуть виникнути під час роботи такої машини. Це небезпека враження електричним струмом, небезпека елементів, що обертаються, та віброакустичних коливань, які можуть при цьому виникати, небезпека води та елементів машини, нагрітих до високої температури, небезпека хімічних сполук, які входять до складу пральних порошоків чи рідин, небезпека виникнення пожежі. Крім цього обов'язково необхідно передбачити оптимальні та допустимі параметри оточуючого середовища, в якому буде експлуатуватися машина. Це – температура, вологість, швидкість руху повітря, освітленість пульту та робочих елементів машини. По кожному з зазначених чинників необхідно проаналізувати можливий характер дії та ушкодження, яке він може спричинити людині. Для цього потрібно визначити параметри кожного з чинників (величина струму, який буде протікати через людину в разі дотику до елементів машини, які знаходяться або можуть опинитися під напругою, максимально можлива температура



Рис. 1.2. Елементи системного аналізу в охороні праці

нагрітих елементів машини, маса та швидкість обертання бака, рівні вібрації та шуму, які можуть виникнути при роботі машини, характер дії хімічних сполук, що входять до складу пральних порошоків чи рідин), порівняти ці значення з нормативними або допустимими з точки зору дії на людину, зробити висновок щодо можливої дії. В разі виявлення таких чинників, які можуть привести до несприятливої дії на людину, необхідно розробити заходи, що усувають їх або приводять їхні значення до допустимих параметрів, наприклад, як це досягнуто у сучасних пральних машинах стосовно шуму та вібрації. Якщо це неможливо або ж економічно недоцільно, необхідно розробити заходи, які захищають людину від дії цих чинників як при нормальній роботі

машини, так і в разі можливої аварії чи помилкової дії оператора. Технологічний процес прання, віджимання та сушки базується на використанні високих температур та високої швидкості обертання бака машини, тому захист оператора забезпечується корпусом машини. А для того, щоб уникнути можливого травмування в разі спроби відкрити кришку, коли бак обертається або в ньому знаходиться гаряча вода, передбачене відповідне блокування.

Для привода пральних машин використовується електричний струм напругою 110–220 В, що небезпечно для людини. Принципово можливо сконструювати машину, що буде живитися від джерела напруги 6–12 В, яка практично не становить небезпеки для людини, але економічно це недоцільно, тому в машинах передбачається відповідний захист від враження людини електричним струмом як при нормальній роботі, так і в разі можливої аварії. Крім того на випадок короткого замкнення чи іншого ушкодження, яке може призвести до пожежі, в машині передбачені запобіжні пристрої, що автоматично вимикають її для того, щоб уникнути пожежі.

Супровідна технічна документація на машину обов'язково повинна містити інформацію про вимоги до зовнішнього середовища, мереж електро- та водопостачання, технічного обслуговування, режимів роботи тощо, при яких забезпечується її надійна експлуатація. Ця документація повинна бути використана під час розробки правил виробничої безпеки, якими мусить керуватись оператор цієї машини.

У другому прикладі розглянемо технологічний процес переміщення декількох ємностей, які містять високолетючий, легкозаймистий розчинник з одного складу підприємства на інший за допомогою вилочного навантажувача. Яка ймовірність або ступінь аварії чи нещасного випадку існує при такій простій операції, як ця, тобто наскільки ця операція є безпечною? Для відповіді на це запитання необхідно, по-перше, звернути увагу на оператора, особливо на його (чи її) кваліфікацію, досвід роботи та ставлення до неї. По-друге, навантажувач та інше обладнання, що застосовується при цьому (затискувачі для ємностей, стан ємностей, обладнання, яке забезпечує безпеку тощо) повинні також розглядатися як ймовірні джерела виробничої аварії. По-третє, необхідно мати детальну інформацію про стан приміщень, у яких складуються ємності і які повинні бути спеціально спроектовані для зберігання товарів такого роду та обладнані відповідним протипожежним устаткуванням. І нарешті, необхідно мати інформацію про четвертий елемент виробничого середовища – технологічні інструкції, організацію робіт, контроль за станом охорони праці.



Як можна бачити з наведених вище прикладів, метою яких було показати лише суть системного аналізу при проектуванні системи або розробці технологічного процесу, – існує велика кількість потенційних небезпек. Звичайно цей аналіз навіть в разі наведених простих прикладів повинен бути більш повним і детальним, оскільки метою його є пошук потенційних небезпек та якомога точніша їх оцінка для того, щоб виключити їх або звести до певного рівня, при якому можливе виконання виробничих завдань. Коротко кажучи, системний аналіз визначає коригуючі заходи, які повинні бути вжиті у виробничому процесі ще до виконання роботи чи вирішення основної задачі.

Концепція системного аналізу вимагає враховувати усі ймовірні небезпеки як складові тієї чи іншої небезпечної ситуації до факту виникнення джерела небезпеки у системі «людина – виробниче середовище». Та наявність джерела небезпеки ще не означає того, що людині обов'язково повинна бути спричинена якась шкода. Існування джерела небезпеки свідчить передусім про можливість утворення небезпечної ситуації, за якої буде спричинена шкода. Для того, щоб створилась реальна небезпечна ситуація, необхідна причина або умова, своєрідний «пусковий механізм», при якому потенційна небезпека переходить в реальну. Логічним процесом розвитку небезпеки, реалізації потенційної загрози є триада «джерело небезпеки – причина (умова) – небезпечна ситуація».

Небезпека, як правило, проявляється у визначеній просторовій області, яка отримала назву **небезпечна зона**. На рис. 1.3 наведено графічні варіанти взаємного розташування зони перебування людини та небезпечної зони.

Варіант I ілюструє найбільш небезпечну ситуацію, коли людина, яка не має засобів захисту або не використовує їх, знаходиться у небезпечній зоні. При варіанті II небезпека існує лише у місці суміщення

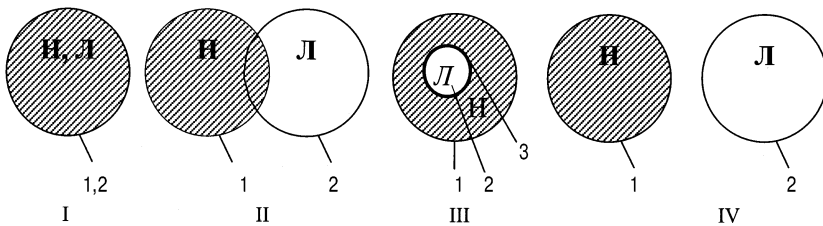


Рис. 1.3. Графічні варіанти взаємного розташування небезпечної зони 1, зони перебування людини 2 та засобів захисту 3.

зон 1 та 2. Оскільки людина в такому місці знаходиться, як правило, короткочасно (спостереження, огляд, невеликий ремонт тощо), то під небезпечним впливом вона може опинитись лише в цей період. У варіанті III небезпека виникає тільки у випадку порушення засобів захисту 3. Повну безпеку, вірніше сказати, прийнятний рівень ймовірності прояву небезпеки, гарантує лише IV варіант. Наприклад, дистанційне керування технологічним процесом.

Таким чином, найбільш небезпечна ситуація для людини виникає за таких умов:

- ◆ небезпека реально існує;
- ◆ людина знаходиться в зоні дії небезпеки;
- ◆ людина не має достатніх засобів захисту, не використовує їх або ці засоби неефективні.

Виникнення небезпечних ситуацій, що можуть привести до нещасного випадку, так само як і несприятливих умов праці, що ведуть до виникнення профзахворювань, зумовлюється тим, що порушується взаємодія між людиною і об'єктивним виробничим середовищем. Причиною такого порушення може стати недостатня кваліфікація, невідповідність обладнання або матеріалів чи невірна організація виробничого процесу. Як наслідок робітник витрачає надмірні зусилля для виконання роботи або ж його можливості використовуються не в повній мірі. Іншою причиною може стати те, що об'єктивні елементи системи (наприклад, машини) можуть втратити надійність. В результаті умови праці стають небезпечними, виникає загроза аварійних ситуацій, нещасних випадків, професійних захворювань, зменшення продуктивності праці.

Ще до початку будь-яких робіт повинні бути визначені загальні вимоги охорони праці і поділена відповідальність за її забезпечення. Конкретні вимоги охорони праці повинні формуватись таким чином, щоб їх ефективність піддавалась відповідній оцінці.

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійної захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на наступні основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні.

**Організаційні причини:** відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил

планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

**Технічні причини:** невідповідність вимогам безпеки або несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

**Санітарно-гігієнічні причини:** підвищений вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни тощо.

**Психофізіологічні причини:** помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі.

Діаграма (рис. 1.4) показує, що основні причини нещасних випадків та аварій на виробництві в Україні – організаційні, вони значно перевищують технічні та психофізіологічні. Санітарно-гігієнічні причини як правило призводять до професійних захворювань.

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяються на технічні та організаційні.

До **технічних заходів** належать заходи з виробничої санітарії, виробничої та пожежної безпеки.

Заходи з *виробничої санітарії* передбачають створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляцію конструкцій будівель та технологічного устаткування; заміну шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; забезпечення оптимальної концентрації аероіонів; герметизацію шкідливих процесів; зниження рівнів шуму, інфразвуку, ультразвуку, вібрації, електромагнітних та електростатичних полів, іонізуючого випромінювання; влаштування раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

До заходів з *виробничої безпеки* належать: розроблення та впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автома-

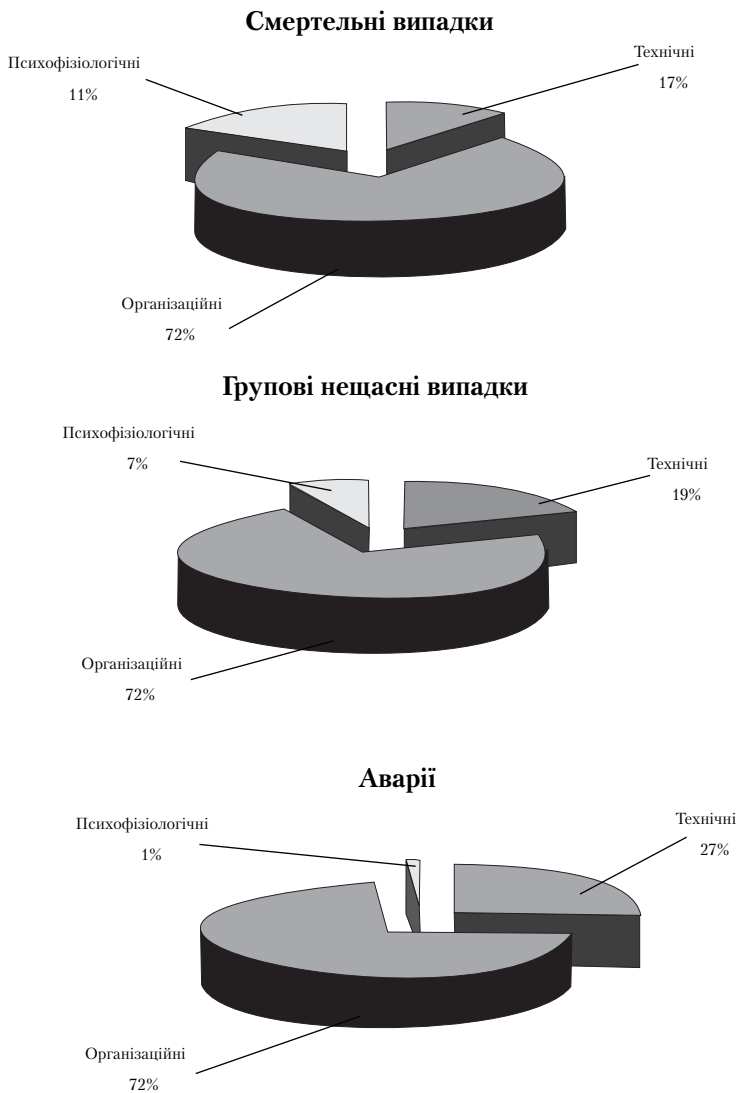


Рис. 1.4. Основні причини смертельних, групових нещасних випадків та аварій на виробництві в Україні за 2004 р.

тичних блокувальних засобів; правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням; розроблення та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами; запровадження принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До заходів з *пожежної безпеки* належать: запровадження системи попередження пожеж та системи протипожежного захисту.

До **організаційних заходів** належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, нормативно-правових актів з охорони праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, обладнання, технічних систем.

### 1.2.3. Ризик як оцінка небезпеки

Основним питанням теорії і практики охорони праці є питання підвищення рівня безпеки. Порядок пріоритетів при розробці будь-якого проекту потребує, щоб вже на перших стадіях розробки продукту або системи у відповідний проект, наскільки це можливо, були включені елементи, що виключають небезпеку. На жаль, це не завжди можливо. Якщо виявлену небезпеку неможливо виключити повністю, необхідно знизити ймовірність її появи до припустимого рівня шляхом вибору відповідного рішення. Досягти цієї мети можна кількома шляхами. Це може бути повна або часткова відмова від робіт, операцій та систем, які мають високий ступінь небезпеки; заміна небезпечних операцій іншими — менш небезпечними; удосконалення систем та об'єктів або застосування технічних чи організаційних заходів, наведених вище.

Кожен із зазначених напрямів має свої переваги і недоліки, і тому часто заздалегідь важко сказати, який з них кращий. Як правило, для підвищення рівня безпеки завжди використовується комплекс цих заходів та засобів. Для того щоб надати перевагу конкретним заходам та засобам або певному їх комплексу, необхідно мати кількісну оцінку безпеки чи небезпеки. Такою **кількісною оцінкою небезпеки є ризик**. Згідно ДСТУ 2293-99 ризик – це ймовірність заподіяння шкоди з урахуванням її тяжкості.

Поняття ризику є одним з ключових в охороні праці, тому дуже важливо знати його значення і вміло використовувати. Зараз існує і використовується кілька його трактувань або значень. Ми, не замислюючись, говоримо такі фрази: «Ця робота пов'язана з ризиком»,

«Якщо працівник використовує несправний інструмент, у нього є ризик зазнати травми», або: «Підприємець, що розпочав справу, ризикує на мільйон гривень». У кожному з цих випадків термін «ризик» має різне трактування. У першому випадку слово «ризик» є синонімом слова «небезпека»; у другому – під ризиком розуміється ймовірність появи несприятливої події, наприклад, травми, загибелі, аварії; а у третьому – потенційна шкода, яка може бути нанесена несприятливою подією. Ці трактування закріпились і використовуються в багатьох науках про ризики, в тому числі і в охороні праці.

При оцінці ризику як ймовірності появи несприятливої події **ризик** ( $R$ ) визначається відношенням кількості подій з небажаними наслідками ( $n$ ) до максимально можливої їх кількості ( $N$ ) за конкретний період часу:

$$R = n/N.$$

Наведена формула дозволяє розрахувати розміри загального та групового ризику. При оцінці *загального ризику* величина  $N$  визначає максимальну кількість усіх подій, а при оцінці *групового ризику* – максимальну кількість подій у конкретній групі, що вибрана із загальної кількості за певною ознакою. Зокрема, в групу можуть входити люди, що належать до однієї професії, віку, статі; групу можуть складати також транспортні засоби одного типу; один клас суб'єктів господарської діяльності тощо. Ризик у всіх цих випадках є безрозмірною величиною.

Характерним прикладом визначення загального та групового ризику може служити розрахунок числового значення виробничого травматизму. Виробничий ризик – це ймовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків. В табл. 1.1 наведені дані виробничого травматизму за видами економічної діяльності в Україні та в цілому по країні за 1999 рік. З таблиці видно, що ризик отримати травму на виробництві в цілому по Україні у 1999 р. складав  $3 \cdot 10^{-3}$ . При цьому найбільшим виробничий ризик був у добувній промисловості  $35 \cdot 10^{-3}$ , в будівництві він складав  $2,7 \cdot 10^{-3}$ , в обробній промисловості та сільському господарстві –  $2,2 \cdot 10^{-3}$ , а найменшим він був у сферах торгівлі, освіти, охорони здоров'я –  $(0,6...0,5) \cdot 10^{-3}$ . Децю іншим чином виглядає ризик гибелі на виробництві. З наведеної таблиці видно, що ризик загибелі зайнятих у рибному господарстві майже такий як і в добувній промисловості  $42,6 \cdot 10^{-5}$  та  $45,5 \cdot 10^{-5}$  відповідно, у будівництві –  $18,7 \cdot 10^{-5}$ , на транспорті –  $9,1 \cdot 10^{-5}$  тощо.

Таблиця 1.1

## Рівень виробничого травматизму в Україні за 1999 р.

Вид економічної діяльності	Всього працюючих	Кількість потерпілих	Кількість загиблих	Ризик травми, x 10-3	Ризик загибелі, x 10-5
Всього по Україні	14300370	43308	1342	3,0	9,4
Сільське господарство, мисливство та лісове господарство	2815161	6174	333	2,2	11,8
Рибне господарство	30536	47	13	1,5	42,6
Добувна промисловість	642300	22470	292	35,0	45,5
Обробна промисловість	3133330	6973	216	2,2	6,9
Виробництво електроенергії, газу та води	463871	441	33	1,0	7,1
Будівництво	662399	1768	124	2,7	18,7
Торгівля; послуги з ремонту	748761	486	43	0,6	5,7
Готелі і ресторани	86798	48	1	0,6	1,2
Транспорт	1083582	1298	99	1,2	9,1
Фінансова діяльність	124762	87	3	0,7	2,4
Здавання під найм	726036	1039	48	1,4	6,6
Державне управління	1453754	883	39	0,6	2,6
Освіта	871836	557	15	0,6	1,7
Охорона здоров'я та соц. допомога	976780	455	15	0,5	1,5
Послуги	229609	215	13	0,9	5,7

На відміну від оцінки виробничого ризику при оцінці професійного ризику враховується тяжкість наслідків (показники стану здоров'я і втрати працездатності працівників), тобто шкода. Згідно гігієнічної класифікації праці *професійний ризик* – це величина ймовірності порушення (ушкодження) здоров'я з урахуванням тяжкості наслідків у результаті несприятливого впливу факторів виробничого середовища і трудового процесу.

При оцінці ризику як потенційної шкоди, яка може бути нанесена несприятливою подією, ризик визначається як добуток *імовірності* ( $n/N$ ) несприятливої події на *шкоду* ( $D$ ), який вона може принести:

$$R = (n/N) \cdot D.$$

Оскільки імовірність величина безрозмірна, виходить, що одиниця вимірювання ризику і потенційної шкоди повинна бути однією і тією ж. Найчастіше ризик вимірюється тією ж величиною що й уражаючий чинник (НШВФ) небажаної події. Наприклад, для персоналу АЕС і населення, що проживає на оточуючій території, уражаючим чинником буде радіаційний вплив (опромінення), а одиницею його вимірювання – зиверт.

Яким повинен бути ризик? Чи можуть бути цифри, що визначають в тому чи іншому випадку допустимий ризик менше і що для цього необхідно зробити? У світовій практиці прийнято користуватися принципом ALARA (As Low As Reasonably Achievable): **«Будь-який ризик повинен бути знижений настільки, наскільки це є практично досяжним або ж до рівня, який є настільки низьким, наскільки це розумно досяжно»**.

Найбільш універсальний кількісний засіб визначення шкоди — це вартісний, тобто визначення шкоди у грошовому еквіваленті, хоча інколи, наприклад, коли мова йде про людське життя або здоров'я, він неприйнятний.

Прикладом використання в охороні праці ризику як ймовірності появи несприятливої події є коефіцієнт частоти травматизму, а як потенційної шкоди – коефіцієнт виробничих втрат, які розглядаються в параграфі 1.2.5.

Оцінка виробничого ризику служить інструментом формування правового інституту соціального захисту, тому вивчення виробничого ризику входить в коло інтересів як охорони праці, так і медицини, і соціального страхування. При цьому кожен із зазначених напрямів при одному і тому ж предметі дослідження має свої особливості, методи і цілі, а саме:

1. З позиції охорони праці ризик визначається для чинників виробничого середовища (техніки, технології, організації праці і стану виробничої безпеки), що впливають на величину виробничого травматизму, професійної та виробничо-зумовленої захворюваності, і використовується для розробки систем технічних і організаційних заходів, спрямованих на зниження травматизму та захворюваності на виробництві.



2. З позиції медицини праці ризик розглядається для встановлення кількісних закономірностей формування професійної та виробничозумовленої захворюваності працівників і розробки механізмів її попередження шляхом порівняння поширеності певних видів захворюваності в заданих професійних групах з конкретними умовами праці (експозицією чинників виробничого середовища на працюючих).

3. З позиції соціального страхування ризик служить для встановлення кількісних закономірностей взаємозв'язку величин матеріальних витрат, пов'язаних з компенсацією втрати заробітку через зниження або втрату працездатності на виробництві, а також витрат на лікування, реабілітацію постраждалих, з рівнем виробничого травматизму і професійної захворюваності.

#### **1.2.4. Аналіз умов праці**

Головним завданням будь-якої галузі народного господарства є збільшення продуктивності праці. Разом з тим продуктивність праці обумовлена здатністю працівників фізично, фізіологічно та психофізіологічно виконувати поставлені задачі і нерозривно пов'язана з умовами праці. Охорона праці може відігравати подвійну роль в інтенсифікації виробництва: з одного боку при ігноруванні принципів охорони праці можуть виникнути різкі порушення умов праці з наслідками негативної дії на здоров'я працівників, зниження продуктивності праці, а з іншого – охорона праці може стати важливим кроком успішної інтенсифікації виробництва. Принципи соціальної справедливості також вимагають забезпечення всіх працюючих рівними пільгами та компенсаціями в разі невідповідності умов праці. Як це зробити, особливо, коли в реальних умовах виробництва працюючі можуть піддаватись впливу одночасно кількох шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Для об'єктивної оцінки умов праці на виробництві проводиться атестація робочих місць. Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 442 від 1.09.1992 р. атестація робочих місць за умовами праці проводиться на підприємствах і організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працюючих, а також на їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому. Основна мета атестації полягає у врегулюванні відносин між роботодавцем і працівниками у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці. Результати атестації вико-

ристовуються для цілеспрямованої і планомірної роботи, спрямованої на покращання умов праці, а також для надання пільг і компенсацій, передбачених чинним законодавством, таких, як скорочена тривалість робочого часу, додаткова оплачувана відпустка, пільгова пенсія, оплата праці у підвищеному розмірі.

Для проведення атестації робочих місць та встановлення пріоритету в проведенні оздоровчих заходів використовується «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 р. № 528.

Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці діляться на 4 класи – оптимальні, допустимі, шкідливі та небезпечні (екстремальні).

1 клас – ОПТИМАЛЬНІ умови праці – такі умови, при яких зберігається не лише здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

2 клас – ДОПУСТИМІ умови праці – характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

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

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

1 ступінь (3.1) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій,

ніж початок наступної зміни, перерві контакту з шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

2 ступінь (3.2) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше);

3 ступінь (3.3) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворюваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (з втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

4 ступінь (3.4) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань (з втратою загальної працездатності).

4 клас НЕБЕЗПЕЧНІ (ЕКСТРЕМАЛЬНІ) умови праці – характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

*Ступінь шкідливості умов праці* встановлюється за величиною перевищення граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин; класом та ступенем шкідливості чинників біологічного походження; залежно від величин перевищення чинних нормативів шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку; за показником мікроклімату, який отримав найвищий ступінь шкідливості з урахуванням категорії важкості праці за рівнем енергозатрат, або за інтегральним показником теплового навантаження середовища; за величиною перевищення граничнодопустимих рівнів електромагнітних полів та випромінювань; за параметрами радіаційного фактора відповідно до Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97); за показниками природного та штучного освітлення; за величиною недодержання необхідної кількості іонів повітря і показника їх полярності.

*Оцінка важкості трудового процесу* здійснюється на підставі обліку фізичного динамічного навантаження, маси вантажу, що підніма-

ється і переміщується, загального числа стереотипних робочих рухів, величини статичного навантаження, робочої пози, ступеню нахилу корпусу, переміщень в просторі.

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

Згідно гігієнічної класифікації робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів (3 та 4 клас умов праці) може бути дозволена тільки при застосуванні засобів колективного та індивідуального захисту і скороченні часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом). Робота в небезпечних (екстремальних) умовах праці (4 клас) дозволяється лише з метою ліквідації аварій або проведення екстрених робіт для попередження аварійних ситуацій. Ця робота повинна виконуватись у відповідних засобах індивідуального захисту та регламентованих режимах виконання робіт.

Оскільки умови праці визначають ступінь захворюваності працюючих, як професійної, так і виробничозумовленої, тому контроль показників захворюваності також може відігравати важливу роль у поліпшенні умов праці. З цієї метою використовують поняття професійної захворюваності.

*Професійна захворюваність* – це показник числа виявлених вперше протягом року хворих із професійними захворюваннями і отруєннями, розрахований на 100, 1000, 10000, 100000 працюючих, які зазнають впливу шкідливих виробничих факторів.

### 1.2.5. Аналіз виробничого травматизму

Вище було показано, що виробничий травматизм зумовлений *організаційними, технічними, психофізіологічними та санітарно-гігієнічними* причинами. Аналіз виробничого травматизму дозволяє не лише виявити причини, а визначити закономірності їх виникнення. На основі такої інформації розробляються заходи та засоби щодо профілактики травматизму. Для аналізу виробничого травматизму застосовують багато різноманітних методів, основні з яких можна поділити на такі групи: статистичні, топографічні, монографічні, економічні, анкетування, ергономічні, психофізіологічні, експертних оцінок та інші.

**Статистичні методи** оснований на аналізі статистичного матеріалу з травматизму, накопиченого на підприємстві або в галузі за кілька років. Відповідні дані для цього аналізу містяться в актах за формою

Н-1 і в звітах за формою 7-нтв. Статистичний метод дозволяє всі нещасні випадки і причини травматизму групувати за статтю, віком, професіями, стажем роботи потерпілих, часом, місцем, типом нещасних випадків, характером одержаних травм, видом обладнання. Цей метод дозволяє встановити по окремих підприємствах найпоширеніші види травм, визначити причини, які спричиняють найбільшу кількість нещасних випадків, виявити небезпечні місця, розробити і провести необхідні організаційно-технічні заходи.

Кількісний показник травматизму, або показник частоти нещасних випадків  $K_{\text{ч}}$ , розраховується на 1000 працюючих:

$$K_{\text{ч}} = 1000 n/P,$$

де  $n$  – кількість нещасних випадків за звітний період із втратою працездатності на 1 і більше днів;

$P$  – середньоспискова чисельність працюючих за той же звітний період часу.

Якісний показник травматизму, або показник важкості нещасних випадків  $K_{\text{в}}$ , характеризує середню втрату працездатності в днях на одного потерпілого за звітний період:

$$K_{\text{в}} = D/n,$$

де  $D$  – загальна кількість днів непрацездатності у потерпілих для випадків із втратою працездатності на 1 і більше днів.

Узагальнюючим показником, який показує кількість людино-днів непрацездатності на 1000 працюючих, є коефіцієнт виробничих втрат:

$$K_{\text{вв}} = K_{\text{ч}} \times K_{\text{в}} = 1000 D/P.$$

Але жоден з вищенаведених показників не враховує стійкої втрати працездатності та гибелі людей і тому не може повністю характеризувати рівень травматизму. Для цього необхідно використання принаймні ще одного показника. Таким показником є коефіцієнт нещасних випадків із смертельним наслідком та каліцтвом:

$$K_{\text{ск}} = n_{\text{ск}}/n \cdot 100\%,$$

де  $n_{\text{ск}}$  – кількість нещасних випадків, що призвели до смерті і каліцтва.

$n$  – загальна кількість нещасних випадків.

Міжнародна організація праці використовує коефіцієнт частоти, який показує кількість нещасних випадків, що припадає на 1 000 000 відпрацьованих людино-годин.

$$K_{\text{ч}}^{\text{МОП}} = 1\,000\,000 \text{ н/Т},$$

де  $T$  – загальний час роботи, людино-годин.

Вищенаведені та інші показники, наприклад коефіцієнт електро-травматизму, дозволяють вивчати динаміку травматизму на підприємстві, в галузі, регіоні тощо, порівнювати ці показники, робити певні висновки, застосовувати організаційні заходи, спрямовані на профілактику травматизму.

**Топографічні методи** ґрунтуються на тому, що на плані цеху (підприємства) відмічають місця, де сталися нещасні випадки, або ж на схемі, що являє собою контури тіла людини, позначають травмовані органи чи ділянки тіла. Це дозволяє наочно бачити місця з підвищеною небезпекою або ж найбільш часто травмовані органи. Повторення нещасних випадків в певних місцях свідчить про незадовільний стан охорони праці на даних об'єктах. На ці місця звертають особливу увагу, вивчають причини травматизму. Шляхом додаткового обстеження згаданих місць виявляють причини, котрі викликали нещасні випадки, формують поточні та перспективні заходи щодо запобігання нещасним випадкам для кожного окремого об'єкта. Повторення аналогічних травм свідчить про незадовільну організацію інструктажу, невикористання конкретних засобів індивідуального захисту тощо.

**Монографічний метод** полягає в детальному обстеженні всього комплексу умов праці, технологічного процесу, обладнання робочого місця, прийомів праці, санітарно-гігієнічних умов, засобів колективного та індивідуального захисту. Іншими словами, цей метод полягає в аналізі небезпечних та шкідливих виробничих факторів, притаманних лише тій чи іншій (моно) дільниці виробництва, обладнанню, технологічному процесу. За цим методом поглиблено розглядають всі обставини нещасного випадку і, якщо необхідно, то виконують відповідні дослідження та випробування. Дослідженню підлягають: цех, дільниця, технологічний процес, основне та допоміжне обладнання, трудові прийоми, засоби індивідуального захисту, умови виробничого середовища, метеорологічні умови в приміщенні, освітленість, загазованість, запиленість, шум, вібрація, випромінювання, причини нещасних випадків, що сталися раніше на даному робочому місці. Таким чином, нещасний випадок вивчається комплексно. Цей метод дозволяє аналізувати не лише нещасні випадки, що відбулися, але й виявити потенційно небезпечні фактори, а результати використати для розробки заходів охорони праці, вдосконалення виробництва.

**Економічні методи** полягають у визначенні економічної шкоди, спричиненої травмами та захворюваннями, – з одного боку та економічної ефективності від витрат на розробку та впровадження заходів на охорону праці – з другого. Ці методи дозволяють знайти оптимальне рішення, що забезпечить заданий рівень безпеки, однак вони не дозволяють вивчити причини травматизму та захворювань. Використання економічних методів в охороні праці присвячено окрему главу цього підручника.

**Методи анкетування** передбачають письмове опитування працюючих з метою отримання інформації про потенційні небезпеки трудових процесів, про умови праці. Для цього розробляються анкети для робітників, в яких в залежності від мети опитування визначаються питання та чинники. На підставі анкетних даних (відповідей на запитання) розробляють профілактичні заходи щодо попередження нещасних випадків.

**Ергономічні методи** ґрунтуються на комплексному вивченні системи «людина – машина – виробниче середовище». Відомо, що кожному виду трудової діяльності відповідають певні фізіологічні, психофізіологічні і психологічні якості людини, а також антропометричні дані. Тому при комплексній відповідності вказаних властивостей людини і конкретної трудової діяльності можлива ефективна і безпечна робота. Порушення відповідності веде до нещасного випадку. Ергономічні методи дозволяють знайти невідповідності та усунути їх.

**Психофізіологічні методи** аналізу травматизму враховують, що здоров'я і працездатність людини залежать від біологічних ритмів функціонування організму. Такі явища, як іонізація атмосфери, магнітне і гравітаційне поле Землі, активність Сонця, гравітація Місяця та ін., викликають відповідні зміни в організмі людини, що змінюють її стан і впливають на поведінку не на краще. Це призводить до зниження сприйняття дійсності і може спричинитися до нещасних випадків.

**Метод експертних оцінок** базується на експертних висновках (оцінках) умов праці, на виявленні відповідності технологічного обладнання, пристроїв, інструментів, технологічних процесів вимогам стандартів та ергономічним вимогам, що ставляться до машин, механізмів, обладнання, інструментів, пультів керування. Виявлення думки експертів може бути очним і заочним (за допомогою анкет).

## **1.3. НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ**

### **1.3.1. Законодавство України в галузі охорони праці**

Законодавство України про охорону праці – це система взаємозв'язаних законів та інших нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері реалізації державної політики щодо соціального захисту її громадян в процесі трудової діяльності. Воно складається з Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України. Ця ж стаття встановлює також заборону використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах. Ст. 45 Конституції гарантує право всіх працюючих на щотижневий відпочинок та щорічну оплачувану відпустку, а також встановлення скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи у нічний час.

Інші статті Конституції встановлюють право громадян на соціальний захист, що включає право забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності (ст. 46); охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування (ст. 49); право знати свої права та обов'язки (ст. 57) та інші загальні права громадян, в тому числі, право на охорону праці.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних державних органів відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Інші нормативні акти мають відповідати не тільки Конституції та іншим законам України, але, насамперед, цьому Закону.

Закон України «Про охорону праці», прийнятий у 1992 році, вперше не лише в Україні, а й на теренах колишнього СРСР став таким правовим актом, який на відміну від норм охорони праці, що діяли в кодексах законів про працю Союзу РСР та союзних республік, орієн-



тує законодавство на захист інтересів громадянина, віддаючи перевагу в цій важливій сфері правовому регулюванню на відміну від адміністративного, що існувало раніше. У листопаді 2002 р. Верховна Рада України прийняла нову редакцію цього закону. Закон «Про охорону праці» відповідає діючим конвенціям і рекомендаціям Міжнародної організації праці, іншим міжнародним правовим нормам у цій галузі.

Кодекс законів про працю (КЗпП) України затверджено Законом Української РСР від 10 грудня 1971 р. і введено в дію з 1 червня 1972 р. До нього неодноразово вносилися зміни і доповнення. Правове регулювання охорони праці в ньому не обмежується главою XI «Охорона праці». Норми щодо охорони праці містяться в багатьох статтях інших глав КЗпП України: «Трудовий договір», «Робочий час», «Час відпочинку», «Праця жінок», «Праця молоді», «Професійні спілки», «Нагляд і контроль за додержанням законодавства про працю».

Відповідно до Конституції України, Закону України «Про охорону праці» та Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування у 1999 р. було прийнято Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Цей закон визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі людини на виробництві.

До основних законодавчих актів про охорону праці слід віднести також «Основи законодавства України про охорону здоров'я», що регулюють суспільні відносини в цій галузі з метою забезпечення гармонічного розвитку фізичних і духовних сил, високої працездатності і довголітнього активного життя громадян, усунення чинників, які шкідливо впливають на їхнє здоров'я, попередження і зниження захворюваності, інвалідності та смертності, поліпшення спадкоємності. «Основи законодавства України про охорону здоров'я» передбачають встановлення єдиних санітарно-гігієнічних вимог до організації виробничих та інших процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, устаткування, будинків та таких об'єктів, що можуть шкідливо впливати на здоров'я людей (ст. 28); вимагають проведення обов'язкових медичних оглядів осіб певних категорій, в тому числі працівників, зайнятих на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці (ст. 31); закладають правові основи медико-соціальної експертизи втрати працездатності (ст. 69).

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» встановлює необхідність гігієнічної регламентації небезпечних та шкідливих факторів фізичної, хімічної та біологічної природи, присутніх в середовищі життєдіяльності людини, та їхньої державної реєстрації (ст. 9), вимоги до проектування, будівництва, розробки, виготовлення і використання нових засобів виробництва та технологій (ст. 15), гігієнічні вимоги до атмосферного повітря в населених пунктах, повітря у виробничих та інших приміщеннях (ст. 19), вимоги щодо забезпечення радіаційної безпеки (ст. 23) тощо.

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності. Забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій та підприємців, що повинно бути відображено у трудових договорах (контрактах) та статутах підприємств, установ та організацій. Забезпечення пожежної безпеки підприємств, установ та організацій покладається на їх керівників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором (ст. 2).

Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» визначає правові, економічні, соціальні та організаційні основи діяльності, пов'язаної з об'єктами підвищеної небезпеки, і спрямований на захист життя і здоров'я людей та довкілля від шкідливого впливу аварій на цих об'єктах шляхом запобігання їх виникненню, обмеження (локалізації) розвитку і ліквідації наслідків.

Окремо питання правового регулювання охорони праці містяться в багатьох інших законодавчих актах України.

Глава 40 Цивільного кодексу України «Зобов'язання, що виникають внаслідок заподіяння шкоди» регулює загальні підстави відшкодування шкоди і у т. ч. відповідальність за ушкодження здоров'я і смерть працівника у зв'язку з виконанням ним трудових обов'язків.

Карний кодекс України містить розділ X «Злочини проти виробництва», 271–275 статті якого встановлюють кримінальну відповідальність за порушення вимог охорони праці, які привели до ушкодження здоров'я або смерті працівника або створили ситуацію, що загрожує життю людей.

Крім вищезазначених законів, правові відносини у сфері охорони праці регулюють інші національні законодавчі акти, міжнародні договори та угоди, до яких Україна приєдналася в установленому порядку,

підзаконні нормативні акти: Укази і розпорядження Президента України, рішення Уряду України, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної влади. На сьогодні кілька десятків міжнародних нормативних актів та договорів, до яких приєдналася Україна, а також більше сотні національних законів України безпосередньо стосуються або мають точки перетину із сферою охорони праці. Для регулювання окремих питань охорони праці у відповідності з Законом «Про охорону праці» діють майже 2000 підзаконних нормативних актів. Всі ці документи створюють єдине правове поле охорони праці в нашій країні.

### **1.3.2. Принципи державної політики в галузі охорони праці**

Ст. 2 Закону України «Про охорону праці» встановлює, що дія його поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

У ст. 4 Закон визначає, що засади державної політики в галузі охорони праці базуються на 10 основних принципах.

#### **1. *Пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці.***

Цей принцип вимагає від всіх суб'єктів господарювання того, щоб в разі реконструкції, модернізації виробництв, при розробці нових технологічних процесів передусім розглядалися питання впливу цих робіт на життя і здоров'я працівників. Економічна доцільність не повинна йти всупереч охороні праці. Роботодавець несе повну відповідальність за стан охорони праці на підконтрольних йому об'єктах господарювання.

#### **2. *Підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці.***

Контроль за станом охорони праці здійснюється органами державного нагляду, трудовими колективами підприємств та організацій, професійними спілками та іншими громадськими організаціями, функціями яких є не лише з'ясування недоліків, а й діяльність спрямована на запобігання травматизму та професійним захворюванням. Питання державного нагляду і громадського контролю детально розглядаються у цьому підручнику.

**3. *Комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля.***

Вирішення проблем охорони праці в більшості випадків вимагає комплексності. З цією метою в країні кожні п'ять років приймається і виконується Національна програма покращання стану безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії, інші програми, реалізація яких сприяє покращанню наглядової, навчально-методичної та контрольної діяльності у сфері охорони праці; розробці нових методів, систем і засобів діагностики устаткування, попередження та локалізації аварій на потенційно небезпечних об'єктах; розробці нових технічних засобів захисту працюючих від небезпечних та шкідливих виробничих факторів; створенню нових безпечних технологій тощо.

**4. *Соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.***

Соціальний захист працівників базується на гарантіях охорони праці, які визначені Законом «Про охорону праці» і Законом «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві...». Цим гарантіям присвячена окрема глава цього підручника.

**5. *Встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності.***

Суть цього принципу зрозуміла і обумовлена тим, що фізичні можливості людей не залежать від того, де вони працюють. В той же час, коли умови праці шкідливі для здоров'я, вимагають особливих фізичних даних або психофізіологічних характеристик з боку працівника, йому необхідно під час прийому на роботу проходити попереднє, а під час роботи – періодичне медичне обстеження.

**6. *Адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану.***

Реалізація цього принципу стосується передусім створення робочих місць для інвалідів та інших людей з обмеженими можливостями і свідчить про цивілізованість суспільства. На жаль в нашій країні цей принцип поки що у більшості випадків залишається декларативним, хоча і є конкретні приклади його реалізації. За взірць у його реалізації можуть служити країни Європейського Союзу. Прагнення України

вступити до ЄС і було одним з мотивів, які спонукали вітчизняних законодавців включити цей принцип до Закону.

**7. Використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству.**

Основним питанням теорії і практики охорони праці є питання підвищення рівня безпеки. Якщо виявлену небезпеку неможливо виключити повністю, необхідно знизити ризик до припустимого рівня шляхом вибору відповідного рішення. Досягти цієї мети допомагає ризик орієнтований підхід, суть якого полягає у визначенні ризику при різних рішеннях і виборі оптимального рішення. Використання економічних методів управління дозволяє знайти оптимальне рішення, що забезпечить заданий рівень безпеки.

Участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці обумовлена тим, що держава і суспільство зацікавлені у зниженні виробничого ризику.

**8. Інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці.**

Найоптимальніший шлях боротьби з нещасними випадками та професійними захворюваннями – попередження про ці небезпеки, зокрема, навчання тому, як запобігати їх виникненню. Зараз в країні діє система безперервного навчання з питань охорони праці, до основних науково-методичних принципів побудови, цільових функцій та методологічних основ якої належать:

- наступність та безперервність навчання з питань безпеки життя, діяльності та охорони праці усіх вікових категорій населення України;
- формування суспільної свідомості і рівня знань населення України, що відповідають вимогам часу;
- навчання з питань особистої безпеки та безпеки оточуючих, відповідних норм поведінки вихованців в дошкільних закладах освіти;
- навчання з питань охорони праці в середніх, позашкільних та професійно-технічних закладах освіти;
- навчання з питань безпеки життя і діяльності в цілому та охорони праці студентів вищих навчальних закладів освіти;
- навчання з питань охорони праці працівників при їх підготовці, перепідготовці, підвищенні кваліфікації, під час прийняття на роботу та в період роботи; навчання працівників, які виконують роботи з

підвищеною небезпекою та роботах, де є потреба у професійному доборі, інструктування працівників з питань охорони праці, дотримання порядку допуску до виконання робіт;

- навчання населення в цілому з питань безпеки життя, діяльності та охорони праці.

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

Основними суб'єктами охорони праці безперечно є роботодавець і працівник. Метою діяльності роботодавця є отримання прибутку, досягнення якомога більшого дуже часто можливо за рахунок так званої потогінної системи, економії на засобах захисту працюючих, нехтуванні умовами праці, наслідком чого будуть підвищені втома, травматизм, захворюваність працюючих. Така поведінка роботодавця веде до напруженості у трудовому колективі, конфлікту між роботодавцем і трудовим колективом. Але часто самі працівники свідомо або несвідомо йдуть на порушення вимог охорони праці. Працівники в основному влаштовуються на роботу заради отримання заробітної плати, і коли виконання вимог безпеки праці, застосування засобів захисту веде до зменшення продуктивності праці, а отже і розміру зарплати, вони можуть ігнорувати вимогами безпеки, незважаючи на те, що така поведінка загрожує передусім їхньому життю і здоров'ю. Ігнорування безпекою може бути зумовлене також переоцінкою власного досвіду та майстерності, стресовим станом (депресією, збудженням, втомою), алкогольним чи наркотичним сп'янінням тощо.

Не допустити такі дії, що ведуть до людських жертв, травм, хвороб, як з боку роботодавців так і з боку працівників може суспільство в особі громадських, передусім профспілкових, організацій і державних інституцій.

**10. *Використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.***

Участь України в діяльності міжнародних органів та організацій вимагає від неї вивчення закордонного досвіду охорони праці. З іншого боку така робота без сумніву сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки на підприємствах різних галузей економіки, зменшенню

рівня нещасних випадків та професійних захворювань, поліпшенню ефективності управлінської та контрольної діяльності в галузі охорони праці. Цьому питанню присвячено наступний параграф підручника.

З метою реалізації вищенаведених принципів, а також з метою чіткого визначення правовідносин між роботодавцями і працівниками щодо питань охорони праці, які є однією із найважливіших суспільних проблем, правове поле Закону України «Про охорону праці» охоплює основні аспекти цих правовідносин, а сам закон містить 44 статті, об'єднаних у 8 розділів. Основні питання, що регулюються відповідними статтями Закону «Про охорону праці», будуть розглянуті далі. Під час вивчення принципів державної політики в галузі охорони праці доцільно знайти як наведені у цьому підручнику, так і з практики, конкретні приклади їх реалізації.

### **1.3.3. Застосування міжнародних договорів та угод. Міжнародне співробітництво в галузі охорони праці**

Важливими нормативними актами з питань охорони праці є міжнародні договори та угоди, до яких приєдналась Україна. Закон «Про охорону праці» передбачає, якщо міжнародним договором, згода на обов'язковість якого надана Верховною Радою України, встановлено інші норми, ніж ті, що передбачені законодавством України про охорону праці, застосовуються норми міжнародного договору.

Переважає більшість міжнародних договорів та угод, в яких бере участь Україна і які більшою або меншою мірою стосуються охорони праці, – це наступні чотири групи документів.

1. Конвенції та рекомендації Міжнародної Організації Праці;
2. Директиви Європейського Союзу;
3. Договори та угоди, підписані в рамках Співдружності Незалежних Держав;
4. Двосторонні договори та угоди.

Крім вищезазначених організацій у справу охорони праці вносять свій внесок також Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ), Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), Міжнародна організація зі стандартизації (ІСО), Міжнародна організація авіації (ІКАО) та ряд інших.

Значне місце серед міжнародних договорів, якими регулюються трудові відносини, займають конвенції Міжнародної Організації Праці у галузі поліпшення умов праці та рекомендації щодо їх засто-

сування. До МОП зараз входить 173 країни. Структурно МОП складається з Міжнародної Конференції праці, Адміністративної Ради та Міжнародного Бюро праці.

Міжнародна Конференція праці – вищий орган МОП і тому вона зветься також Всесвітнім Парламентом праці – проводиться щороку у червні за участю представників всіх країн-членів.

Міжнародне Бюро праці – це постійний секретаріат організації, який розробляє Кодекси практичних заходів, здійснює моніторинг фінансових справ, розробляє порядок денний наступних Міжнародних Конференцій праці.

Адміністративна Рада включає 28 урядових представників, 14 представників роботодавців та 14 представників робітників. Адміністративна Рада здійснює контроль за діяльністю Міжнародного Бюро праці та зв'язок між ним і Міжнародною Конференцією праці.

***Всі механізми прийняття рішень в МОП пов'язані з її унікальною структурою, яка базується на принципі ТРИПАРТИЗМУ, тобто рівного представництва трьох сторін – уряду, роботодавців і робітників.*** Так приймаються рішення кожної країни-члена, так приймаються рішення по суті роботи комітетів Конференції по Міжнародним Конвенціям, Рекомендаціям тощо.

Розглянутий вище принцип державної політики нашої країни в галузі охорони праці, який полягає у «...координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками...» базується на унікальному, майже 90-річному, світовому досвіді використання принципу трипартизму.

Технічне сприяння МОП у сфері охорони праці носить різні форми. Деякі проекти допомогли країнам-членам під час розробки нових законодавств з охорони праці і при зміцненні інспекційних служб. В інших країнах здійснювалась підтримка при створенні інститутів з виробничої безпеки та гігієни праці для сприяння науковим дослідженням і розробці навчальних програм. Основними формами діяльності МОП є розробка стандартів, дослідження, збір та розповсюдження інформації, технічне сприяння. При активному співробітництві з країнами-членами ці заходи роблять більш успішною боротьбу за досягнення соціальної справедливості та миру у всьому світі. За свою діяльність МОП отримала у 1969 р. Нобелівську Премію Миру.

З часу свого заснування МОП ухвалила понад 180 Конвенцій, 74



з яких пов'язані з умовами праці. Вагома частина цих конвенцій стосується питань охорони праці. Особливе місце серед Конвенцій МОП займає Конвенція № 155 «Про безпеку і гігієну праці та виробничу санітарію», яка закладає міжнародно-правову основу національної політики щодо створення всебічної і послідовної системи профілактики нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань.

У МОП діє система контролю за застосуванням в країнах-членах Організації конвенцій і рекомендацій. Кожна держава зобов'язана подавати доповіді про застосування на своїй території ратифікованих нею конвенцій, а також інформації про стан законодавства і практики з питань, що порушуються в окремих, не ратифікованих нею конвенціях.

Директиви, що приймаються в рамках Європейського Союзу і є законом для всіх його країн, відповідають конвенціям МОП. З іншого боку, при розробці нових конвенцій, рекомендацій та інших документів МОП враховується передовий досвід країн-членів ЄС. Все зростаюча важливість директив ЄС обумовлена багатьма причинами, серед яких найсуттєвішими є наступні чотири:

- спільні стандарти здоров'я і безпеки сприяють економічній інтеграції, оскільки продукти не можуть вільно циркулювати всередині Союзу, якщо ціни на аналогічні вироби різняться в різних країнах-членах через різні витрати, які накладає безпека та гігієна праці на бізнес;

- скорочення людських, соціальних та економічних витрат, пов'язаних з нещасними випадками та професійними захворюваннями, приведе до великої фінансової економії і викличе суттєве зростання якості життя у всьому Співтоваристві;

- запровадження найбільш ефективних методів роботи повинно принести з собою ріст продуктивності, зменшення експлуатаційних (поточних) витрат і покращання трудових стосунків;

- регулювання певних ризиків (таких, як ризики, що виникають при великих вибухах) повинно узгоджуватися на наднаціональному рівні в зв'язку з масштабом ресурсних затрат і з тим, що будь-яка невідповідність в суті і використанні таких положень приводить до «викривлень» у конкуренції і впливає на ціни товарів.

Україна не являється членом ЄС, але неодноразово на найвищих рівнях заявляла про своє прагнення до вступу до цієї організації. Однією з умов прийняття нових країн до ЄС є відповідність їхнього законодавства законодавству ЄС, тому в нашій країні ведеться актив-

на робота по узгодженню вимог законів та інших нормативно-правових актів директивам ЄС.

Активна робота щодо розвитку та удосконалення правової бази охорони праці проводиться в країнах членах СНД. Важливу роль в цій роботі відіграють модельні закони, прийняті на міждержавному рівні. Мета цих законів сприяти зближенню національного законодавства в галузі охорони праці на міждержавному рівні, створення єдиної правової бази, спрямованої на максимальне забезпечення соціальної захищеності працівників.

### **1.3.4. Основні положення державного соціального страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання**

Соціальне страхування являє собою систему прав і гарантій, що спрямовані на матеріальну підтримку громадян, насамперед працюючих, і членів їх сімей у разі втрати ними з незалежних від них обставин (захворювання, нещасний випадок, безробіття, досягнення пенсійного віку тощо) заробітку, а також здійснення заходів, пов'язаних з охороною здоров'я застрахованих осіб. Соціальне страхування є важливим фактором соціального захисту населення.

Згідно ст. 5 Закону України «Про охорону праці» усі працівники підлягають загальнообов'язковому соціальному страхуванню від нещасного випадку і професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності. Правову основу, економічний механізм та організаційну структуру такого страхування визначає Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Розробники цього Закону заклали в нього сучасну систему соціального страхування від нещасних випадків та профзахворювань, яка полягає не просто у збиранні внесків з підприємств і виплаті компенсацій тим, хто одержав травму чи захворів, а насамперед на недопущенні травматизму, прагненні повернути працівника «до ладу», а вже потім на виплаті допомоги. Ефективність такої системи доведено досвідом функціонування систем соціального страхування Німеччини, Великобританії, США та інших розвинених країн.

Завданнями страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності (далі в підручнику буде писатись скорочено – від «нещасного випадку») є:

- проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози здоров'ю працівників;

- відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві від нещасних випадків або професійних захворювань;

- відшкодування матеріальної та моральної шкоди застрахованим і членам їх сімей.

Страховання від нещасного випадку здійснює *Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України* – некомерційна самоврядна організація, що діє на підставі статуту, який затверджується її правлінням. Управління Фондом базується на принципі трипартизму, тобто здійснюється на паритетній основі державою, представниками застрахованих осіб і роботодавців.

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

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

(Добровільно, за письмовою заявою, від нещасного випадку у Фонді соціального страхування від нещасних випадків можуть застрахуватися:

- 1) священнослужителі, церковнослужителі та особи, які працюють у релігійних організаціях на виборних посадах;

- 2) особи, які забезпечують себе роботою самостійно;

- 3) громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності.)

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

*Страховик* – Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України (далі по тексту – Фонд).

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

***Для страхування від нещасного випадку на виробництві не потрібно згоди або заяви працівника. Страхування здійснюється в безособовій формі.*** Всі особи, які підлягають обов'язковому страхуванню, вважаються застрахованими незалежно від фактичного виконання страхувальниками своїх зобов'язань щодо сплати страхових внесків.

*Страховим випадком* є нещасний випадок на виробництві або професійне захворювання, що спричинили застрахованому професійно зумовлену фізичну чи психічну травму за обставин, з настанням яких виникає право застрахованої особи на отримання матеріального забезпечен-

ня та/або соціальних послуг. Перелік обставин, за яких настає страховий випадок державного соціального страхування громадян від нещасного випадку, та перелік професійних захворювань затверджується Постановою Кабінету Міністрів України.

Підставою для оплати потерпілому витрат на медичну допомогу, проведення медичної, професійної та соціальної реабілітації, а також страхових виплат є акт розслідування нещасного випадку або акт розслідування професійного захворювання (отруєння) за встановленими формами.

Порушення правил охорони праці застрахованим, яке спричинило нещасний випадок або професійне захворювання, не звільняє страховика від виконання зобов'язань перед потерпілим, а такого роду нещасний випадок або професійне захворювання також є страховим випадком.

У разі настання страхового випадку Фонд зобов'язаний:

1) своєчасно та в повному обсязі відшкодувати шкоду, заподіяну працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я або в разі його смерті, виплачуючи йому або особам, які перебували на його утриманні відповідну допомогу, пенсію чи компенсацію;

2) організувати поховання померлого, відшкодувати вартість пов'язаних з цим ритуальних послуг відповідно до місцевих умов;

3) сприяти створенню умов для своєчасного надання кваліфікованої першої невідкладної або швидкої допомоги потерпілому;

4) організувати цілеспрямоване та ефективне лікування потерпілого;

5) забезпечити потерпілому повний обсяг медичної допомоги;

6) вжити всіх необхідних заходів для підтримання, підвищення та відновлення працездатності потерпілого;

7) забезпечити домашній догляд за потерпілим, допомогу у веденні домашнього господарства;

8) відповідно до висновку лікарсько-консультаційної комісії (ЛКК) або медико-соціальної експертної комісії (МСЕК) проводити навчання та перекваліфікацію потерпілого, якщо потерпілий не може виконувати попередню роботу; працевлаштовувати осіб із зниженою працездатністю;

9) організувати робочі місця для інвалідів;

10) надавати інвалідам разову грошову допомогу, допомогу у вирішенні соціально-побутових питань за їх рахунок або за рахунок Фонду;

11) сплачувати за потерпілого внески на медичне та пенсійне страхування;

12) організувати залучення інвалідів до участі у громадському житті.

Усі види соціальних послуг та виплат надаються застрахованому та особам, які перебувають на його утриманні, незалежно від того, зареєстровано підприємство, на якому стався страховий випадок, у Фонді соціального страхування від нещасних випадків чи ні.

З метою профілактики нещасних випадків та професійних захворювань на виробництві Фонд здійснює заходи, спрямовані на запобігання нещасним випадкам, усунення загрози здоров'ю працівників, викликані умовами праці.

Фонд провадить збір та акумулювання страхових внесків, має автономну, незалежну від будь-якої іншої, систему фінансування.

*Фінансування Фонду здійснюється за рахунок:*

- ◆ внесків роботодавців: для підприємств – з віднесенням на валові витрати виробництва, для бюджетних установ та організацій – з асигнувань, виділених на їх утримання та забезпечення;

- ◆ капіталізованих платежів, що надійшли у випадках ліквідації страхувальників;

- ◆ прибутку, одержаного від тимчасово вільних коштів Фонду на депозитних рахунках;

- ◆ коштів, одержаних від стягнення відповідно до законодавства штрафів і пені з підприємств, а також штрафів з працівників, винних у порушенні вимог нормативних актів з охорони праці;

- ◆ добровільних внесків та інших надходжень, отримання яких не суперечить законодавству.

Працівники не несуть ніяких витрат на страхування від нещасного випадку.

*Розміри страхових внесків* страхувальників обчислюються у відсотках до сум фактичних витрат на оплату праці найманих працівників, що включають витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати, на інші заохочувальні і компенсаційні виплати.

Розмір страхового внеску, який сплачує страхувальник до Фонду визначається страховим тарифом, який диференціюється по групах галузей економіки (видах робіт) залежно від класу професійного ризику виробництва, знижкою до нього (за низькі рівні травматизму, професійної захворюваності та належний стан охорони праці) чи надбавкою (за високі рівні травматизму, професійної захворюваності та неналежний стан охорони праці). Клас професійного ризику виробництва та розмір страхового тарифу встановлює Закон «Про страхові тарифи на загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

### 1.3.5. Нормативно-правові акти та документи підприємств з охорони праці

Конкретні вимоги охорони праці до виробничого середовища, обладнання, устаткування, порядку ведення робіт, засобів захисту працюючих, порядку навчання працюючих тощо регламентуються відповідними нормативно-правовими актами, які розробляються у відповідності з законодавством про охорону праці і становлять нормативно-технічну базу охорони праці.

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

Опрацювання та прийняття нових, перегляд і скасування чинних НПАОП здійснює Держпромгірнагляд\* за участю професійних спілок і Фонду соціального страхування від нещасних випадків та за погодженням з іншими органами державного нагляду за охороною праці. НПАОП 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.

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

НПАОП поширюються також і на сферу трудового і професійного навчання. Вони є обов'язковими для виконання у виробничих майстернях, лабораторіях, цехах, на дільницях та в інших місцях трудового і професійного навчання, облаштованих у будь-яких навчальних закладах. До учнів і студентів, які проходять трудове і професійне навчання (виробничу практику) на підприємствах під керівництвом їх персоналу, застосовується законодавство про охорону праці у такому ж порядку, що й до працівників підприємства.

НПАОП, що затверджуються Держгірпромнаглядом України, та НПАОП колишнього СРСР, що діють на території України, підлягають включенню до Державного реєстру нормативно-правових актів з охорони праці (Реєстру НПАОП). Реєстр НПАОП – це банк даних, який складається і ведеться з метою забезпечення єдиного обліку та формування відповідного інформаційного фонду цих актів. Відомості про

\* До 20 квітня 2005 р. – «Держнаглядохоронпраці».

зміни у Реєстрі НПАОП, про затвердження і введення нових, перегляд і зміни чинних НПАОП щоквартально надаються у покажчику НПАОП, який публікується у журналі «Охорона праці» та інших виданнях.

У Реєстрі НПАОП кожному нормативному акту присвоєно відповідне позначення (код) – для можливості машинного обліку, ефективного зберігання і зручності користування ним. Кодове позначення складається з абрєвіатури НПАОП і трьох груп цифр:

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

Перша група цифр (ХХ.Х) вказує вид економічної діяльності, на який поширюється даний документ – розділ (перші дві цифри) і група (третья цифра) відповідно до Державного класифікатора України ДК 009-96. Класифікація видів економічної діяльності (КВЕД). Якщо НПАОП поширюється на всі або декілька видів економічної діяльності, у коді зазначається 00.0.

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

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

Серед нормативно-правових актів з охорони праці важливе місце посідають державні стандарти України (ДСТУ) та відповідні нормативні акти (правила, норми, інструкції тощо) колишнього Радянського Союзу, які є чинними в Україні на даний час.

Починаючи з 1972 р. в СРСР була розроблена і впроваджена в дію Система стандартів безпеки праці, а її стандарти склали окрему – 12-у групу Єдиної Державної Системи стандартів СРСР, яка мала назву «Система стандартів безпеки праці» (ССБТ). Відповідно до Угоди про співробітництво в галузі охорони праці, укладеної керівниками урядів держав СНД у грудні 1994 року, ця система продовжує розвиватись та удосконалюватись на міждержавному рівні, а її стандарти надає визнаються Україною як міждержавні стандарти за узгодженим переліком. Ці стандарти внесені до Реєстру НПАОП окремою групою під рубрикою «Міждержавні стандарти системи стандартів безпеки праці».

В Реєстрі НПАОП нормативи цієї групи приводяться в такому вигляді:

ГОСТ 12.Х.ХХХ-ХХ.ССБТ (далі повна назва стандарту).

В приведеному вище коді цифра 12 означає, що норматив відноситься до ССБТ.

Перша цифра після 12. визначає групу даного нормативу в системі. Система передбачає 10 груп нормативів – від 0 до 9. Чинними на даний час є групи 0–5. Групи 6–9 – резервні.

Стандарти групи 0 – основоположні. Вони встановлюють організаційно-методичні основи ССБТ, термінологію в галузі охорони праці, класифікацію безпечних та шкідливих виробничих факторів, вимоги до організації трудових процесів, навчання, атестації тощо.

Стандарти групи 1 регламентують загальні вимоги безпеки до окремих видів небезпечних і шкідливих виробничих факторів, гранично допустимих значень їх параметрів і характеристик, методів контролю та захисту працюючих.

Стандарти групи 2 встановлюють загальні вимоги безпеки до виробничого устаткування, до окремих його видів, до методів контролю за дотриманням вимог безпеки.

Стандарти групи 3 регламентують вимоги безпеки до технологічних процесів, робочих місць, режимів праці, систем управління тощо.

Стандарти групи 4 – це стандарти вимог до засобів колективного та індивідуального захисту, їх конструктивних, експлуатаційних та гігієнічних якостей, а також до методів їх випробування та оцінки.

Стандарти групи 5 визначають загальні вимоги безпеки до виробничих будівель, приміщень і споруд.

Подальші три цифри (XXX) визначають порядковий номер даного ГОСТ в групі за реєстрацією, а дві останні (XX) – рік видання.

Крім НПАОП, Держаних та міждержавних стандартів для регламентації вимог охорони праці застосовуються також нормативно-правові акти, що вводяться іншими державними органами. Такими документами є Державні санітарні норми (ДСН), Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН), Державні будівельні норми (ДБН), Нормативні акти з пожежної безпеки (НАПБ) тощо.

Нормативно-правові акти з охорони праці потрібно відрізнити від відомих документів, що можуть розроблятися на їх основі і затверджуватися міністерствами, відомствами України або асоціаціями, корпораціями та іншими об'єднаннями підприємств з метою конкретизації вимог нормативно-правових актів залежно від специфіки галузі.

Обов'язком роботодавців є неухильне дотримання вимог нормативно-правових актів, що діють у сфері охорони праці. У разі неможливості повного усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я умов праці роботодавець зобов'язаний повідомити про це відповідний орган державного нагляду за охороною праці. Він може звернутися до зазначеного органу з клопотанням про встановлення необхідного строку для виконання заходів щодо приведення умов праці на конкретному виробництві чи робочому місці до нормативних вимог.

Відповідний орган державного нагляду за охороною праці розглядає клопотання роботодавця, проводить у разі потреби експертизу запланованих заходів, визначає їх достатність і за наявності підстав



може, як виняток, прийняти рішення про встановлення іншого строку застосування вимог нормативних актів з охорони праці.

Роботодавець зобов'язаний невідкладно повідомити заінтересованих працівників про рішення зазначеного органу державного нагляду за охороною праці.

Власники підприємств, установ, організацій або уповноважені ними органи розробляють на основі нормативно-правових актів і затверджують власні нормативні акти з охорони праці, що діють в межах даного підприємства, установи, організації. Нормативні акти підприємства конкретизують вимоги нормативно-правових актів і не можуть містити вимоги з охорони праці менші або слабкіші ніж ті, що містяться в державних нормах.

Компетенцією нормативних актів підприємства можуть бути:

- організація управління охороною праці на підприємстві;
- визначення обов'язків, прав та відповідальності служб і посадових осіб за дотриманням функцій щодо охорони праці;
- забезпечення перспективного і поточного планування роботи щодо поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, усунення причин травматизму професійних та виробничо обумовлених захворювань;
- організація лабораторних досліджень умов праці, атестація робочих місць на відповідність чинним нормативам з охорони праці;
- внесення вимог нормативно-правових актів з охорони праці до технологічної і конструкторської документації, встановлення порядку проведення експертизи цієї документації щодо повноти викладення цих вимог;
- організація правильної експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки (кранів, посудин, що працюють під тиском тощо);
- організація проведення інструктажів, навчання і перевірки знань працюючих з питань охорони праці, впровадження чіткої системи допуску до робіт з підвищеною небезпекою;
- встановлення правил безпечного виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках та робочих місцях;
- опрацювання, узгодження в установленому порядку та затвердження заходів щодо забезпечення безпеки працівників на певних роботах у разі відсутності в нормативно-правових актах з охорони праці конкретних вимог;
- визначення заходів щодо пожежної безпеки;
- організація забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, мийними та знешкоджувальними засобами, а також лікувально-профілактичним харчуванням, молоком, газованою підсоленою водою тощо;
- організація проведення попереднього (при влаштуванні на роботу) і періодичних медичних оглядів працівників певних категорій;

- встановлення порядку ознайомлення працівника, з яким укладається трудова угода, з умовами праці на підприємстві, можливістю шкідливого впливу на здоров'я, пільгами та компенсаціями за роботу в шкідливих умовах відповідно до чинного законодавства та колективного договору;

- визначення порядку інформування працюючих про зміни в нормативних актах протягом дії трудового договору.

Визначений перелік не є повним, а власник може затверджувати нормативні акти про охорону праці, що виникають із специфіки виробництва та вимог чинного законодавства.

Для опрацювання, узгодження, затвердження нормативних актів підприємства за наказом власника створюється комісія чи робоча група, визначаються терміни, виконавці та керівники. Розробляється план опрацювання нормативного акту, який затверджується власником. Проект нормативного акту підприємства про охорону праці узгоджується зі службою охорони праці цього підприємства та юрисконсультами, з іншими зацікавленими службами, профспілками. Реєстрація та облік нормативних актів про охорону праці, що діють у межах підприємства, здійснюються у порядку, встановленому власником, якщо інше не передбачено законодавством.

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

Закон України «Про охорону праці» передбачає, що за порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, а також представників профспілок, їх організацій та об'єднань винні особи притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної та кримінальної відповідальності.

**Дисциплінарна відповідальність** полягає в тому, що на винного працівника накладається дисциплінарне стягнення. Ст. 147 КЗпПУ встановлює два види дисциплінарного стягнення: догана та звільнення з роботи. Законами, уставами та положеннями про дисципліну, які діють в деяких галузях (транспорт, гірничодобувна промисловість тощо), можуть бути передбачені для окремих категорій працівників інші дисциплінарні стягнення.

Право накладати дисциплінарні стягнення на працівників має орган, який має право прийняття на роботу цього працівника, а також органи, вищі нього. Дисциплінарне стягнення може бути накладене за

ініціативою органів, що здійснюють державний та громадський контроль за охороною праці.

Профспілковий орган, що підписав колективний договір, має право вимагати від власника чи уповноваженого ним органу розірвання трудового договору (контракту) з керівником або усунення його з посади, якщо він порушує законодавство про працю.

Фахівці служби охорони праці на підприємстві мають право вимагати від посадових осіб усунення від роботи працівників, що не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань з охорони праці, що не мають допуску до відповідних робіт або що порушують нормативні акти про охорону праці.

Дисциплінарне стягнення застосовується безпосередньо за виявленням провини, але не пізніше одного місяця від дня його виявлення, не рахуючи часу звільнення працівника від роботи в зв'язку з тимчасовою непрацездатністю або перебуванням його у відпустці. Дисциплінарне стягнення не може бути накладене пізніше шести місяців від дня здійснення провини. Перед тим, як накласти дисциплінарне стягнення, роботодавець зобов'язаний зажадати від працівника, що провинився, письмового пояснення. У випадку, коли працівник не подав пояснення в установленій термін, дисциплінарне стягнення може бути накладене на основі матеріалів, що є у роботодавця.

За кожне порушення може бути застосоване лише одне дисциплінарне стягнення. При виборі дисциплінарного стягнення враховується ступінь тяжкості провини та заподіяна шкода, обставини, за яких здійснена провини, минула робота працівника. Стягнення оголошується в наказі та повідомляється працівнику під розпис.

**Адміністративна відповідальність** настає за будь-які посягання на загальні умови праці. Відповідно до ст. 41 Кодексу України про адміністративні правопорушення порушення вимог законів та нормативно-правових актів з охорони праці тягне за собою адміністративну відповідальність у вигляді накладання штрафу на працівників та, зокрема, посадових осіб підприємств, установ, організацій, а також громадян – власників підприємств чи уповноважених ними осіб.

Адміністративній відповідальності підлягають особи, що досягли на час здійснення адміністративного правопорушення шістнадцятирічного віку.

Право притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законів та нормативно-правових актів з охорони праці мають органи державного нагляду за охороною праці.

Максимальний розмір штрафу за порушення законодавства про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці може сягати п'яти відсотків місячного фонду заробітної плати юридичної чи фізичної особи, яка використовує найману працю.

Несплата штрафу тягне за собою нарахування на суму штрафу пені у розмірі двох відсотків за кожний день прострочення. Рішення про стягнення штрафу може бути оскаржено в місячний строк у судовому порядку.

**Матеріальна відповідальність** робітників і службовців регламентується КЗпПУ та іншими нормативними актами, які торкаються цієї відповідальності у трудових відносинах.

Загальними підставами накладення матеріальної відповідальності на працівника є

- наявність прямої дійсної шкоди,
- провина працівника (у формі наміру чи необережності),
- протиправні дії або бездіяльність працівника,
- наявність причинного зв'язку між винуватим та протиправними діями (бездіяльністю) працівника та заподіяною шкодою.

На працівника може бути накладена відповідальність лише при наявності всіх перелічених умов; відсутність хоча б однієї з них виключає матеріальну відповідальність працівника.

Притягнення працівника до кримінальної, адміністративної чи дисциплінарної відповідальності за дії, якими нанесена шкода, не звільнює його від матеріальної відповідальності.

При наявності в діях працівника, яким порушені правила охорони праці, ознак кримінального злочину, на нього може бути покладена повна матеріальна відповідальність, а при відсутності таких ознак на нього покладається відповідальність в межах його середнього місячного заробітку.

Неповнолітні особи є повноправною стороною трудової угоди і повинні нести майнову відповідальність за шкоду, що заподіяна з їх вини, нарівні з усім робітниками та службовцями, без притягнення до процесу відшкодування шкоди їх батьків (опікунів) чи осіб, що їх замінюють.

Ст. 130 КЗпПУ встановлює, що особа, яка заподіяла шкоду підприємству під час виконання трудових обов'язків, може добровільно відшкодувати шкоду шляхом передачі рівноцінного майна або полагання пошкодженого майна при згоді на це власника.

**Кримінальна відповідальність** за порушення правил охорони

праці передбачена ст.ст. 271–275 КК України, що об'єднані в розділ Х «Злочини проти безпеки виробництва».

Кримінальна відповідальність настає не за будь-яке порушення, а за порушення вимог законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, якщо це порушення створило загрозу загибелі людей чи настання інших тяжких наслідків або заподіяло шкоду здоров'ю потерпілого чи спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки.

Порушення вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів, передбачених вищезазначеними статтями КК України, карається штрафом до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або виправними роботами на строк до двох років, або обмеженням волі на строк до п'яти років, або позбавленням волі на строк до дванадцяти років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю на строк до трьох років або без такого.

## **1.4. ГАРАНТІЇ ПРАВ НА ОХОРОНУ ПРАЦІ**

### **1.4.1. Гарантії прав на охорону праці під час прийому працівника на роботу і під час роботи**

Гарантії прав на охорону праці починаються вже з моменту обговорення та укладання трудової угоди, оскільки згідно ст. 5 Закону «Про охорону праці» умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим НПАОП. Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах.

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи.

Під час прийому працівника на роботу відбувається обов'язкове страхування його роботодавцем від нещасних випадків і професійних захворювань. Вище було зазначено, що для такого страхування не потрібно згоди або заяви працівника. У разі ушкодження здоров'я чи в

разі моральної шкоди, заподіяної працівникові, він має право на відшкодування шкоди.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці. В цьому разі за період простою з причин, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не дотримується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

У разі, коли працівник за станом здоров'я не може виконувати роботу, на яку він наймався, він має бути переведений на легшу роботу відповідно до медичного висновку. Медичний висновок ЛКК або МСЕК є обов'язковим для роботодавця. Проте переведення працівника на іншу (легшу) тимчасову чи постійну роботу може відбуватися лише за його згодою. При переведенні працівника на іншу постійну нижчеоплачувану роботу за ним зберігається його попередній заробіток протягом двох тижнів з дня переведення.

На час зупинення експлуатації підприємства або устаткування органом державного нагляду або службою охорони праці за працівником зберігається місце роботи, а час простою оплачується з розрахунку середнього заробітку.

#### **1.4.2. Права працівників на пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці**

Працівники зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці безкоштовно забезпечуються:

- лікувально-профілактичним харчуванням;
- молоком або рівноцінними харчовими продуктами;
- газованою солоною водою.

Ця категорія працівників також має право на:

- ◆ оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення;
- ◆ скорочення тривалості робочого часу;
- ◆ додаткову оплачувану відпустку;
- ◆ пільгову пенсію;
- ◆ оплату праці у підвищеному розмірі, та на інші пільги та компенсації, що надаються в передбаченому законодавством порядку.

Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою) працівникам пільги і компенсації не передбачені чинним законодавством.

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

Основною задачею охорони праці на підприємствах є поліпшення умов праці і на цій основі зменшення частково або повністю всіх видів пільг і компенсацій, але доти, доки залишаються важкі фізичні роботи, доки залишаються робочі місця, на яких присутні шкідливі виробничі фактори, працюючим на них та їхнім роботодавцям необхідно дотримуватись правил надання всіх передбачених законом пільг та компенсацій, для того, щоб зменшити негативний вплив цих чинників на здоров'я.

**Лікувально-профілактичне харчування (ЛПХ)** є засобом підвищення опору організму людини впливу шкідливих виробничих факторів, зниження захворюваності і запобігання передчасній втомі. Безкоштовне ЛПХ надається лише тим працівникам, які виконують важку роботу в деяких спеціальних умовах (підземні роботи, металургія), згідно з Переліком виробництв, професій і посад, робота, в яких дає право на безплатне одержання лікувально-профілактичного харчування у зв'язку з особливо шкідливими умовами праці, затвердженим Постановою Держкомпраці СРСР і Президією ВЦРПС від 7 січня 1977 р. № 4/П-1. Харчування надається працівникам у ті дні, коли вони фактично виконували роботи на виробництвах, передбачених цим Переліком.

**Безкоштовне молоко** в кількості 0,5 л видається працівникам, які знаходяться в контактi з хімічними речовинами або фізичними виробничими факторами відповідно до Медичних показників для безплатної видачі молока або інших рівноцінних продуктів робітникам і службовцям, безпосередньо зайнятим на роботах з шкідливими умовами праці, затвердженими Міністерством охорони здоров'я СРСР 22.05.1968 р. Безкоштовна видача молока має ціль підвищення опору

організму робочого дії токсичних речовин та фізичних факторів, які викликають порушення функції печінки, білкового і мінерального обміну, подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів. Молоко нормалізує обмінні процеси і функції організму людини і сприяє більш швидкому відновленню нормальної діяльності всіх систем життєзабезпечення людини. Для працюючих, що мають контакт зі свинцем або речовинами, що містять свинець, замість молока видаються продукти, що містять 8–10 г пектину (киселі, мармелад, концентрат пектину з чаєм або фруктові соки).

Під час роботи в умовах підвищених температур та інфрачервоного випромінювання відбувається сильне потовиділення. З потом із організму працівника виділяється ряд необхідних солей. Для збереження нормального стану організму в таких умовах велике значення має раціональний питний режим. Вживання підсоленої газованої води поряд з іншими санітарно-гігієнічними заходами дозволяє зменшити шкідливу дію високої температури і променистого тепла. Правила забезпечення працівників гарячих цехів **газованою підсоленою водою** затверджені постановою Секретаріату ВЦРПС від 11.06.1934 р.

**Оплачувані перерви санітарно-гігієнічного призначення** надаються тим, хто працює в холодну пору року на відкритому повітрі або в неопалюваних приміщеннях, вантажникам, розробникам програм та операторам із застосування ЕОМ, операторам комп'ютерного набору та деяким іншим категоріям працівників.

**Скорочена тривалість робочого часу** за роботу із шкідливими умовами праці надається згідно Переліку виробництв, цехів, професій і посад із шкідливими умовами праці, робота в яких дає право на скорочену тривалість робочого тижня, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 21.02.2001 р. № 163.

**Щорічна додаткова відпустка** за роботу із шкідливими і важкими умовами праці тривалістю до 35 календарних днів згідно ст. 7 Закону України «Про відпустки» надається працівникам, зайнятим на роботах, пов'язаних із негативним впливом на здоров'я шкідливих виробничих факторів, за Списком виробництв, цехів, професій і посад, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.1997 р. № 1290 зі змінами та доповненнями від 16.12.2004 р.

Конкретна тривалість додаткової відпустки встановлюється колективним чи трудовим договором залежно від результатів атестації робочих місць за умовами праці та часу зайнятості працівника в цих умовах.



**Право на пільгову пенсію** регулюється Постановою Кабінету Міністрів України від 11 березня 1994 р. № 162 «Про затвердження списків виробництв, робіт, професій, посад і показників, зайнятість в яких дає право на пенсію за віком на пільгових умовах». Цією Постановою затверджено Список № 1 виробництв, робіт, професій, посад і показників на підземних роботах, на роботах з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці, зайнятість в яких повний робочий день дає право на пенсію за віком на пільгових умовах, та Список № 2 виробництв, робіт, професій, посад і показників з шкідливими і особливо важкими умовами праці, зайнятість в яких повний робочий день дає право на пенсію за віком на пільгових умовах.

Пільгова пенсія надається по списку № 1 чоловікам при досягненні 50 років, жінкам – 45, по списку № 2 – чоловікам – 55, жінкам – 50.

За роботу в шкідливих умовах праці на підставі атестації робочих місць встановлюються **надбавки до заробітної плати** в розмірі до 12%, а за роботу в особливо шкідливих умовах праці – до 24%.

#### **1.4.3. Видача працівникам спецодягу, спецвзуття, інших засобів індивідуального захисту**

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими температурними умовами, робітникам і службовцям видаються безплатно відповідно до норм спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Наказом Держнаглядохоронпраці від 29.10. 1996 р. № 170 затверджене Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. ЗІЗ видаються працівникам тих професій та посад, що передбачені Типовими галузевими нормами безплатної видачі працівникам спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту, або відповідними галузевими нормами, що введені на підставі типових. ЗІЗ видаються працівникам згідно з встановленими нормами і строками носіння незалежно від форм власності та галузі виробництва, до якої відносяться ці виробництва, цехи, дільниці та види робіт.

З урахуванням специфіки виробництва, вимог технологічних процесів і НПАОП, за узгодженням з представниками профспілкових органів, за рішенням трудового колективу підприємства працівникам може видаватися спецодяг, спецвзуття та інші ЗІЗ понад передбачені норми. В окремих випадках, враховуючи особливості виробництва,

роботодавець може за погодженням з уповноваженим з охорони праці трудового колективу підприємства і профспілками замінювати: комбінезон – костюмом і навіпаки; черевики (напівчоботи) – чоботами і навіпаки, валянки – чоботами кирзовими тощо. Заміна одних видів спеціального одягу і спеціального взуття на інші не повинна погіршувати їх захисні властивості.

ЗІЗ, що видаються працівникам, повинні відповідати характеру і умовам їхнього застосування і забезпечувати безпеку праці. ЗІЗ, що надходять на підприємство, обов'язково перевіряються на їх відповідність вимогам стандартів та технічних умов, для чого створюється комісія з представників адміністрації, профспілкової організації та уповноваженого з охорони праці трудового колективу підприємства. У випадку невідповідності ЗІЗ вимогам нормативно-технічної документації роботодавець подає постачальникам рекламації.

ЗІЗ, що видаються працівникам, є власністю підприємства, обліковуються як інвентар і підлягають обов'язковому поверненню у разі звільнення, переведення на тому ж підприємстві на іншу роботу, для якої видані засоби не передбачені нормами, а також по закінченні строків їх носіння замість одержуваних нових. Працівник несе матеріальну відповідальність за видані йому в користування ЗІЗ.

Роботодавець може видавати працівникам два комплекти спецодягу на два строки носіння. Роботодавець також зобов'язаний організувати заміну або ремонт спеціального одягу і спеціального взуття, що стали непридатними до закінчення встановленого строку носіння з незалежних від працівника причин. Роботодавець компенсує працівнику витрати на придбання спецодягу та інших засобів індивідуального захисту, якщо встановлений нормами строк видачі цих засобів порушений і працівник був вимушений придбати їх за власні кошти. У випадку пропажі ЗІЗ у встановлених місцях їх зберігання або псування ЗІЗ з незалежних від працівника причин, роботодавець зобов'язаний видати йому інший придатний для використання. ЗІЗ, що були в користуванні, можуть бути видані іншим працівникам тільки після прання, хімчистки, дезинфекції та ремонту. Строк носіння таких ЗІЗ встановлюється роботодавцем за погодженням з уповноваженим трудового колективу з питань охорони праці та профспілками.

Під час виконання роботи працівники зобов'язані використовувати за призначенням і бережливо ставитись до виданих в їх користування ЗІЗ. Роботодавець не повинен допускати до роботи працівників без встановлених нормами, або в несправних, невідремонтованих чи забруднених ЗІЗ.

Роботодавець при видачі працівникам таких ЗІЗ, як респіратори, протигази, саморятівники, запобіжні пояси, електрозахисні засоби, накомарники, каски, повинен проводити навчання і перевірку знань працівників щодо правил користування і найпростіших способів перевірки придатності цих засобів, а також тренування щодо їх застосування.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити регулярне, відповідно до встановлених строків, випробування і перевірку придатності ЗІЗ, а також своєчасну заміну фільтрів, скляних деталей та інших частин, захисні властивості яких погіршилися. Після перевірки на ЗІЗ повинна бути зроблена відмітка (клеймо, штамп) про термін наступного випробування.

Для зберігання виданого працівникам спеціального одягу, спеціального взуття та інших ЗІЗ створюються спеціально обладнані приміщення (гардеробні). Роботодавець зобов'язаний організувати належний догляд за засобами індивідуального захисту, своєчасно здійснювати їх чистку, прання, обезпилювання, дегазацію, дезактивацію, знешкодження і ремонт. У випадку, коли роботодавець не організував своєчасну хімічну чистку або прання одягу, він зобов'язаний оплатити працівникові його витрати.

Трудові спори з питань видачі і користування ЗІЗ розглядаються комісіями по трудових спорах.

#### **1.4.4. Гарантії охорони праці жінок, неповнолітніх, інвалідів та людей похилого віку**

Конституція України, гарантуючи рівність прав жінки і чоловіка, забезпечує цю рівність спеціальними заходами щодо охорони праці і здоров'я жінок, створення умов, які дають жінкам можливість поєднувати працю з материнством. Враховуючи певні фізичні, фізіологічні та інші особливості жінок, неповнолітніх, інвалідів та літніх людей, держава піклується про ці категорії людей, з одного боку створюючи умови для повної реалізації права громадян на працю, а з іншого не допускаючи того, щоб робота зашкодила їх здоров'ю.

Забороняється **використання праці жінок та неповнолітніх осіб** віком до 18 років на важких роботах і на роботах з шкідливими або небезпечними умовами праці, перелік яких затверджено Держнаглядом охорони праці, та на підземних роботах. Як виняток дозволяється допускати до таких робіт підлітків-учнів системи профтехосвіти під час проходження ними практики.

Забороняється залучення жінок та неповнолітніх до підіймання та переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми. МОЗ встановлені граничні норми підіймання і переміщення важких речей, які становлять для жінок – 7 кг при постійному переміщенні вантажів протягом зміни і 10 кг – при чергуванні з іншими роботами. Максимальна загальна маса вантажу, який жінка може підіймати протягом 1 години, становить 350 кг, якщо вантаж піднімається з робочої поверхні, і 170 кг, якщо вантаж піднімається з підлоги.

Граничні норми підіймання і переміщення важких речей для неповнолітніх встановлені в залежності від віку, статі і тривалості робіт:

Календарний вік, років	Граничні норми ваги вантажу, кг			
	Короткочасна робота		Тривала робота	
	юнаки	дівчата	юнаки	дівчата
14	5	2,5	не допускається	
15	12	6	8,4	4,2
16	14	7	11,2	5,6
17	16	8	12,6	6,3

Вагітні жінки згідно з медичним висновком повинні бути переведені на легку роботу, яка б виключила вплив несприятливих факторів, із збереженням середнього заробітку за попередньою роботою.

Неповнолітні приймаються на роботу, як правило, після досягнення 16 років. За згодою одного з батьків чи опікуна можуть, як виняток, прийматися на роботу особи, які досягли 15 років. Допускається приймати учнів загальноосвітніх шкіл та професійних навчальних закладів для виконання легкої праці у вільний час при досягненні ними 14-річного віку. Неповнолітні приймаються на роботу лише після медичного огляду і до досягнення ними 21-річного віку зобов'язані щороку проходити медичний огляд.

Забороняється допускати неповнолітніх до нічних, надурочних робіт та робіт у вихідні дні. Тривалість робочого дня для неповнолітніх становить: у віці від 16 до 18 років – 36 годин на тиждень, від 15 до 16 років, а також учнів віком від 14 до 15 років, які працюють у

період канікул, – 24 години на тиждень. Тривалість робочого часу учнів, які працюють протягом навчального року у вільний від навчання час, не може перевищувати половини максимальної тривалості робочого часу, вказаної вище для осіб відповідного віку. Щорічна відпустка неповнолітнім працівникам надається тривалістю один календарний місяць і обов'язково влітку.

Роботодавець зобов'язаний організувати навчання, перекваліфікацію і **працевлаштування інвалідів** відповідно до медичних рекомендацій. Залучення інвалідів до надурочних робіт і робіт у нічний час допускається лише за їх згодою за умови, що це не суперечить рекомендаціям МСЕК.

Підприємства, які використовують працю інвалідів, зобов'язані створювати для них умови праці з урахуванням рекомендацій МСЕК та індивідуальних програм реабілітації, вживати додаткових заходів щодо безпеки праці, які відповідають особливостям цієї категорії працівників.

Згідно Закону «Про основні засади соціального захисту ветеранів праці та інших громадян похилого віку в Україні» роботодавці зобов'язані враховувати специфіку праці ветеранів та осіб похилого віку. Робоче місце громадянина похилого віку має бути обладнано відповідними технічними та іншими засобами, що сприяють збереженню його здоров'я і працездатності.

#### 1.4.5. Відшкодування шкоди у разі ушкодження здоров'я працівників або в разі їх смерті

Каліцтво або ж інше ушкодження здоров'я (травма, хвороба) працівника веде до втрати ним професійної працездатності, а відтак – до втрати заробітної плати та інших доходів, тим самим він позбавляється можливості для нормального існування як самого себе, так і своїх утриманців. Тому Закон «Про охорону праці» передбачає, що в разі ушкодження здоров'я працівника, йому повинно бути надане відповідне відшкодування, а в разі його смерті відшкодування надається членам сім'ї померлого. Відшкодування здійснює ФССНВ, який виплачує **страхові виплати** застрахованому чи особам, які мають на це право. За наявності факту заподіяння моральної шкоди потерпілому провадиться страхова виплата за моральну шкоду.

В разі травмування, профзахворювання або смерті працівника він і члени його сім'ї мають право на отримання однієї або кількох з нижченаведених страхових виплат:

- 1) щомісячна страхова виплата;
- 2) одноразова допомога;
- 3) пенсія по інвалідності потерпілому;
- 4) пенсія у зв'язку з втратою годувальника;
- 5) виплати дитині, яка народилася інвалідом внаслідок травмування на виробництві або професійного захворювання її матері під час вагітності;
- 6) для компенсації витрат на медичну та соціальну допомогу.

**Щомісячна страхова виплата** компенсує потерпілому та членам його сім'ї втрачений заробіток. Її розмір встановлюється відповідно до ступеня втрати професійної працездатності та середньомісячного заробітку, що потерпілий мав до ушкодження здоров'я, і не може перевищувати його. Ступінь втрати працездатності потерпілим установлюється МСЕК за участю ФССНВ і визначається у відсотках професійної працездатності, яку мав потерпілий до ушкодження здоров'я.

У разі смерті потерпілого право на одержання щомісячних страхових виплат мають непрацездатні особи, які перебували на утриманні померлого або мали на день його смерті право на одержання від нього утримання, а також дитина померлого, яка народилася протягом не більш як десятимісячного строку після його смерті.

У разі смерті потерпілого суми страхових виплат особам, які мають на це право, визначаються із середньомісячного заробітку потерпілого за вирахуванням частки, яка припадала на потерпілого та працездатних осіб, що перебували на його утриманні, але не мали права на ці виплати.

**Одноразова страхова виплата (допомога)** сплачується у разі стійкої втрати професійної працездатності потерпілого. Сума цієї виплати визначається із розрахунку середньомісячного заробітку його за кожний відсоток втрати ним професійної працездатності.

Якщо встановлено, що ушкодження здоров'я настало не тільки з вини роботодавця, а й внаслідок порушення потерпілим НПАОП, розмір одноразової допомоги може бути зменшено до 50 відсотків.

У разі смерті потерпілого витрати на його поховання несе ФССНВ, а сім'ї померлого сплачується одноразова допомога, розмір якої повинен бути не меншим за п'ятирічну заробітну плату потерпілого і, крім того, не меншим за однорічний заробіток потерпілого на кожну особу, яка перебувала на його утриманні, а також на його дитину, яка народилася протягом не більш як десятимісячного строку після смерті потерпілого.

**Виплата пенсії по інвалідності** внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання провадиться потерпілому відповідно до законодавства про пенсійне забезпечення.

Неповнолітнім, які народилися інвалідами внаслідок травмування або профзахворювання матері під час її вагітності, а також учням, студентам, аспірантам тощо, які стали інвалідами під час відповідних занять або робіт, ФССНВ провадить **щомісячні страхові виплати як інвалідам дитинства**, а після досягнення ними 16 років – у розмірі середньомісячного заробітку, що склався на території області (міста) проживання цих осіб, але не менше середньомісячного заробітку в країні на день виплати.

**Страхові витрати на медичну та соціальну допомогу** – це витрати на придбання ліків, спеціальний медичний або постійний сторонній догляд, побутове обслуговування, додаткове харчування, оплата санаторно-курортних путівок інвалідам тощо.

Витрати на догляд за потерпілим відшкодовуються Фондом незалежно від того, ким вони здійснюються. Якщо встановлено, що потерпілий потребує кількох видів допомоги, оплата провадиться за кожним її видом.

Потерпілому, який став інвалідом, періодично, але не рідше одного разу на три роки, а інвалідам I групи щорічно безоплатно за медичним висновком надається путівка для санаторно-курортного лікування; у разі самостійного придбання путівки її вартість компенсує ФССНВ. Потерпілому, який став інвалідом, компенсуються також витрати на проїзд до місця лікування і назад. Особі, яка супроводжує потерпілого, Фонд компенсує витрати на проїзд і житло.

За наявності у потерпілого відповідно до висновків МСЕК медичних показань для одержання автомобіля Фонд компенсує вартість придбання автомобіля з ручним керуванням, запасних частин до нього, пального, а також ремонту і технічного обслуговування та навчання керуванню автомобілем.

Згідно з висновком МСЕК Фонд може відшкодувати й інші витрати.

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

**Відшкодування моральної (немайнової) шкоди**, здійснюється у вигляді одноразової страхової виплати незалежно від інших видів страхових виплат. Сума страхової виплати за моральну шкоду визначається в судовому порядку і не може перевищувати двохсот розмірів мінімальної заробітної плати, встановленої на день виплати.

*Допомога у зв'язку з тимчасовою непрацездатністю* виплачується в розмірі 100 відсотків середнього заробітку (оподаткованого доходу). При цьому перші п'ять днів тимчасової непрацездатності оплачуються власником або уповноваженим ним органом за рахунок коштів підприємства, установи, організації.

За працівниками, які втратили працездатність, зберігаються місце роботи (посада) та середня заробітна плата на весь період до відновлення працездатності або до встановлення стійкої втрати професійної працездатності. У разі неможливості виконання потерепаілим попередньої роботи проводяться його навчання, перекваліфікація, працевлаштування відповідно до медичних рекомендацій. Час перебування на інвалідності у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням зараховується до стажу роботи для призначення пенсії за віком, а також до стажу роботи із шкідливими умовами, який дає право на призначення пенсії на пільгових умовах і в пільгових розмірах.

## **1.5. ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ**

### **1.5.1. Органи державного управління охороною праці, їх компетенція і повноваження**

Однією з функцій сучасної держави є проведення соціальної політики, спрямованої на підвищення безпеки праці. Здійснення цієї функції неможливе без відповідного державного управління охороною праці. Державне управління охороною праці здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
- Рада міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

*Кабінет Міністрів України* забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці, спрямовує і координує діяльність міністерств, інших центральних органів виконавчої влади щодо створення безпечних і здорових умов праці та нагляду за охороною праці. З метою координації діяльності органів державного управління охороною праці при Кабінеті Міністрів створена Національна рада з



питань безпечної життєдіяльності населення, яку очолює віцепрем'єр-міністр України.

***Спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці:***

◆ здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні, реалізує державну політику в цій галузі та здійснює контроль за виконанням функцій державного управління охороною праці міністерствами, відомствами, місцевими державними адміністраціями та органами місцевого самоврядування;

◆ розробляє за участю міністерств, відомств, ФССНВ, всеукраїнських об'єднань роботодавців та профспілок загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;

◆ здійснює нормотворчу діяльність, розробляє та затверджує НПАОП або зміни до них;

◆ координує роботу міністерств, відомств, місцевих держадміністрацій, органів місцевого самоврядування, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності в галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

◆ одержує безоплатно від міністерств, відомств, місцевих держадміністрацій, органів статистики, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності відомості та інформацію, необхідні для виконання покладених на нього завдань;

◆ бере участь у міжнародному співробітництві та в організації виконання міжнародних договорів з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, вивчає, узагальнює і поширює світовий досвід з цих питань.

Рішення, прийняті спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці в межах його компетенції, є обов'язковими для виконання.

***Примітка.*** Спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці до середини 2005 р. був Державний комітет України з нагляду за охороною праці – ***Держнагляддохоронпраці***. Під час роботи над новою редакцією цього підручника ***Держнагляддохоронпраці*** було перетворено у Державний департамент промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (***Держпромгірнагляд***). 15 листопада 2005 р. Постановою Кабінету міністрів України № 1090 було затверджено Положення про Держпромгірнагляд. Оскільки всі документи центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці,

що використовуються в цьому підручнику були затверджені Держнаглядом охорони праці, автори підручника дають по тексту нову назву – Держпромгірнагляд, іноді дана сноска.

**Міністерства та інші центральні органи виконавчої влади** розробляють і реалізують за участю профспілок галузеві програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, здійснюють методичне керівництво діяльністю підприємств галузі з охорони праці, створюють у разі потреби аварійно-рятувальні служби, здійснюють керівництво їх діяльністю, здійснюють відомчий контроль за станом охорони праці на підприємствах галузі, забезпечують виконання інших вимог законодавства, що регулює відносини у сфері рятувальної справи.

Для координації, вдосконалення роботи з охорони праці і контролю за цією роботою в міністерствах та інших центральних органах виконавчої влади створюються структурні підрозділи з охорони праці.

Крім вищеперелічених функцій, які покладаються на всі міністерства та інші центральні органи виконавчої влади, деякі міністерства, зокрема Мінпраці, МОЗ, МНС виконують спеціальні функції охорони праці.

Мінпраці забезпечує проведення державної експертизи умов праці із залученням служб санітарного епідеміологічного нагляду Міністерства охорони здоров'я, визначає порядок та здійснює контроль за якістю проведення атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативно-правовим актам з охорони праці.

МОЗ розробляє гігієнічно обґрунтовані нормативи показників шкідливих факторів на робочих місцях та у межах робочої зони підприємств, опрацьовує санітарні норми щодо нормативів та методик визначення показників шкідливих факторів, проводить контроль виконання вимог гігієни праці та виробничого середовища, розробляє методику атестації робочих місць тощо.

МНС, структурним підрозділом якого зараз є Держпромгірнагляд, здійснює також заходи щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру і зменшення збитків під час аварій та катастроф, проводить оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій та інформування його про наявну обстановку, організовує та проводить рятувальні та інші невідкладні роботи.

Діяльність **Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування** спрямовується на те, щоб у повсякденному житті набував практичного змісту та підтверджувався найголовніший принцип державної

політики у сфері охорони праці – пріоритет життя і здоров'я працівників. В умовах переходу до ринкової економіки, створення численних підприємств та інших господарств з недержавними формами власності, що не мають галузевого підпорядкування, незмірно зростає значення місцевих органів державної виконавчої влади в організації безпечних і здорових умов праці, усуненні причин виробничого травматизму та професійних захворювань.

Законами «Про місцеві державні адміністрації» та «Про місцеве самоврядування» передбачено, що захист прав, свобод і законних інтересів громадян є одним з головних принципів, на яких ґрунтується місцеве та регіональне самоврядування. Отже, забезпечення виконання вимог законодавства про охорону праці є об'єктом та предметом діяльності місцевих державних адміністрацій та місцевого самоврядування.

### **1.5.2. Державний нагляд, відомчий і громадський контроль за охороною праці**

З метою забезпечення виконання вимог законодавства з охорони праці в Україні створена система державного нагляду, відомчого і громадського контролю з цих питань.

**Державний нагляд** за додержанням законів та інших НПАОП здійснюють:

- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (*Держпромгірнагляд*);
- спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки (*Комітет ядерного регулювання Міністерства охорони природного середовища*);
- спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки (*Департамент пожежної безпеки Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи*);
- спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці (*Головний державний санітарний лікар та санітарно-епідеміологічна служба Міністерства охорони здоров'я*).

**Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і органів місцевого самоврядування, їм не підзвітні і не підконтрольні.**

Діяльність кожного органу державного нагляду за охороною праці регулюється відповідним законом України, а саме: «Про охорону праці», «Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» та іншими документами, що затверджуються Президентом України або Кабінетом Міністрів України.

Основні функції та завдання, які вирішує спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці, були викладені в параграфі 1.5.1. Свою роботу по нагляду за охороною праці Держпромгірнагляд проводить через територіальні (обласні) управління, галузеві державні інспекції охорони праці та експертно-технічні центри.

Інспектори Держпромгірнагляду мають право:

- ◆ безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва, та здійснювати в присутності роботодавця або його представника перевірку додержання законодавства з охорони праці;

- ◆ одержувати пояснення, висновки обстежень, аудитів, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;

- ◆ видавати обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і недоліків в галузі охорони праці;

- ◆ забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію виробництв, робочих місць, будівель, устаткування, виконання певних робіт, застосування нових небезпечних речовин, реалізацію продукції, а також скасовувати або припиняти дію виданих ними дозволів і ліцензій до усунення порушень, які створюють загрозу життю працюючих;

- ◆ притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;

- ◆ надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих осіб займаній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Аналогічними повноваженнями наділені також інші органи державного нагляду за охороною праці.

**Відомчий контроль** покладається на адміністрацію підприємства та на господарські організації вищого рівня. Цей контроль здійснюється відповідними службами охорони праці (див. 1.5.3 та 1.5.6).

**Громадський контроль** за додержанням законодавства про охорону праці створенням безпечних і нешкідливих умов праці, належних

виробничих та санітарно-побутових умов, забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту здійснюють професійні спілки в особі своїх виборних органів і представників (уповноважених осіб). У разі загрози життю або здоров'ю працівників професійні спілки мають право вимагати від роботодавця негайного припинення робіт на період, необхідний для усунення такої загрози.

Професійні спілки також мають право на проведення незалежної експертизи умов праці та об'єктів виробничого призначення, що проєктуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх НПАОП, брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань та надавати свої висновки про них, вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та одержувати від них аргументовану відповідь.

У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль здійснює уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, яка має право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог щодо охорони праці і вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень НПАОП.

Для виконання цих обов'язків роботодавці за свій рахунок організовує навчання, забезпечує необхідними засобами і звільняє уповноважених з охорони праці від роботи на передбачений колективним договором строк із збереженням за ними середнього заробітку.

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

Якщо уповноважені з охорони праці вважають, що профілактичні заходи, вжиті роботодавцем, є недостатніми, вони можуть звернутися за допомогою до органу державного нагляду за охороною праці. Вони також мають право брати участь і вносити відповідні пропозиції під час інспекційних перевірок підприємств чи виробництв.

### **1.5.3. Організація охорони праці на виробництві**

Закон «Про охорону праці» зобов'язує роботодавця створити на кожному робочому місці, в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до НПАОП, а також забезпечити додержання вимог

законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець повинен створити і забезпечити функціонування системи управління охороною праці, для чого він:

- створює відповідні служби, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці;
- розробляє і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує нормативні акти з охорони праці підприємства, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та нормативними документами підприємства з охорони праці;
- здійснює контроль за додержанням працівниками технологічних процесів, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;
- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

За порушення зазначених вимог роботодавець несе безпосередню відповідальність.

Виробничі будівлі, споруди, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію та технологічні процеси повинні відповідати вимогам НПАОП.

Роботодавець повинен одержати дозвіл на початок роботи та види робіт підприємства, діяльність якого пов'язана з виконанням робіт та

експлуатацією об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Перелік видів робіт, об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки визначається Кабінетом Міністрів України.

У разі коли роботодавець не одержав зазначеного дозволу, місце-вий орган виконавчої влади або орган місцевого самоврядування, за поданням Держнаглядохоронпраці (Держпромгірнагляду), вживає заходів до скасування державної реєстрації цього підприємства.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює **службу охорони праці** як окрему структуру. На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

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

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

Служба охорони праці опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці підприємства, проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці, організовує роботу підрозділів і всього підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці.

Служба охорони праці бере участь у розслідуванні нещасних випадків та аварій, розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці підприємства, сприяє впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, надає методичну допомогу керівникам структурних підрозділів підприємства у розробці заходів з питань охорони праці.

Служба охорони праці контролює дотримання чинного законодавства, НПАОП, виконання працівниками посадових інструкцій, виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій та подань уповноважених трудових колективів і профспілок, своєчасне проведення навчання та інструктажів.

Спеціалісти служби охорони праці мають право безперешкодно в будь-який час відвідувати виробничі об'єкти, структурні підрозділи

підприємства, порушувати клопотання про заохочення працівників, котрі беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращанні умов праці, а у разі виявлення порушень охорони праці:

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

- ◆ вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу чи не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог НПАОП;

- ◆ зупиняти роботу у разі виявлення порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

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

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець.

З метою забезпечення пропорційної участі працівників у вирішенні будь-яких питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за рішенням трудового колективу на підприємстві може створюватися **комісія з питань охорони праці**.

Рішення про доцільність створення комісії, її кількісний та персональний склад, строк повноважень приймається трудовим колективом на загальних зборах (конференції) які затверджують Положення про комісію з питань охорони праці підприємства. Комісія формується на засадах рівного представництва осіб від роботодавця та трудового колективу. До складу Комісії від роботодавця включаються спеціалісти з безпеки і гігієни праці, виробничої, юридичної та інших служб підприємства, від трудового колективу рекомендуються працівники усіх професій, уповноважені трудових колективів з питань охорони праці, представники профспілки (профспілок).

Основними завданнями комісії є захист законних прав та інтересів працівників у сфері охорони праці, узгодження, шляхом двосторонніх консультацій, позицій сторін у вирішенні практичних питань у сфері охорони праці з метою забезпечення поєднання інтересів держави, роботодавця та трудового колективу, кожного працівника, запобігання конфліктам.

Члени комісії виконують свої обов'язки, як правило, на громадських засадах. При залученні до окремих перевірок, проведенні навчання вони можуть звільнитися від основної роботи на передбачений колективним договором термін із збереженням за ними середнього заробітку.



Рішення комісії оформляються протоколами і мають рекомендаційний характер, впроваджуються в життя наказами роботодавця. При незгоді роботодавця з рекомендаціями Комісії він дає аргументовану відповідь. Комісія не менше одного разу на рік звітує про свою роботу на загальних зборах (конференції) трудового колективу.

#### **1.5.4. Обов'язки працівників щодо виконання вимог охорони праці**

Забезпечення безпечних і здорових умов праці на виробництві неможливе без знання і виконання працівниками всіх вимог НПАОП, що стосуються їхньої роботи, правил поведження з машинами, механізмами, устаткуванням, використання засобів захисту, додержання правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства, співробітництва з роботодавцем у справі охорони праці.

Обов'язком працівника насамперед є старанне ставлення до усіх видів навчання (інструктажу), які проводить роботодавець по вивченню вимог нормативних актів з охорони праці, правил поведження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва. Кожен працівник повинен знати, що Закон «Про охорону праці» забороняє допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з питань охорони праці. Якщо роботодавець не дотримується строків проведення чергового навчання (інструктажу), то працівник має право про це нагадати відповідному керівникові, а на прохання працівника проводиться додатковий інструктаж з питань охорони праці. Після навчання (інструктажу) працівник повинен отримати інструкцію з охорони праці за його професією.

Запорукою попередження більшості аварій і нещасних випадків на виробництві є неухильне дотримання працівниками вимог безпеки праці. Порушення технологічного процесу, правил дорожнього руху, незастосування засобів індивідуального чи колективного захисту або недотримання інших вимог безпеки праці рано чи пізно приведе до тяжких наслідків. Тому не випадково у ст. 34 Закону «Про Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві ...» вказано, що якщо нещасний випадок трапився внаслідок порушення потерпілим нормативних актів про охорону праці, розмір одноразової допомоги може зменшуватися до 50 відсотків.

Більше того, до Кодексу України про адміністративні правопорушення внесені доповнення про накладення штрафу на працівників за порушення вимог НПАОП або невиконання законних вимог службо-

вих осіб органів нагляду щодо усунення порушень законодавства про охорону праці.

Під час роботи працівники повинні користуватися відповідними ЗІЗ. Роботодавець зобов'язаний не допускати до роботи працівників, які відмовляються користуватися необхідними засобами індивідуального чи колективного захисту.

Усі працюючі повинні бути ознайомлені з колективним договором. У колективному договорі, як правило, містяться зобов'язання працівників ретельно вивчати вимоги НПАОП, виконувати встановлений порядок безпечного виконання робіт відповідно до конкретних обов'язків та професій, а також правила поведінки на території підприємства і робочих місцях; брати активну участь і проявляти ініціативу у здійсненні заходів щодо підвищення рівня охорони праці, вносити раціоналізаторські та інші пропозиції з цих питань тощо. Невиконання працівником вимог НПАОП є порушенням трудової дисципліни, яке тягне за собою застосування до порушника дисциплінарних стягнень (догана, звільнення з роботи).

Згідно зі ст. 17 Закону «Про охорону праці» та ст. 169 КЗпП України працівники при прийнятті на роботу і протягом трудової діяльності на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, повинні проходити попередній і періодичний медичні огляди. Перелік професій, працівники яких підлягають медичному огляду затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 23.05.2001 р. № 559, а термін і порядок його проведення – наказом МОЗ від 31.03.1994 р. № 45 за погодженням з Держнаглядом охорони праці, Мінпраці, Міністерством соціального захисту України і Федерацією профспілок України.

Усі особи молодше вісімнадцяти років, незалежно від того, на яких роботах вони будуть працювати, приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду і в подальшому, до досягнення 21 року, щороку підлягають обов'язковому медичному оглядові.

Якщо працівник вважає, що погіршення стану його здоров'я пов'язане з умовами праці, то на його прохання або за ініціативою роботодавця може проводитися позачерговий медичний огляд.

Працівники, які ухиляються від проходження обов'язкового медичного огляду, можуть бути притягнуті до дисциплінарної відповідальності і відсторонені від роботи без збереження заробітної плати.

Співробітництво працівника з власником у справі охорони праці – це перш за все вжиття особисто працівником посильних заходів щодо

усунення будь-якої загрозової виробничої ситуації, яка може викликати нещасний випадок або аварію, вимога до відповідних служб підприємства щодо забезпечення працюючих засобами індивідуального і колективного захисту, проведення ремонту устаткування, повідомлення свого керівника або іншої посадової особи про небезпеку для життя і здоров'я працівників, інших громадян, навколишнього середовища тощо.

Сумлінне та ініціативне співробітництво працівника з роботодавцем у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, бездоганне виконання вимог нормативних актів з питань охорони праці, обов'язків за трудовим та колективним договором може бути підставою для заохочення працівника, надання йому переваг та пільг, передбачених правилами внутрішнього трудового розпорядку, колективним договором, існуючою на підприємстві системою управління охороною праці.

#### **1.5.5. Навчання та інструктажі з охорони праці**

Навчання, системне та систематичне підвищення рівня знань не лише працівників, а всього населення України з питань охорони праці – один з основних принципів державної політики в галузі охорони праці, фундаментальна основа виробничої безпеки та санітарії, необхідна умова удосконалення управління охороною праці і забезпечення ефективної профілактичної роботи щодо запобігання нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві.

Зараз в країні діє система безперервного навчання з питань охорони праці, основні принципи якої були описані в 1.3.2.

Основним нормативним документом, що встановлює порядок та види навчання і перевірки знань з охорони праці є Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15. Цей порядок спрямовано на реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань охорони праці.

Типове положення визначає порядок:

- вивчення основ охорони праці у навчальних закладах і під час професійного навчання працівників на підприємстві;
- організації навчання і перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві;
- спеціального навчання і перевірки знань з питань охорони праці;
- навчання і перевірки знань з питань охорони праці посадових осіб;

- організації проведення інструктажів з питань охорони праці;
- стажування, дублювання і допуску працівників до роботи.

У професійно-технічних навчальних закладах обов'язковим є вивчення предмета «Охорона праці», а у вищих навчальних закладах вивчаються навчальні дисципліни «Основи охорони праці» та «Охорона праці в галузі». Це навчання проводиться за типовими навчальними планами і програмами, які затверджуються Міністерством освіти за погодженням з Держпромгірнаглядом (Держнаглядохоронпраці). Окремі специфічні питання охорони праці вивчаються в курсах спеціальних та загальнотехнічних дисциплін.

Під час професійної підготовки працівників на підприємстві теоретична частина предмета «Охорона праці» вивчається в обсязі не менше 10 годин, а під час перепідготовки та підвищення кваліфікації – не менше 8 годин.

Працівники, які залучаються до виконання робіт з підвищеною небезпекою, проходять підготовку лише в навчальних закладах. При цьому теоретична частина предмета «Охорона праці» вивчається обсягом не менше 30 годин, а під час перепідготовки та підвищення кваліфікації – не менше 15 годин. Специфічні питання охорони праці для конкретних професій вивчаються в курсах спеціальних та загальнотехнічних дисциплін.

На підприємствах на основі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва та вимог НПАОП, розроблюються і затверджуються відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці, формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, з якими повинні бути ознайомлені працівники.

Працівники при прийнятті на роботу і періодично в процесі роботи, а вихованці, учні і студенти під час навчально-виховного процесу проходять навчання і перевірку знань з охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки у разі аварії, а також відповідні інструктажі. Особи, які суміщають професії, проходять навчання та інструктажі з охорони праці як з їх основних професій, так і з професій за сумісництвом. Допуск до роботи (виконання навчальних практичних завдань) без навчання і перевірки знань з питань охорони праці забороняється.

Відповідальність за організацію і здійснення навчання та перевірки знань працівників з питань охорони праці покладається на роботодавця.

Посадові особи та працівники, зайняті на роботах з підвищеною

небезпекою та на роботах, де є потреба у професійному доборі проходять щорічне спеціальне навчання і перевірку знань відповідних НПАОП.

Особлива увага приділяється навчанню і перевірці знань з охорони праці посадових осіб, перелік яких наведено в додатку до Типового положення. До цього переліку включені Перші заступники та заступники міністрів та керівників інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської та Севастопольської міських державних адміністрацій, керівники та спеціалісти підприємств, установ і організацій, виробничих та науково-виробничих об'єднань незалежно від форм власності та характеру виробничої діяльності, їх заступники, виконання службових обов'язків яких пов'язано з організацією безпечного ведення робіт, керівники та викладачі кафедр охорони праці навчальних закладів, навчальних центрів з охорони праці, технічні та страхові експерти та інші категорії посадовців.

Ці посадові особи і спеціалісти проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці до початку роботи і періодично раз на три роки згідно з тематичним планом і програмою навчання, що наведені в Типовому положенні.

Усі працівники повинні проходити на підприємстві навчання у формі інструктажів з питань охорони праці, першої допомоги потерпілому, правил поведінки та дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

**Інструктаж з охорони праці** – це усне пояснення положень відповідних нормативних документів, що закінчується вибірковою перевіркою шляхом опитування засвоєних знань і навичок в обсязі викладених питань. За характером і часом проведення інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

**Вступний інструктаж** проводиться:

- ◆ з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;

- ◆ з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;

- ◆ з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;

- ◆ з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці, або іншим фахівцем, на якого покладено ці обов'язки і який в установленому Типовим положенням порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма та тривалість інструктажу затверджується керівником підприємства.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу, який зберігається в службі охорони праці або в працівника, що відповідає за проведення вступного інструктажу, а також у наказі про прийняття працівника на роботу.

**Первинний інструктаж** проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово);
- який переводиться з одного структурного підрозділу до іншого;
- який буде виконувати нову для нього роботу;
- відрадженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться також з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

- ◆ до початку трудового або професійного навчання;
- ◆ перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

**Повторний інструктаж** проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці в терміни, визначені НПАОП, які діють в галузі, або роботодавцем, з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою – 1 раз на 3 місяці;
- для решти робіт – 1 раз на 6 місяців.

**Позаплановий інструктаж** проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- ◆ у разі введення в дію нових або переглянутих НПАОП, внесення змін та доповнень до них;
- ◆ у разі зміни технологічного процесу, заміни або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;

◆ у разі порушень працівниками вимог НПАОП, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо;

◆ у разі перерви в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною безпекою, а для решти робіт – понад 60 днів.

З учнями, студентами, курсантами та слухачами позаплановий інструктаж проводиться при порушеннях ними вимог НПАОП, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення.

**Цільовий інструктаж** проводиться з працівниками:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;

- при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються в залежності від виду робіт, що ними виконуватимуться.

**Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі** проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер), завершуються вони перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж. При незадовільних результатах 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.

При незадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється.

Працівники, які суміщають професії (в тому числі працівники комплексних бригад), проходять інструктажі як з їх основних професій, так і з професій за сумісництвом.

Про проведення **первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажу** та про допуск до роботи особою, якою проводився інструктаж, вноситься запис до журналу реєстрації інструктажів з

питань охорони праці на робочому місці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, журнали прошнуровані і скріплені печаткою.

У разі виконання робіт, що потребують оформлення наряду-допуску, цільовий інструктаж реєструється в цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів – не обов'язково.

Перелік професій та посад працівників, які звільняються від первинного, повторного та позапланового інструктажів, затверджується роботодавцем. До цього переліку можуть бути зараховані працівники, участь у виробничому процесі яких не пов'язана з безпосереднім обслуговуванням обладнання, застосуванням приладів та інструментів, збереженням або переробкою сировини, матеріалів тощо.

#### **1.5.6. Управління охороною праці на підприємстві**

В нашій країні передбачено управління охороною праці як на державному, так і на галузевому, регіональному і виробничому рівнях. Загальні положення щодо управління охороною праці, порядок введення в дію системи управління, основні функції і завдання управління викладені в Типовому положенні про систему управління охороною праці на галузевому, регіональному та виробничому рівнях.

У спрощеному вигляді будь-яка система управління – це сукупність суб'єкта управління та об'єкта управління, що знаходяться у певному середовищі та інформативно зв'язані між собою (рис. 1.5). В суб'єкті управління можна виділити два органи – управляючий та виконавчий. Управління завжди здійснюється заради досягнення певної мети. Метою управління охороною праці є забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Таким чином, **система управління охороною праці (СУОП) – це сукупність суб'єкта та об'єкта управління, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці.** Охорона праці базується на законах та інших нормативно-правових актах, які є головним джерелом зовнішньої інформації, що надходить до СУОП.

Як суб'єкт так і об'єкт системи визначаються її рівнем. На державному рівні суб'єктом управління виступає Кабінет Міністрів, виконавчим органом є Держпромгірнагляд (Держнаглядохоронпраці), а



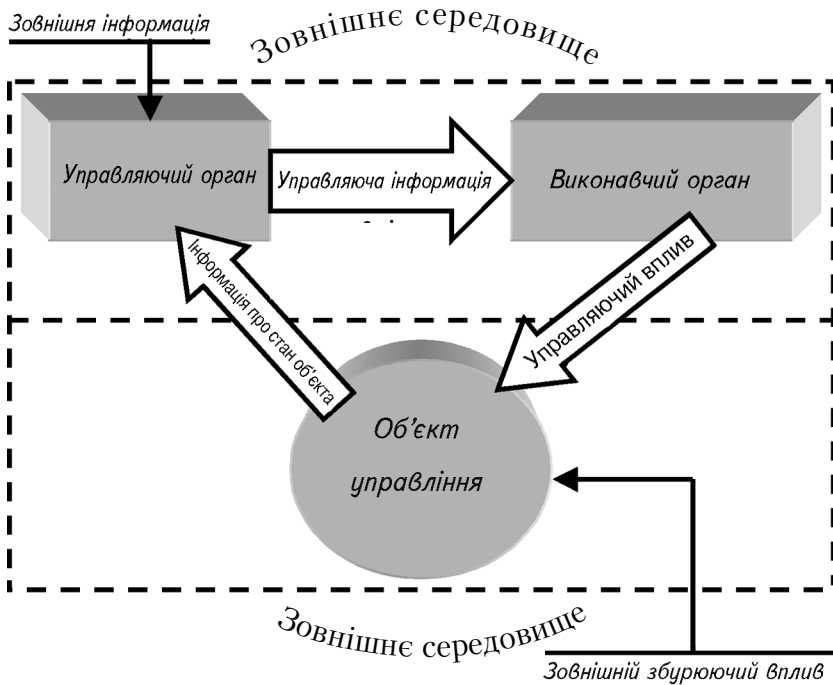


Рис. 1.5. Структурна схема системи управління

об'єктами управління є діяльність галузевих міністерств, обласних та місцевих державних адміністрацій по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на підприємствах, в установах та організаціях. На галузевому рівні суб'єктом управління є відповідне галузеве міністерство, а об'єктами управління – діяльність підприємств, установ та організацій галузі по забезпеченню на них безпечних і здорових умов праці. Суб'єктом управління на регіональному рівні – відповідна державна адміністрація, а об'єктом управління – діяльність підприємств, установ та організацій, що розташовані на території даного регіону, по забезпеченню на них безпечних і здорових умов праці.

Суб'єктом управління в СУОП підприємства є роботодавець, а в цехах, на виробничих дільницях і в службах – керівники відповідних структурних підрозділів і служб. Об'єктом управління в СУОП підприємства є діяльність структурних підрозділів та служб підприєм-

ства по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, виробничих дільницях, у цехах та на підприємстві в цілому. Типова СУОП підприємства функціонує наступним чином.

Роботодавець (керівник, головний інженер) аналізує інформацію про стан охорони праці в структурних підрозділах підприємства та приймає рішення, спрямовані на підвищення рівня безпеки праці. Організаційно-методичну роботу по управлінню охороною праці, підготовку управлінських рішень і контроль за їх своєчасною реалізацією здійснює служба охорони праці підприємства (виконавчий орган СУОП), що підпорядкована безпосередньо керівнику підприємства (управляючому органу). Зовнішнім збудуючим чинником для СУОП на рівні підприємства є зміни технологічного процесу, обладнання, умов праці, нещасні випадки, травми, захворювання тощо.

До основних **функцій управління** охороною праці належать:

- ◆ прогнозування і планування робіт;
- ◆ організація та координація робіт;
- ◆ облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- ◆ контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- ◆ стимулювання роботи по вдосконаленню охорони праці.

Основне **завдання управління** охороною праці можна сформулювати коротко – забезпечення дотримання вимог НПАОП. Розшифровка цього завдання включає:

- навчання працівників безпечним методам праці та пропаганда питань охорони праці;
- забезпечення безпечності технологічних процесів, виробничого устаткування, будівель і споруд;
- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку;
- організація лікувально-профілактичного обслуговування;
- професійний добір працівників з окремих професій;
- удосконалення нормативної бази з питань охорони праці.

Чинна на сьогодні в Україні система управління охороною праці побудована на принципі 100%-ного дотримання вимог НПАОП. Більш прогресивна міжнародна система управління охороною праці, основою якої є міжнародний стандарт OHSAS 18001 «Система менеджменту охорони здоров'я та безпеки персоналу», будується на принципі добровільного дотримання вимог охорони праці, виходячи з законодавчо встановленого припустимого рівня ризику для життя і здоров'я працюючих. Такий підхід, який полягає в тому, що прийнят-

тя конкретного рішення базується на оцінці ризику, зветься ризик орієнтованим підходом (РОП).

Концептуально РОП складається з двох елементів – оцінка ризику і управління ризиком. Оцінка ризику – це аналіз виникнення і масштабів ризику в конкретній ситуації. Управління ризиком – аналіз ситуації і розробка рішень, спрямованих на зведення ризику до прийняттого мінімуму.

Концепція РОП деякою мірою протилежна тому підходу, при якому необхідність і можливість досягнення кращого результату диктується жорсткою системою нормативів, правил, стандартів, але вона дає можливість раціонально використовувати кошти, спрямовані на охорону праці. РОП почав з'являтися в розвинених країнах 20 ... 25 років тому. Він в більшій мірі відповідає економічним інтересам підприємства і тому більше може зацікавити підприємців. В нашій країні зараз ведуться дослідження щодо можливостей і особливостей його застосування у вітчизняних умовах.

***Функція прогнозування та планування роботи з охорони праці,*** в основі якої лежить прогнозичний аналіз, має вирішальне значення в системі управління охороною праці. Планування роботи з охорони праці поділяється на перспективне, поточне та оперативне.

*Перспективне планування* вміщує найбільш важливі, трудомісткі і довгострокові заходи, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи кількох підрозділів підприємства. Можливість виконання заходів перспективного плану повинна бути підтверджена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат з зазначенням джерел фінансування. Основною формою перспективного планування роботи з охорони праці є розроблення комплексного плану підприємства щодо покращення стану охорони праці.

*Поточне планування* здійснюється у межах календарного року через розроблення відповідних заходів у розділі «Охорона праці» колективного договору.

*Оперативне планування* роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві в цілому. Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків зазначаються безпосередньо у наказі по підприємству, який видається за підсумками контролю, або у плані заходів, як додатку до наказу.

Процес планування заходів з охорони праці, як і реалізація будь-якої іншої управлінської функції, повинен здійснюватися в три етапи:

- ◆ оцінка ситуації чи стану об'єкта управління (оцінка стану безпеки праці і виробничого середовища на підприємстві);
- ◆ пошук шляхів і способів впливу на ситуацію (визначення варіантів заходів які можуть вплинути на стан охорони праці);
- ◆ вибір і обґрунтування оптимального способу дій для поліпшення ситуації (визначення раціонального переліку заходів з охорони праці для включення їх у план чи колективний договір).

Застосовуючи РОП визначаються пріоритети виявлених невідповідностей, тобто черговість усунення встановлених порушень. Невідповідності ранжуються, орієнтуючись на вагомість можливих негативних наслідків і очікувану частоту проявів цих наслідків у вигляді травм чи профзахворювань.

**Функція СУОП щодо організації та координації робіт** передбачає формування органів управління охороною праці на всіх рівнях управління і всіх стадіях виробничого процесу, визначення обов'язків, прав, відповідальності та порядку взаємодії осіб, що приймають участь в процесі управління, а також прийняття та реалізацію управлінських рішень.

Глибоко помилковою є думка, яку, на жаль, ще дуже часто можна почути, що робота з охорони праці є прерогативою лише служби охорони праці. Налагодження функціонування СУОП необхідно починати перед усім з аналізу функціональних обов'язків всіх посадових осіб підприємства і, якщо необхідно, відповідного їх коригування з метою усунення прогалин та непотрібного дублювання. Неналежне виконання своїх обов'язків, наприклад, службою постачання при закупівлі обладнання може обернутись травмою для будь-якого робітника підприємства.

**Облік, аналіз та оцінка показників охорони праці** спрямовані (відповідно до одержаної інформації) на розробку та прийняття управлінських рішень керівниками усіх рівнів управління (від майстра дільниці до керівника підприємства). Суть даної функції полягає у системному обліку показників стану охорони праці, в аналізі отриманих даних та узагальненні причин недотримання вимог НПАОП, а також причин невиконання планів з охорони праці з розробкою заходів, направлених на усунення виявлених недоліків. Аналізуються матеріали: про нещасні випадки та професійні захворювання; результати всіх видів контролю за станом охорони праці; дані паспортів санітарно-технічного стану умов праці в цеху (на дільниці); матеріали спеціальних обстежень будівель, споруд, приміщень, обладнання тощо. В результаті обліку, аналізу та оцінки стану охорони праці вно-

сяться доповнення та уточнення до оперативних, поточних та перспективних планів роботи з охорони праці, а також — по стимулюванню діяльності окремих структурних підрозділів, служб, працівників за досягнуті показники охорони праці.

**Контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП** забезпечує дійове управління охороною праці. Будь-яка система управління може надійно функціонувати лише при наявності повної, своєчасної і достовірної інформації про стан об'єкта управління. Одержати таку інформацію про стан охорони праці, виявити можливі відхилення від норм безпеки, а також перевірити виконання планів та управлінських рішень можна тільки на підставі регулярного та об'єктивного контролю. Тому контроль стану охорони праці є найбільш відповідальною та трудомісткою функцією процесу управління.

До основних форм контролю за станом охорони праці в рамках СУОП підприємства відносяться: оперативний контроль; відомчий контроль, що проводиться службою охорони праці підприємства; адміністративно-громадський багатоступеневий контроль. Крім цих видів контролю, існує відомчий контроль вищих господарських органів, державний нагляд та громадський контроль за охороною праці, які розглядаються окремо.

*Оперативний контроль* з боку керівників робіт і підрозділів підприємства проводиться згідно із затвердженими посадовими обов'язками. При цьому служба охорони праці контролює виконання вимог безпеки праці у всіх структурних підрозділах та службах підприємства.

*Адміністративно-громадський багатоступеневий контроль* є однією з найкращих форм контролю за станом охорони праці, але можливість його ефективного функціонування обумовлена наявністю співробітництва та взаєморозуміння між роботодавцем і профспілками підприємства. Цей контроль проводиться на кількох (як правило – трьох) рівнях. На першій ступені контролю начальник виробничої дільниці (майстер) спільно з громадським інспектором профгрупи щоденно перевіряють стан охорони праці на виробничій дільниці. На другій ступені — начальник цеху спільно з громадським інспектором та спеціалістами відповідних служб цеху (механік, електрик, технолог) два-чотири рази в місяць перевіряють стан охорони праці згідно з затвердженим графіком. На третій ступені контролю щомісячно (згідно із затвердженим графіком) комісія підприємства під головуванням керівника (головного інженера) перевіряє стан охорони праці на підприємстві. До складу комісії входять: керівник служби охорони праці, голова комісії з охорони праці профкому, керівник медичної

служби, працівник пожежної охорони та головні спеціалісти підприємства (технолог, механік, енергетик). Результати роботи комісії фіксуються в журналі третьої ступені контролю і розглядаються на нараді. За результатами наради видається наказ по підприємству.

В комбінатах, об'єднаннях тощо може проводитись четверта та п'ята ступені адміністративно-громадського контролю.

**Стимулювання діяльності з охорони праці** спрямовано на створення зацікавленості працівників в забезпеченні здорових та безпечних умов праці. Стимулювання передбачає як моральні та матеріальні заохочення, так і покарання за невиконання покладених на конкретну особу зобов'язань стосовно безпеки праці або порушення вимог щодо охорони праці. До числа заохочувальних заходів належать премії, винагороди за виконану роботу, винахідництво та раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці тощо. Оскільки в умовах ринкової економіки економічні методи управління охороною праці набувають пріоритетного значення, питання стимулювання розглядаються у главі, присвяченій економічним аспектам охорони праці.

## **1.6. Розслідування, реєстрація, облік та аналіз нещасних випадків, професійних захворювань та аварій**

Згідно статті 22 Закону України «Про охорону праці» роботодавець повинен організувати розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно до положення, що затверджується Кабінетом Міністрів України за погодженням з всеукраїнськими об'єднаннями профспілок. За підсумками розслідування роботодавець зобов'язаний скласти відповідний акт, один примірник якого необхідно видати потерпілому або іншій заінтересованій особі не пізніше трьох днів з моменту закінчення розслідування.

Зараз в Україні діє Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 р. № 1112.

### **1.6.1. Розслідування та облік нещасних випадків**

Розслідуванню підлягають раптові погіршення стану здоров'я, поранення, травми, у тому числі отримані внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострі захворювання і гострі отруєння, тепло-

ві удари, опіки, обмороження, утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, інші ушкодження, отримані внаслідок аварій, пожеж, стихійного лиха, контакту з тваринами, комахами тощо, що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення потерпілого на іншу (легшу) роботу терміном не менш як на один робочий день, а також випадки смерті на підприємстві (далі – нещасні випадки).

Про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до надання необхідної допомоги.

Керівник робіт (уповноважена особа) у свою чергу зобов'язаний:

- терміново організувати надання медичної допомоги потерпілому, у разі необхідності доставити його до лікувально-профілактичного закладу;

- повідомити про те, що сталося, роботодавця, відповідну профспілкову організацію;

- зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків.

Лікувально-профілактичний заклад про кожне звернення потерпілого з посиланням на нещасний випадок на виробництві без направлення підприємства повинен протягом доби повідомити за встановленою формою:

- ◆ підприємство, де працює потерпілий;
- ◆ відповідний робочий орган виконавчої дирекції ФССНВ;
- ◆ відповідну установу (заклад) державної санітарно-епідеміологічної служби (СЕС) – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння).

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, крім випадків із смертельним наслідком, групових, з тяжким наслідком, природної смерті чи зникнення працівника під час роботи:

- повідомляє про нещасний випадок відповідний робочий орган виконавчої дирекції ФССНВ; якщо потерпілий є працівником іншого підприємства, – це підприємство; у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі, – відповідні органи державної пожежної охорони, а в разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) – відповідні установи (заклади) державної СЕС;

- утворює комісію підприємства з розслідування нещасного випадку.

Про груповий нещасний випадок, нещасний випадок із тяжким чи смертельним наслідком, випадок смерті на підприємстві, а також знищення працівника під час виконання ним трудових обов'язків роботодавця зобов'язаний негайно передати засобами зв'язку повідомлення за встановленою формою:

- ◆ територіальному органу Держпромгірнагляду (Держнаглядохоронпраці);
- ◆ органу прокуратури за місцем виникнення нещасного випадку;
- ◆ відповідному робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ;
- ◆ органу, до сфери управління якого належить це підприємство (у разі його відсутності – відповідній місцевій держадміністрації);
- ◆ відповідній СЕС у разі гострих професійних захворювань (отруєнь);
- ◆ профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- ◆ відповідному органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та іншим органам (у разі необхідності).

Такі нещасні випадки підлягають спеціальному розслідуванню.

#### ***Порядок розслідування нещасного випадку комісією підприємства***

До складу комісії, створеної наказом роботодавця, включаються:

- керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа, яка виконує функції спеціаліста з охорони праці (голова цієї комісії);
- керівник структурного підрозділу, в якому стався випадок;
- експерт ФССНВ (за його згодою);
- представник профорганізації, членом якої є потерпілий, або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;
- інші особи, виходячи з обставин нещасного випадку.

*Керівник робіт, який безпосередньо відповідає за охорону праці на місці, де стався нещасний випадок, до складу комісії не включається.*

У разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) до складу комісії включається також спеціаліст відповідної СЕС.

Потерпілий або його довірена особа до комісії не включається, але має право брати участь в розслідуванні.

У разі настання нещасного випадку з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, за умови добровільної сплати нею внесків на державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві розслідування організує відповідний робочий орган виконавчої дирекції ФССНВ. Головою комісії з розслідування призначається представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ, а до



складу цієї комісії включається потерпілий або його довірена особа, спеціаліст з охорони праці відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий.

Комісія з розслідування зобов'язана протягом трьох діб:

- ◆ обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і осіб, які причетні до нього, та одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;

- ◆ визначити відповідність умов і безпеки праці вимогам НПАОП;

- ◆ з'ясувати обставини і причини, що призвели до нещасного випадку;

- ◆ визначити, пов'язаний чи не пов'язаний цей випадок з виробництвом;

- ◆ визначити осіб, які допустили порушення НПАОП, а також розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;

- ◆ скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 у трьох примірниках, а також акт за формою Н-1 (якщо нещасний випадок пов'язаний з виробництвом) або акт за формою НПВ (якщо нещасний випадок не пов'язаний з виробництвом) у шести примірниках і передати його на затвердження роботодавцю;

- ◆ у разі гострого професійного захворювання (отруєння), крім акта за формою Н-1, складається також карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

До першого примірника акта розслідування за формою Н-5, який зберігається на підприємстві, додаються акт за формою Н-1 або НПВ, карта форми П-5, пояснення свідків, потерпілого, витяги з експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця (устаткування, машини, апаратури тощо), а у разі необхідності також медичний висновок про наявність в організмі потерпілого алкоголю, отруйних чи наркотичних речовин.

Два інших примірники акту розслідування за формою Н-5 разом з актом форми Н-1 (або НПВ), примірником карти форми П-5 протягом трьох діб надсилаються потерпілому та до ФССНВ.

Крім того, примірник акту форми Н-1 протягом трьох діб надсилається:

- керівникові структурного підрозділу підприємства, де стався нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам;

- територіальному органу Держпромгір нагляду;

- профспілковій організації, членом якої є потерпілий, або уповноваженій найманими працівниками особі.

На вимогу потерпілого голова комісії зобов'язаний ознайомити потерпілого або його довірену особу з матеріалами розслідування.

Копія акта за формою Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство. У разі виявлення гострого професійного захворювання копія акта за формою Н-1 та карта обліку гострого професійного захворювання за формою П-5 надсилається також до СЕС.

Нещасні випадки, про які складаються акти за формою Н-1 або НПВ, беруться на облік і реєструються роботодавцем у спеціальному журналі. Акти розслідування нещасного випадку (форма Н-5), акти за формою Н-1 або НПВ разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий, та у ФССНВ.

По закінченні періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого роботодавець, який бере на облік нещасний випадок, складає повідомлення про наслідки нещасного випадку за формою Н-2 і в десятиденний термін надсилає його організаціям і посадовим особам, яким надсилався акт за формою Н-1 або НПВ. Повідомлення про наслідки нещасного випадку обов'язково додається до акта за формою Н-1 або НПВ і підлягає зберіганню разом з ним.

У разі відмови роботодавця складати або затверджувати відповідні акти чи незгоди потерпілого із змістом цих актів, надходження скарг або незгоди з висновками розслідування чи приховання нещасного випадку посадова особа Держпромгірнагляду має право видати припис щодо проведення розслідування (повторного розслідування), затвердження чи перегляду затверженого акту (Н-5, Н-1, НПВ), визнання чи невизнання нещасного випадку пов'язаного з виробництвом. Цей припис може бути оскаржено у суді. На час розгляду справи у суді дія припису припиняється.

### ***Порядок проведення спеціального розслідування нещасного випадку***

Спеціальне розслідування проводиться в разі групового нещасного випадку, нещасного випадку із тяжким чи смертельним наслідком, випадку смерті на підприємстві, а також зникнення працівника під час виконання ним трудових обов'язків.

Розслідування проводиться комісією із спеціального розслідування (спеціальною комісією), яка призначається наказом керівника територіального органу Держпромгірнагляду за погодженням з органами,

представники яких входять до складу цієї комісії. Роботодавець (якщо постраждав сам роботодавець, – орган, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності – відповідна місцева держадміністрація) зобов'язаний забезпечити належні умови і сприяти роботі спеціальної комісії.

До складу спеціальної комісії включаються: посадова особа (інспектор) Держпромгірнагляду – голова комісії, представник ФССНВ, представник органу, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності – відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування, керівник (спеціаліст) служби охорони праці підприємства, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, представник вищестоячого профспілкового органу або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, а у разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруень) також спеціаліст відповідної СЕС.

Залежно від конкретних умов (кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії тощо) до складу спеціальної комісії можуть бути включені спеціалісти відповідного органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, представники органів охорони здоров'я та інших органів. В особливих випадках спеціальну комісію з розслідування нещасного випадку створює Кабінет Міністрів України.

Спеціальне розслідування проводиться протягом 10 робочих днів. У разі необхідності строк спеціального розслідування може бути продовжений органом, який призначив спеціальну комісію.

За результатами розслідування складається акт спеціального розслідування за формою Н-5, а також оформляються інші матеріали, передбачені Порядком розслідування, у тому числі карта обліку професійного захворювання (отруєння) на кожного потерпілого за формою П-5, якщо нещасний випадок пов'язаний з гострим професійним захворюванням (отруєнням).

Акт спеціального розслідування підписується головою і всіма членами комісії із спеціального розслідування. У разі незгоди із змістом акта член комісії у письмовій формі викладає свою окрему думку.

Акт за формою Н-1 або НПВ складається відповідно до акта спеціального розслідування на кожного потерпілого.

Для встановлення причин нещасних випадків і розроблення заходів щодо запобігання подібним випадкам комісія із спеціального розсліду-

вання має право вимагати від роботодавця утворення експертної комісії із залученням до її роботи за рахунок підприємства експертів – спеціалістів науково-дослідних, проектно-конструкторських та інших організацій, органів виконавчої влади та державного нагляду за охороною праці.

Медичні заклади, судово-медична експертиза, органи прокуратури і внутрішніх справ та інші органи зобов'язані згідно із законодавством безоплатно надавати на запит посадових осіб Держпромгірнагляду (Держнаглядохоронпраці) або ФССНВ, які є членами комісії із спеціального розслідування, відповідні матеріали та висновки щодо нещасного випадку.

Під час розслідування роботодавець зобов'язаний:

- ◆ зробити у разі необхідності фотознімки місця нещасного випадку, пошкодженого об'єкта, устаткування, інструменту, а також надати технічну документацію та інші необхідні матеріали;

- ◆ створити належні умови для роботи спеціальної комісії, надати їй транспортні засоби, засоби зв'язку, службові приміщення;

- ◆ організувати у разі розслідування випадків виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) проведення медичного обстеження працівників відповідної ділянки підприємства;

- ◆ забезпечити проведення необхідних лабораторних досліджень і випробувань, технічних розрахунків та інших робіт;

- ◆ організувати друкування, розмноження і оформлення в необхідній кількості матеріалів спеціального розслідування.

Роботодавець, працівником якого є потерпілий, компенсує витрати, пов'язані з діяльністю комісії із спеціального розслідування та залучених до її роботи спеціалістів. Роботодавець у п'ятиденний термін з моменту підписання акта спеціального розслідування нещасного випадку чи одержання припису посадової особи Держпромгірнагляду (Держнаглядохоронпраці) щодо взяття на облік нещасного випадку зобов'язаний розглянути ці матеріали і видати наказ про здійснення запропонованих заходів щодо запобігання виникненню подібних випадків, а також притягнути до відповідальності працівників, які допустили порушення законодавства про охорону праці.

Перший примірник матеріалів розслідування залишається на підприємстві. Потерпілому або членам його сім'ї (довіреній особі) надсилається затверджений акт за формою Н-1 або НПВ разом з копією акта спеціального розслідування нещасного випадку.

### ***Звітність та інформація про нещасні випадки, аналіз їх причин***

Роботодавець на підставі актів за формою Н-1 складає державну статистичну звітність про потерпілих за формою, затвердженою

Держкомстатом, і подає її в установленому порядку відповідним організаціям, а також несе відповідальність за її достовірність.

Роботодавець зобов'язаний проводити аналіз причин нещасних випадків за підсумками кварталу, півріччя і року та розробляти і здійснювати заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Органи, до сфери управління яких належать підприємства, місцеві держадміністрації, виконавчі органи місцевого самоврядування зобов'язані аналізувати обставини і причини нещасних випадків за підсумками півріччя і року, доводити результати цього аналізу до відома підприємств, що належать до сфери їх управління, а також розробляти і здійснювати заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Органи державного управління, державного нагляду за охороною праці, ФССНВ та профспілкові організації в межах своєї компетенції перевіряють ефективність профілактики нещасних випадків, вживають заходів до виявлення та усунення порушень.

Підприємства, органи, до сфери управління яких належать підприємства, а також ФССНВ ведуть облік усіх пов'язаних з виробництвом нещасних випадків.

### **1.6.2. Розслідування та облік професійних захворювань**

Розслідуванню підлягають усі вперше виявлені випадки хронічних професійних захворювань і отруєнь (далі – професійні захворювання).

Професійний характер захворювання визначається експертною комісією у складі спеціалістів лікувально-профілактичного закладу, якому надано таке право МОЗ.

У разі необхідності до роботи експертної комісії залучаються спеціалісти (представники) підприємства, робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ, профспілкової організації, членом якої є потерпілий.

Віднесення захворювання до професійного проводиться відповідно до Порядку встановлення зв'язку захворювання з умовами праці.

Зв'язок професійного захворювання з умовами праці працівника визначається на підставі клінічних даних і санітарно-гігієнічної характеристики умов праці, яка складається відповідною установою (закладом) державної СЕС за участю спеціалістів (представників) підприємства, профспілок та робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ. Санітарно-гігієнічна характеристика видається на запит керівника лікувально-профілактичного закладу, що обслуговує підприємство, або спеціаліста з профпатології міста (області), завідуючого відділенням профпатології міської (обласної) лікарні.

Якщо на час складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці потерпілий не підпадав під дію чинників виробничого середовища, що могли викликати професійне захворювання, враховується його попередня робота, пов'язана з дією несприятливих виробничих факторів,

У разі виникнення підозри на профзахворювання лікувально-профілактичний заклад направляє працівника з відповідними документами, перелік яких визначений процедурою встановлення зв'язку захворювання з умовами праці, на консультацію до головного спеціаліста з профпатології міста (області). Для встановлення діагнозу і зв'язку захворювання з впливом шкідливих виробничих факторів і трудового процесу головний спеціаліст з профпатології направляє хворого до спеціалізованого лікувально-профілактичного закладу. Перелік закладів, які мають право встановлювати остаточний діагноз щодо професійних захворювань, через кожні п'ять років переглядається та затверджується МОЗ.

На кожного хворого клініками науково-дослідних інститутів, відділеннями професійних захворювань лікувально-профілактичних закладів складається повідомлення за формою П-3. Протягом трьох днів після встановлення остаточного діагнозу повідомлення надсилається роботодавцю або керівнику підприємства, шкідливі виробничі фактори на якому призвели до виникнення професійного захворювання, відповідній установі (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби та лікувально-профілактичному закладу, які обслуговують це підприємство, відповідному робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ.

Роботодавець організує розслідування кожного випадку виявлення професійного захворювання протягом десяти робочих днів з моменту одержання повідомлення.

Розслідування випадку професійного захворювання проводиться комісією у складі представників:

- відповідної установи (закладу) державної СЕС (голова комісії);
- лікувально-профілактичного закладу;
- підприємства;
- профорганізації, членом якої є хворий; або уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці, якщо хворий не є членом профспілки;
- відповідного робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ.

До розслідування в разі необхідності можуть залучатися представники інших органів.

Роботодавець зобов'язаний подати комісії з розслідування дані лабораторних досліджень шкідливих факторів виробничого процесу, необхідну документацію (технологічні регламенти, вимоги і нормативи з безпеки праці тощо), забезпечити комісію приміщенням, транспортними засобами і засобами зв'язку, організувати друкування, розмноження і оформлення в необхідній кількості матеріалів розслідування.

Комісія з розслідування зобов'язана:

- ◆ скласти програму розслідування причин професійного захворювання;

- ◆ розподілити функції між членами комісії;

- ◆ розглянути питання про необхідність залучення експертів;

- ◆ провести розслідування обставин та причин професійного захворювання;

- ◆ скласти акт розслідування за формою П-4, у якому зазначити заходи щодо запобігання розвитку професійного захворювання, забезпечення нормалізації умов праці, а також назвати осіб, які не виконали відповідні вимоги (правила, гігієнічні регламенти).

Акт розслідування причин професійного захворювання складається комісією у шести примірниках протягом трьох діб після закінчення розслідування та надсилається роботодавцем хворому, лікувально-профілактичному закладу, який обслуговує це підприємство, робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ та профспілковій організації, членом якої є хворий. Один примірник акта надсилається відповідній СЕС для аналізу і контролю за здійсненням заходів.

Перший примірник акта розслідування залишається на підприємстві, де зберігається протягом 45 років.

Роботодавець зобов'язаний у п'ятиденний термін після закінчення розслідування причин професійного захворювання розглянути його матеріали та видати наказ про заходи щодо запобігання професійним захворюванням, а також про притягнення до відповідальності осіб, з вини яких допущено порушення санітарних норм і правил, що призвели до виникнення професійного захворювання.

Про здійснення запропонованих комісією заходів щодо запобігання професійним захворюванням роботодавець письмово інформує відповідну СЕС протягом терміну, зазначеного в акті.

У разі втрати працівником працездатності внаслідок професійного захворювання роботодавець направляє потерпілого на МСЕК для розгляду питання подальшої його працездатності.

Контроль за своєчасністю і об'єктивністю розслідування професійних захворювань, їх документальним оформленням, виконанням

заходів щодо усунення причин здійснюють установи СЕС, ФССНВ, профспілки та уповноважені трудових колективів з питань охорони праці.

Реєстрація та облік випадків професійних захворювань ведеться в спеціальному журналі:

- на підприємстві, у відповідному робочому органі виконавчої дирекції ФССНВ та в СЕС на підставі повідомлень про професійні захворювання та актів їх розслідування;

- у лікувально-профілактичних закладах на підставі медичної картки амбулаторного хворого, виписки з історії хвороби, лікарського висновку про діагноз, встановлений під час обстеження в стаціонарі, а також повідомлення про професійне захворювання.

До цього журналу також вносяться дані щодо працездатності кожного працівника, в якого виявлено професійне захворювання.

У разі виявлення у працівника кількох професійних захворювань потерпілий реєструється в журналі один раз із зазначенням усіх його діагнозів.

Установи СЕС на підставі актів розслідування складають карти обліку професійних захворювань за формою П-5. Ці карти і записи на магнітних носіях зберігаються у відповідній установі СЕС та в МОЗ протягом 45 років.

### **1.6.3. Розслідування та облік аварій**

На підприємстві згідно з вимогами законодавчих та інших нормативно-правових актів з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та охорони праці повинні бути розроблені і затверджені роботодавцем:

- ♦ план попередження надзвичайних ситуацій, у якому визначаються можливі аварії та інші надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, прогнозуються наслідки, визначаються заходи щодо їх ліквідації, терміни виконання, а також сили і засоби, що для цього залучаються;

- ♦ план ліквідації аварій (надзвичайних ситуацій), у якому перелічуються всі можливі аварії та інші надзвичайні ситуації, визначаються дії посадових осіб і працівників підприємства під час їх виникнення, обов'язки працівників професійних аварійно-рятувальних служб або працівників інших підприємств, які залучаються до ліквідації надзвичайних ситуацій.

Про аварію свідок повинен негайно повідомити безпосереднього



керівника робіт або іншу посадову особу підприємства, які в свою чергу зобов'язані повідомити роботодавця.

Роботодавець або особа, яка керує виробництвом під час зміни, зобов'язані діяти згідно з планом ліквідації аварії, вжити першочергових заходів щодо рятування потерпілих і надання їм медичної допомоги, запобігання подальшому поширенню аварії, встановлення меж небезпечної зони та обмеження доступу до неї людей.

Роботодавець або уповноважена ним особа зобов'язаний негайно повідомити про аварію територіальний орган Держпромгірнагляду (Держнаглядохоронпраці), орган, до сфери управління якого належить підприємство, відповідну місцеву держадміністрацію або виконавчий орган місцевого самоврядування, штаб цивільної оборони та з надзвичайних ситуацій, прокуратуру за місцем виникнення аварії і відповідний профспілковий орган, а в разі травмування або загибелі працівників також відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду.

Розслідування аварій з нещасними випадками проводиться згідно вимог Положення про розслідування нещасних випадків.

Розслідування аварій без нещасних випадків проводиться комісіями з розслідування, що утворюються:

- у разі аварій I категорії – наказом центрального органу виконавчої влади чи розпорядженням відповідної місцевої держадміністрації (Автономної Республіки Крим, області, м. Києва та Севастополя) за узгодженням з відповідними органами державного нагляду за охороною праці і МНС;

- у разі аварій II категорії – наказом керівника органу, до сфери управління якого належить підприємство, чи розпорядженням районної держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування за узгодженням з відповідними органами державного нагляду за охороною праці і МНС.

Головою комісії призначається представник органу, до сфери управління якого належить підприємство, місцевого органу виконавчої влади або представник органу державного нагляду за охороною праці чи МНС.

У ході розслідування комісія з розслідування визначає характер аварії, з'ясовує обставини, що спричинили її, встановлює факти порушення вимог законодавства та нормативних актів з питань охорони праці, цивільної оборони, правил експлуатації устаткування та технологічних регламентів, визначає якість виконання будівельно-монтажних робіт або окремих вузлів, конструкцій, їх відповідність вимогам

технічних і галузевих нормативних актів та проекту, встановлює осіб, що несуть відповідальність за виникнення аварії, намічає заходи щодо ліквідації її наслідків та запобігання подібним аваріям.

Комісія з розслідування зобов'язана протягом десяти робочих днів розслідувати аварію і скласти акт за формою Н-5. Шкода, заподіяна аварією, визначається з урахуванням втрат, зазначених у додатку Положення про розслідування.

Залежно від характеру аварії у разі необхідності проведення додаткових досліджень або експертизи зазначений термін може бути продовжений органом, який призначив комісію.

За результатами розслідування аварії роботодавець видає наказ, яким відповідно до висновків комісії з розслідування затверджує заходи щодо запобігання подібним аваріям і притягає до відповідальності працівників за порушення законодавства про охорону праці.

Технічне оформлення матеріалів розслідування аварії проводить підприємство, де сталася аварія, яке в п'ятиденний термін після закінчення розслідування надсилає їх прокуратурі та органам, представники яких брали участь у розслідуванні.

Перший примірник акта розслідування аварії, внаслідок якої не сталося нещасного випадку, зберігається на підприємстві до завершення термінів здійснення 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.

У разі коли аварія сталася через проектні недоробки або конструктивні недоліки устаткування, для участі в роботі комісії з розслідування залучаються представники підприємств, які розробляли і виготовляли його.

Роботодавець зобов'язаний надіслати проектній організації, заводу-виготовлювачу устаткування обґрунтовані рекламації, а їх копії – органам, до сфери управління яких належить підприємство, проектна організація або завод-виготовлювач (у разі його відсутності – відповідній місцевій держадміністрації або виконавчому органу місцевого самоврядування). За видами робіт і устаткування, на які видається дозвіл (ліцензія) на проектування або виготовлення, копія рекламації також надсилається органу, який видав дозвіл (ліцензію) на проектування або виготовлення устаткування.

Облік аварій I і II категорій ведуть підприємства і відповідні органи державного управління та нагляду за охороною праці з реєстрацією їх у журналі за встановленою формою. При цьому враховуються

аварії, внаслідок яких сталися нещасні випадки і внаслідок яких нещасні випадки не сталися.

Державна статистична звітність щодо аварій затверджується Держкомстатом за поданням Держнаглядохоронпраці.

Письмову інформацію про здійснення заходів, запропонованих комісією з розслідування, роботодавець подає організаціям, представники яких брали участь у розслідуванні, у терміни, зазначені в акті розслідування аварії.

## **1.7. ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ПРАЦІ♦**

### **1.7.1. Економічне значення та економічні проблеми охорони праці**

Покращення умов праці, зниження виробничого травматизму та професійної захворюваності може мати не лише соціальний а й економічний ефект, адже результати охорони праці ведуть до збільшення фонду робочого часу, підвищення ефективності використання обладнання, зменшення плинності кадрів, зменшення витрат на пільги та компенсації за несприятливі умови праці, скорочення видатків, пов'язаних з виробничим травматизмом та захворюваністю працівників тощо.

Так, наприклад, раціональний комплекс заходів, спрямованих на покращення умов праці, може забезпечити приріст продуктивності праці на 15...20% і більше. Раціональне природне освітлення може збільшити продуктивність праці на 10%. Такого ж результату можна досягнути і раціональною організацією штучного освітлення. Продуктивність праці збільшується за рахунок правильної організації робочого місця, запровадження функціональної музики, раціонального фарбування приміщень, устаткування, обладнання тощо. В той же час збільшення температури повітря робочої зони виробничих приміщень до 30°C може майже вдвічі зменшити продуктивність праці.

Але реалізація заходів, спрямованих на покращення умов праці, зниження виробничого травматизму та професійної захворюваності вимагає затрат і часто досить суттєвих, які ведуть до збільшення собівартості продукції, зменшення доходів, що негативно сприймається багатьма роботодавцями, які вважають такі витрати марними.

---

♦ Главу підготовлено за участю к. т. н. Водяника А. О. (ІНДІОП).

Виходячи з вищесказаного для охорони праці важливими є три основні проблеми економічного характеру. *Перша з них* – це оцінка затрат на охорону праці взагалі та затрат на окремі її складові. *Друга проблема* стосується визначення ефективності затрат на попередження нещасних випадків та професійних захворювань, оптимізації витрат та інші економічні обґрунтування. *Третя проблема* – стимулювання та фінансування охорони праці.

Вирішення першої із зазначених проблем, зокрема, щодо **визначення «вартості» нещасних випадків та професійних захворювань**, суттєво для усвідомлення серйозності та значущості затрат, породжених травматизмом, для держави, галузі чи окремої фірми, що є спонукальним мотивом посилення профілактики у сфері охорони праці. Навіть орієнтовні значення показують, що суто економічні збитки від травматизму і професійної захворюваності настільки масштабні (від 2 до 6% валового національного продукту країни), що варті постійної уваги і є найдійовішим чинником посилення профілактичної діяльності на всіх рівнях управління охороною праці.

Актуальність вирішення проблеми **ефективності затрат на попередження нещасних випадків та професійних захворювань, оптимізації витрат та інших економічних обґрунтувань в охороні праці** полягає в тому, що цілісне уявлення про користь від охорони праці, є одним із способів мотивації, адже прибуток має вирішальне значення в підприємницькій діяльності. Тому визначення економічної ефективності є одним із способів переконання (мотивації) роботодавця у корисності, вигідності для нього вкладення коштів в охорону праці.

Однозначності відносно економічної ефективності профілактичних заходів з охорони праці у нас і за кордоном не спостерігається. Виділяється щонайменше три підходи стосовно можливості та необхідності оцінок ефективності в охороні праці. Перший з них полягає в тому, що профілактичні заходи мають бути прибутковими (принаймні, не збитковими). Другий підхід, навпаки, заперечує можливість економічної оцінки заходів з охорони праці взагалі. Третій підхід, найбільш реальний, полягає у тому, що певні заходи можуть приносити економічну віддачу та її можна визначити, але є й заходи однозначно не вигідні.

Але, незважаючи на певний різнобій думок щодо ефективності профілактичної діяльності в охороні праці, важливість визначення економічної ефективності охорони праці, як одного з мотивів поліпшення стану безпеки виробництва, знаходить усе більше прихильників.

**Третя економічна проблема охорони праці, на яку останнім часом звертається посилена увага вітчизняних та закордонних фахівців, – це проблема стимулювання та фінансування.** На відміну від традиційного вітчизняного уявлення про стимулювання як метод впливу на найманих працівників за кордоном це поняття трактується ширше і стосується не лише внутрішньофірмових аспектів, а й стимулювання роботодавця (зовнішні щодо фірми економічні стимули).

Одним з основних способів зовнішнього стимулювання охорони праці є застосування диференційованих страхових внесків при страхуванні нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві та гнучка система знижок-надбавок до страхових тарифів, що мають реагувати на зміни стану охорони праці на підприємстві, в галузі та в державі загалом. Інвестиційні та податкові механізми впливу на роботодавця в даний час не так поширені, але їх пропонується посилити в майбутньому.

Особливістю внутрішнього стимулювання є те, що це безперечно корисний механізм мотивації до поліпшення безпеки праці та виробничого середовища. Але слід враховувати, що роботодавці можуть застосовувати його як штучну панацею, щоби приховати відсутність на підприємстві повноцінної системи управління охороною праці, тобто не як елемент цієї системи, а як її підміну. Крім того серед працівників і керівників різного рівня під впливом стимулювання може виникати спокуса приховати нещасний випадок чи аварію через побоювання втрати премії чи інших матеріальних вигод.

### **1.7.2. Економічні методи управління охороною праці**

Для вирішення економічних проблем охорони праці на практиці застосовуються відповідні механізми, серед яких провідне місце займають економічні методи.

**Економічні методи управління охороною праці в широкому розумінні цього поняття – це не лише методи, а система методів, форм, засобів і заходів впливу на стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища з урахуванням економічних законів та економічних інтересів усіх учасників виробничого процесу і суспільства в цілому для досягнення головної мети охорони праці: створення безпечних умов праці й збереження життя та здоров'я людини в процесі трудової діяльності.**

Економічні методи спрямовані на створення умов, які мають стимулювати діяльність підприємств і організацій щодо досягнення виз-

начених цілей охорони праці з урахуванням потреб та інтересів окремих працівників, трудових колективів, менеджерів та власників підприємств. На відміну від правових та адміністративних методів управління, які регламентують виконання тих чи інших вимог охорони праці, а для ефективного застосування потребують жорсткого контролю за їх виконанням, економічні методи більш ліберальні, базуються не на страху покарання, а на економічних вигодах того, до кого вони застосовуються. Тобто, економічні методи управління охороною праці – це інструмент, за допомогою якого держава, як гарант прав найманих працівників, із використанням НПАОП та спеціально створених інституцій формує такі умови господарювання для роботодавців (власників), що їм стає вигідніше спрямовувати ресурси на попередження травматизму, професійної захворюваності та поліпшення стану умов і охорони праці ніж на компенсації потерпілим та ліквідацію інших наслідків неналежного стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

В охороні праці можна виділити кілька принципових аспектів застосування економічних методів. Перший з них полягає у тому, що виділяються економічні методи, які безпосередньо виконують роль економічних стимулів (внутрішніх, що запроваджуються па підприємстві або зовнішніх, що вводяться централізовано). До цих методів відносяться різного роду системи стимулювання охорони праці на підприємстві, централізовані системи стимулювання власників підприємств (штрафи, знижки-надбавки до страхових тарифів тощо). Іншими словами, це методи, які базуються на прямій та очевидній економічній вигоді особи чи групи осіб, до яких застосовуються економічні стимули за виконання вимог охорони праці (робиш так, як вимагає система стимулювання – отримуєш за це одразу якусь вигоду економічного характеру і, навпаки, не дотримуєшся вимог цієї системи – зменшуєш свої вигоди).

Друга група економічних методів управління охороною праці – це методи, які базуються не на прямій та очевидній вигоді, а на глибоких особливостях економічних законів та на непрямих стимулах. Для цієї групи характерним є те, що сам економічний стимул прихований і, проявляється, як правило, через певний ланцюжок причинно-наслідкових зв'язків. Наприклад, для отримання деяких ліцензій підприємство має пред'явити дозвіл органів державного нагляду за охороною праці. На перший погляд це чисто адміністративний захід, але в основі його лежить економічний стимул: не пройдеш процедуру отримання дозволу – не будеш мати ліцензії, не будеш мати ліцензії – не

зможеш виконувати ту чи іншу роботу, а, отже, не матимеш бажаного економічного результату (вигоди). Тому адміністративно-правовий метод управління в кінці ланцюжка причинно-наслідкових зв'язків стає по суті економічним. Іншим прикладом може бути законодавче віднесення витрат на заходи з охорони праці до валових витрат виробництва. Це також стимул непрямої дії, оскільки певним чином стимулює фінансування потреб охорони праці за рахунок собівартості (зменшує базу оподаткування).

В залежності від того, до кого застосовуються економічні стимули, виділяється зовнішнє та внутрішнє стимулювання. Тому й економічні методи управління охороною праці за ознакою суб'єкта, яким управляють, поділяються на методи зовнішнього та внутрішнього спрямування. Інструментами економічного впливу держави на роботодавця є кредитна, податкова, інвестиційна, страхова політика, прямі субсидії для поліпшення стану умов і охорони праці та політика штрафних санкцій. У відповідності з цим, економічні методи управління охороною праці можуть бути реалізовані шляхом:

- створення сприятливих умов для кредитування заходів і засобів з охорони праці;
- надання податкових пільг;
- запровадження таких умов для інвестування оновлення та модернізації виробничих фондів, які обов'язково б урахували вимоги безпеки праці та виробничого середовища;
- забезпечення функціонування системи обов'язкового страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань на основі прямого зв'язку між рівнями травматизму, профзахворюваності, стану умов і охорони праці та страховими внесками підприємств;
- нормативно-правових вимог, які регламентують застосування штрафних санкцій за порушення роботодавцем вимог безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- забезпечення державного фінансування наглядової, консультаційної, дозвільної та основних напрямків науково-дослідної роботи; фінансування окремих заходів з охорони праці на найбільш небезпечних виробництвах.

Економічний вплив на найманих працівників здійснюється за допомогою договірної регуляції через колективний договір або безпосередньо роботодавцем через систему преміювання за виробничі результати чи взагалі через систему управління підприємством (фірмою).

### 1.7.3. Оцінка затрат на охорону праці

Витрати, пов'язані з охороною праці, складаються з наступних:

- ◆ витрати, пов'язані з відшкодуванням потерпілим внаслідок травм і професійних захворювань;
- ◆ пільги та компенсації за важку роботу та роботу в шкідливих умовах;
- ◆ витрати на профілактику травматизму та захворювань;
- ◆ витрати на ліквідацію наслідків аварій та нещасних випадків;
- ◆ штрафи та інші відшкодування.

**Розглядаючи зазначені витрати за їхньою доцільністю, їх можна поділити на доцільні, частково доцільні і недоцільні витрати.**

Доцільні витрати спрямовані на збереження здоров'я працівників, раціональне витрачання ними життєвих сил під час роботи та на відновлення працездатності. Вони не лише забезпечують поліпшення умов праці, а й сприяють зростанню її продуктивності.

Частково доцільними вважаються витрати на пільги та компенсації за несприятливі умови праці. Ці витрати зменшують негативний вплив шкідливих виробничих факторів на працюючих, в той же час їх можна уникнути шляхом приведення умов праці до нормативних.

Недоцільні витрати – це додаткові до страхових відшкодування потерпілим внаслідок травм і профзахворювань, витрати на ліквідацію наслідків аварій і нещасних випадків, витрати на штрафні санкції та інші відшкодування. Вони обумовлюють підвищення собівартості продукції, зниження її обсягу тощо. Частково доцільні і недоцільні витрати призводять до збитків підприємства та зниження ефективності виробництва.

Класифікація витрат на охорону праці наведена у табл. 1.2. Ця класифікація є загальною, у ній відбиті основні групи і види витрат. Якщо ж на підприємстві є інші специфічні види працезахоронних витрат, то вони можуть бути враховані аналогічно.

З наведених в табл. 1.2 витрат доцільними є витрати на профілактику травматизму і професійних захворювань  $\sum_{k=1}^3 B_k$ , які можна вважати вкладанням в охорону праці.

Решта витрат, а саме, додаткові до страхових відшкодування потерпілим унаслідок травм і профзахворювань  $\sum_{k=1}^6 T_k$ , пільги і компенсації працюючим у важких і шкідливих умовах  $\sum_{k=1}^7 \Pi_k$ , витрати на ліквідацію наслідків аварій і нещасних випадків  $\sum_{k=1}^5 \Gamma_k$ , штрафи та інші примусові відшкодування  $\sum_{k=1}^5 III_k$  є недоцільними або ж частково доцільними.



Таблиця 1.2

## Перелік можливих витрат підприємства на охорону праці

Номер групи витрат	Назва та позначення групи витрат	Назва різновиду витрат	Позначення складових витрат
I	Додаткові до страхових відшкодування потерпілим унаслідок травм і професійних захворювань $\sum_{k=1}^6 T_k$	Тимчасова непрацездатність; Одноразова допомога (включаючи членів родин і утриманців загиблих); Відшкодування витрат лікувальним установам; Санаторно-курортне обслуговування; Витрати на соціальну допомогу інвалідам; Інші доплати	$T_1$ $T_2$ $T_3$ $T_4$ $T_5$ $T_6$
II	Пільги і компенсації працюючим у важких і шкідливих умовах праці $\sum_{k=1}^7 П_k$	Додаткові відпустки; Скорочений робочий день; Лікувально-профілактичне харчування; Надання молока чи інших рівноцінних продуктів; Підвищені тарифні ставки; Доплати за умови й інтенсивність праці; Пенсії на пільгових умовах	$П_1$ $П_2$ $П_3$ $П_4$ $П_5$ $П_6$ $П_7$
III	Витрати на профілактику травматизму і професійних захворювань $\sum_{k=1}^3 B_k$	Витрати на працезохоронні заходи за колективним договором; Витрати підприємства на додаткові до колективного договору працезохоронні заходи; Витрати на працезохоронні заходи з інших джерел фінансування	$B_1$ $B_2$ $B_3$
IV	Витрати на ліквідацію наслідків аварій і нещасних випадків на виробництві $\sum_{k=1}^5 \Gamma_k$	Вартість зіпсованого устаткування, інструментів, зруйнованих будівель, споруд; Витрати на порятунок потерпілих, розслідування нещасних випадків, транспорт, зв'язок тощо; Виплати заробітної плати і доплати за час вимушених простоїв; Вартість ремонту частково зіпсованого устаткування, машин і механізмів, будівель і споруд; Вартість підготовки та перепідготовки працівників замість вибулих унаслідок загибелі чи інвалідності	$\Gamma_1$ $\Gamma_2$ $\Gamma_3$ $\Gamma_4$ $\Gamma_5$
V	Штрафи та інші відшкодування $\sum_{k=1}^5 Ш_k$	Штрафи підприємства, установи або організації за недотримання нормативних вимог охорони праці; Штрафи працівників за порушення законодавчих актів та інших нормативних актів з охорони праці; Компенсації за час змушеного простою через небезпеку виконання робіт, а також зупинку робіт органами державного нагляду за охороною праці; Штрафи, пеня, виплати за недотримання договірних зобов'язань з іншими підприємствами; Компенсаційні виплати за ураження населення, житлового фонду, частки майна і забруднення навколишнього середовища; Інші санкції	$Ш_1$ $Ш_2$ $Ш_3$ $Ш_3$ $Ш_4$ $Ш_5$

#### 1.7.4. Визначення ефективності заходів і засобів профілактики виробничого травматизму і професійної захворюваності

У загальному вигляді показник ефективності витрат підприємства на заходи з охорони праці ( $E$ ) визначається відношенням величини річної економії від поліпшення умов і безпеки праці до суми вкладень підприємства в заходи з охорони праці, тобто

$$E = \frac{E_p}{B}, \quad (1)$$

де  $E_p$  – річна економія (економічний ефект) від поліпшення умов і охорони праці на підприємстві (прибуток чи зменшення збитків);  
 $B$  – загальні вкладення підприємства в охорону праці ( $\sum_{k=1}^3 B_k$ ).

Визначення ефективності витрат підприємства на охорону праці передбачає врахування двох альтернативних класифікацій економії від поліпшення умов і охорони праці:

1) за економічними показниками, обов'язковими для обліку та звітності;

2) за показниками, що базуються на зіставленні зміни основних соціально-економічних результатів за певний час (зменшення травматизму, захворюваності, пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах, скорочення плінності кадрів тощо).

*Річна економія від поліпшення умов і охорони праці на підприємстві за економічними показниками, обов'язковими для обліку та звітності ( $E_p$ ) визначається за формулою*

$$E_p = \left( \sum_{k=1}^6 T_{kД} + \sum_{k=1}^6 T_{kП} \right) + \left( \sum_{k=1}^7 П_{kД} + \sum_{k=1}^7 П_{kП} \right) + \left( \sum_{k=1}^5 Г_{kД} + \sum_{k=1}^5 Г_{kП} \right) + \left( \sum_{k=1}^5 Ш_{kД} + \sum_{k=1}^5 Ш_{kП} \right), \quad (2)$$

де  $\sum_{k=1}^6 T_{kД}$ ,  $\sum_{k=1}^6 T_{kП}$  – суми додаткових до страхових відшкодувань потерпілим унаслідок травм на виробництві і професійних захворювань;

$\sum_{k=1}^7 П_{kД}$ ,  $\sum_{k=1}^7 П_{kП}$  – суми витрат на пільги і компенсації за незадовільні умови праці;

$\sum_{k=1}^5 Г_{kД}$ ,  $\sum_{k=1}^5 Г_{kП}$  – суми витрат на ліквідацію наслідків аварій і нещасних випадків на виробництві;

$\sum_{k=1}^5 Ш_{кД}$ ,  $\sum_{k=1}^5 Ш_{кП}$  – суми штрафів та інших примусових відшкодувань, пов'язаних з аваріями і нещасними випадками на виробництві;

$Д$ ,  $П$  – індекси, що показують значення наведених витрат відповідно «до» й «після» впровадження заходів щодо поліпшення умов і охорони праці.

Класифікацію річної економії підприємства від поліпшення умов та безпеки праці за показниками, що базуються на зіставленні основних соціально-економічних результатів поліпшення умов праці, можна представити у вигляді, наведеному в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

**Структура річної економії підприємства від поліпшення умов і безпеки праці**

Найменування групи показників економії	Складові річної економії
Економія від зменшення професійної захворюваності	– заробітна плата; – зниження собівартості продукції; – зменшення виплат по тимчасовій непрацездатності
Економія від зменшення випадків травматизму	– заробітна плата; – зниження собівартості продукції; – зменшення виплат по тимчасовій непрацездатності
Економія від зниження плинності кадрів	– зниження собівартості продукції; – збільшення прибутку; – витрати на підготовку кадрів
Економія від скорочення пільг і компенсацій за роботу в небезпечних і шкідливих умовах	– заробітна плата; – витрати на лікувально-профілактичне харчування; – витрати на безкоштовне надання молока чи інших рівноцінних харчових продуктів

*Розрахунок економії за показниками, що базуються на зіставленні зміни основних соціально-економічних результатів за певний час (рівня травматизму, захворюваності, розміру пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах, скорочення плинності кадрів тощо) здійснюється за наступною схемою:*

1. Скорочення втрат робочого часу за рахунок зменшення рівня захворюваності (аналогічно для травматизму) за визначений час ( $\Delta Д$ ) визначається за формулою:

$$\Delta Д = \frac{Д_1 - Д_2}{100} Ч_3, \quad (3)$$

де  $D_1, D_2$  – кількість днів непрацездатності через хвороби або травми на 100 працюючих відповідно до і після впровадження заходів;

$Ч_3$  – річна загальна середньооблікова чисельність працівників, чол.

2. Річна економія зарплати за рахунок підвищення продуктивності праці при зменшенні рівня захворюваності і травматизму ( $E_3$ ):

$$E_3 = \frac{\Delta W \cdot З_p}{100} Ч_{cp}, \quad (4)$$

де  $З_p$  – середньорічна заробітна плата одного працівника разом з відрахуваннями на соцстрахування;

$Ч_{cp}$  – середньорічна чисельність промислово-виробничого персоналу;

$\Delta W$  – підвищення (збільшення) продуктивності праці.

3. Підвищення продуктивності праці ( $\Delta W$ ) визначається за формулою:

$$\Delta W = \frac{\Delta D \cdot З_g}{P_n}, \quad (5)$$

де  $З_g$  – вартість виготовленої товарної продукції за зміну на одного працівника промислово-виробничого персоналу;

$P_n$  – вартість річної товарної продукції підприємства.

4. Річна економія на собівартості продукції за рахунок зменшення умовно постійних витрат ( $E_c$ ):

$$E_c = \frac{У \cdot \Delta D \cdot З_g}{P_n}, \quad (6)$$

де  $У$  – умовно-постійні витрати у виробничій собівартості річного обсягу товарної продукції.

5. Економія за рахунок зменшення виплат допомоги по тимчасовій непрацездатності ( $E_{cc}$ ):

$$E_{cc} = \Delta D \cdot П_D, \quad (7)$$

де  $П_D$  – середньоденна сума допомоги по тимчасовій непрацездатності.

6. Річна економія за рахунок зменшення рівня захворюваності ( $E_{pz}$ ) визначається за формулою:

$$E_{pz} = E'_3 + E'_c + E'_{cc}, \quad (8)$$

де  $E'_3, E'_c, E'_{cc}$  – складові економії, розраховані за формулами (4), (6), (7) за рівнем захворюваності.

7. Аналогічно можна визначити річну економію за рахунок зниження рівня травматизму ( $E_{pt}$ ):

$$E_{pt} = E'_z + E'_c + E'_{cc}, \quad (9)$$

де  $E'_z, E'_c, E'_{cc}$  – відповідно складові економії по травматизму, розраховані за формулами (4), (6), (7).

8. При необхідності розрахунку економії від зменшення плинності кадрів  $E_{pn}$  замість формули (3) використовується залежність:

$$\Delta D_{плин} = (C_{z1} - C_{z2})D_n, \quad (10)$$

де  $\Delta D_{плин}$  – зменшення рівня плинності кадрів;

$C_{z1}, C_{z2}$  – кількість працівників, що звільнилися за власним бажанням через незадовільні умови праці відповідно до і після впровадження комплексу працезохоронних заходів;

$D_n$  – середня тривалість перерви в роботі звільненого при переході з одного підприємства на інше.

Економія за формулою (4) не розраховується, тобто в схемі розрахунку економії витрат від зменшення плинності кадрів використовується залежність (6), а також (8) чи (12), у яких

$$E'_z = E'_c = E'_{cc} = E'_{cc} = 0. \quad (11)$$

9. Розрахунок економії від зменшення пільг і компенсацій за роботу в незадовільних умовах у зв'язку зі скороченням чи повною відміною оплати за підвищеними тарифними ставками, надання додаткової відпустки і скороченого робочого дня виконується по кожному з перерахованих видів пільг шляхом співставлення відповідних даних (кількість працівників, що користуються пільгами, мають підвищений розмір середньорічної чи середньогодинної заробітної плати тощо) у базовому і планованому періодах як наведено нижче (пп. 10–14).

10. Економія фонду заробітної плати у зв'язку зі скасуванням скороченого робочого дня ( $E_{cd}$ ):

$$E_{cd} = Z_r \Phi_d (C'_{cd} d_1 - C'_{cp} d_2), \quad (12)$$

де  $Z_r$  – середня оплата однієї години роботи працівника;

$\Phi_d$  – кількість робочих днів (змін) на одного працівника в рік;

$C'_{cd}, C'_{cp}$  – кількість працівників, що мають право на скорочений робочий день відповідно до і після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці;

$d_1, d_2$  – кількість годин, на які скорочено робочий день через незадовільні умови праці відповідно до і після запровадження заходів.

11. Економія фонду заробітної плати у зв'язку зі скороченням чи повним скасуванням додаткової відпустки ( $E_{дв}$ ):

$$E_{дв} = Z_{д} (\Psi_{дв} \mathcal{L}'_{в} - \Psi'_{дв} \mathcal{L}''_{в}), \quad (13)$$

де  $Z_{д}$  – середньоденна оплата праці одного працівника;

$\Psi_{дв}, \Psi'_{дв}$  – чисельність працівників, що мають право на додаткову відпустку до і після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці;

$\mathcal{L}'_{в}, \mathcal{L}''_{в}$  – середня тривалість додаткової відпустки одного працівника, що має на це право до і після впровадження заходів.

12. Економія фонду заробітної плати у зв'язку зі скороченням чисельності працівників, що мають право на підвищення тарифу за роботу у важких, шкідливих, особливо важких і особливо шкідливих умовах праці  $E_{тс}$ :

$$E_{тс} = \Phi_{с} [Z_{гв} (\Psi'_{в} - \Psi''_{в}) + Z_{гп} (\Psi'_{п} - \Psi''_{п})], \quad (14)$$

де  $\Phi_{с}$  – ефективний фонд робочого часу;

$Z_{гв}$  – середньогодинна тарифна ставка працівників при відрядній оплаті праці за роботу в незадовільних умовах;

$Z_{гп}$  – середньогодинна тарифна ставка працівників при погодинній оплаті за роботу в незадовільних умовах;

$\Psi'_{в}, \Psi''_{в}$  – чисельність працівників (при відрядній оплаті), що працюють у незадовільних умовах, відповідно, до і після впровадження працезохоронних заходів;

$\Psi'_{п}, \Psi''_{п}$  – чисельність працівників (за погодинної оплати), що працюють у незадовільних умовах праці, відповідно, до і після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці.

13. Економія витрат за рахунок скорочення чисельності працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування ( $E_{лп}$ ):

$$E_{лп} = g_{лп} (\Psi_{лп} \mathcal{L}'_{лп} - \Psi'_{лп} \mathcal{L}''_{лп}), \quad (15)$$

де  $g_{лп}$  – денна вартість лікувально-профілактичного харчування одного працівника;

$\Psi_{лп}, \mathcal{L}'_{лп}$  – кількість днів, коли надається лікувально-профілактичне харчування відповідно до і після впровадження заходів;

$\Psi'_{лп}, \mathcal{L}''_{лп}$  – кількість працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування відповідно до і після впровадження заходів.

14. Економія витрат у зв'язку зі скороченням кількості працівників, які користуються правом на безкоштовне одержання молока або рівноцінних харчових продуктів ( $E_{сх}$ ) розраховується аналогічно розрахунку

ку економії витрат за рахунок скорочення чисельності працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування ( $E_{\text{лп}}$ ).

15. Загальна (річна) економія витрат на пільги і компенсації працівникам за роботу в несприятливих умовах ( $E_{\text{рну}}$ ):

$$E_{\text{рну}} = E_{\text{сд}} + E_{\text{дв}} + E_{\text{тс}} + E_{\text{лп}} + E_{\text{сх}}. \quad (16)$$

16. Річна економія підприємства від поліпшення умов і безпеки праці за показниками, що базуються на визначенні основних соціально-економічних результатів працезохоронної діяльності на підприємстві ( $E_{\text{р}}$ ), є сумою складових, визначених за формулами (8), (9) і (15):

$$E_{\text{р}} = E_{\text{рз}} + E_{\text{рт}} + E_{\text{рну}}. \quad (17)$$

Визначивши річну економію від поліпшення умов і безпеки праці за показниками, що базуються на визначенні основних соціально-економічних результатів працезохоронної діяльності на підприємстві ( $E_{\text{р}}$ ), за формулою (1) знаходимо ефективність витрат на охорону праці ( $E$ ).

#### 1.7.5. Стимулювання охорони праці

Стимулювання охорони праці – неодмінна умова попередження виробничого травматизму та профілактики профзахворювань. На державному рівні стимулювання охорони праці регулюється законодавчими актами і перед усім Законом «Про охорону праці», у якому цьому питанню присвячено IV розділ, та Законом «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Ці закони визначають, що при розрахунку розміру страхового внеску для кожного підприємства за умови досягнення належного стану охорони праці, зниження рівня або відсутності травматизму і професійної захворюваності внаслідок здійснення роботодавцем відповідних профілактичних заходів може бути встановлено знижку. За високий рівень травматизму і професійної захворюваності та неналежний стан охорони праці встановлюється надбавка до розміру страхового внеску.

Згідно ст. 26 Закону «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний відшкодувати збитки, завдані порушенням вимог охорони праці іншим юридичним чи фізичним особам. Роботодавець також відшкодовує витрати на проведення робіт з рятування потерпілих під час аварії та ліквідації її наслідків, на розслідування і проведення експертизи причин аварії, нещасного випадку або професійного захворюван-

ня, на складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці осіб, які проходять обстеження щодо наявності професійного захворювання, а також інші витрати, передбачені законодавством.

За порушення законодавства про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці роботодавці притягаються до сплати штрафу. Якщо на роботодавця протягом календарного року накладався штраф за порушення законодавства про охорону праці, він втрачає право на знижку страхового тарифу.

У разі систематичних порушень нормативних актів про охорону праці, внаслідок чого зростає ризик настання нещасних випадків і професійних захворювань, підприємство у будь-який час за рішенням відповідного робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ може бути віднесено до іншого, більш високого класу професійного ризику виробництва.

Таким чином, штрафні санкції, а також збільшені страхові виплати, що повинні здійснюватися роботодавцем у випадку незадовільної роботи з охорони праці, наявності фактів травмування працівників та профзахворювань, сьогодні досить значні, тому змушують його замислитись, що краще: зазнавати збитків, не займаючись охороною праці, чи своєчасно вкласти прийнятні кошти у профілактичні заходи, зберігши при цьому життя та здоров'я людей, та не конфліктувати з Законом.

Справжній власник, безумовно, обере другий варіант.

Серед стимулюючих заходів, передбачених законодавством, слід відзначити:

- отримання підприємствами на безповоротній основі фінансової допомоги від ФССНВ для розв'язання гострих проблем з охорони праці;
- отримання безкоштовних консультацій і допомоги при створенні та реалізації ефективної системи управління охороною праці;
- диференціація внесків на державне соціальне страхування, про що було сказано раніше.

Описана вище система стимулювання охорони праці є системою *зовнішнього стимулювання*, тобто стимулювання роботодавця з боку держави (суспільства). Подібні системи ефективно працюють в більшості економічно розвинених країн світу.

Класичним прикладом успішного функціонування системи соціального страхування від нещасних випадків на виробництві є Німеччина. Запроваджена там ще у XIX столітті така система пережила дві світові війни, цілий ряд інших потрясінь політичного та еконо-



мічного характеру й до сих пір ефективно виконує покладені на неї завдання по забезпеченню соціального захисту потерпілих на виробництві, їх реабілітації та по профілактиці нещасних випадків.

Про результати діяльності цієї системи свідчать наступні факти. За 30 років (1960–1990 рр.) середня величина страхового внеску зменшилася з 1,51% до 1,36%. Це зв'язано зі зниженням кількості та серйозності випадків виплати страхових компенсацій, тобто – з поліпшенням стану безпеки виробництва і профілактичної діяльності у сфері охорони праці.

Розподіл затрат між трьома областями відповідальності (профілактика, реабілітація та фінансові компенсації) за період з 1960 до 1994 рр. перетерпів наступні зміни:

- ◆ затрати на профілактику збільшилися з 2,6% до 7,1%. Це пов'язане з постійним удосконаленням, інтенсифікацією та розширенням номенклатури профілактичних заходів, які застосовує система страхування;

- ◆ затрати на реабілітацію зросли з 20,4% до 31,2%;

- ◆ затрати на страхові компенсації та пенсії зменшилися з 77% до 61,7%.

В нашій країні стимулювання охорони праці через систему соціального страхування запроваджується після 2001 р. з введенням у дію Закону «Про ...страхування від нещасного випадку на виробництві...». Проте на 2005 р. система страхування в Україні, в силу причин організаційного характеру та накопичених раніше (до 2001 р.) боргів з виплат потерпілим, ще не застосовує знижок-надбавок до страхових тарифів і переведення підприємств до іншого класу професійного ризику, що не дозволяє використати потенціал стимулювання, закладений в системі.

Не менш важливе значення для забезпечення охорони праці має стимулювання безпечного ведення робіт окремими працівниками – *внутрішньофірмове стимулювання*. До працівників підприємства можуть застосовуватися будь-які заохочення за активну участь та ініціативу у здійсненні заходів щодо підвищення безпеки та покращення умов праці. Види заохочень визначаються колективним договором, угодою.

Економічний механізм управління охороною праці повинен передбачати систему заохочень для тих працівників, які сумлінно дотримуються вимог охорони праці, не допускають порушень правил та норм особистої та колективної безпеки, приймають активну і творчу участь у здійсненні заходів щодо підвищення рівня охорони праці на підприємстві. Колективний договір (угода) повинен закріплювати різного

роду моральні і матеріальні заохочення цих працівників: оплата праці, премії (у тому числі спеціальні заохочувальні премії за досягнення високого рівня охорони праці), винагороди за винахідництво та раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці.

Велику користь дає преміювання робітників бригад, дільниць, цехів за тривалу роботу без порушень правил охорони праці, без травм і аварій. У випадку наявності небезпечних та шкідливих виробничих чинників, що постійно загрожують здоров'ю працівника, йому рекомендується виплачувати надбавку за підвищену обережність. Крім матеріального заохочення, велике значення має також і моральне стимулювання, яке свого часу використовувалось в нашій країні і яке успішно використовують закордонні фірми. Форми морального стимулювання можуть бути найрізноманітнішими: від оголошення подяки до організації вечорів відпочинку, пікніків, круїзів для колективів, що досягли найкращих результатів з охорони праці.

Економічне стимулювання потрібної поведінки людини залежить від багатьох чинників, у тому числі від рівня особистого доходу; диференціації доходів на підприємстві, у регіоні, галузі, в державі в цілому; реального бюджету працівника та його сім'ї; рівня забезпеченості житлом, послугами медицини, освіти, культури; дієвості економічних стимулів, які застосовує підприємство тощо. Зокрема рівень особистого доходу значною мірою впливає на силу мотивації. Стосовно диференціації доходів відомо, що на силу мотивації негативно впливає як незначна, так і завелика диференціація доходів. Водночас необхідно пам'ятати про те, що підрядну й акордну оплату неприпустимо застосовувати на роботах з підвищеною небезпекою, оскільки в даному випадку підвищення продуктивності може йти на шкоду безпеці.

Для здійснення стимулювання охорони праці необхідно мати кількісні показники для оцінки рівня роботи щодо забезпечення безпеки праці у виробничих підрозділах та на робочих місцях. З цією метою розроблено і знаходять застосування багато різноманітних підходів і показників, з яких покажемо один, як найтипівіший.

Рівень охорони праці визначається коефіцієнтом охорони праці  $K_{оп}$ , який є добутком трьох коефіцієнтів

$$K_{оп} = K_{вб} \cdot K_{тб} \cdot K_{вд},$$

де  $K_{вб}$  – коефіцієнт виробничої безпеки, що характеризує виконання працівниками норм та правил охорони праці; він являє собою відношення кількості працюючих, які суворо дотримуються вимог безпеки праці до загальної кількості працюючих в цеху (на ділянці);

$K_{тб}$  – коефіцієнт технічної безпеки, який являє собою відношення кількості машин, механізмів, іншого обладнання, що повністю відповідає вимогам безпеки до загальної кількості одиниць обладнання у підрозділі;

$K_{вд}$  – коефіцієнт виконавчої дисципліни, який являє собою відношення кількості виконаних заходів з охорони праці за певний термін до загальної кількості намічених заходів.

Аналізуючи динаміку зміни  $K_{оп}$  або інших коефіцієнтів можна робити висновки щодо рівня та спрямованості роботи з охорони праці у підрозділі. Можна планувати зростання цих коефіцієнтів, можна використовувати їх для заохочення (стимулювання) колективів та окремих працівників.

Узагальнена схема методів стимулювання охорони праці на підприємстві представлена на схемі.

### Методи стимулювання дотримання нормативних вимог охорони праці на підприємстві



### 1.7.6. Фінансування охорони праці

Стаття 19 Закону «Про охорону праці» встановлює, що фінансування охорони праці на підприємстві здійснюється роботодавцем.

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

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

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

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

Одним з джерел фінансування заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, усунення загрози здоров'ю працівників, викликані умовами праці, є ФССНВ. Згідно статті 22 Закону України «Про ... страхування від нещасного випадку на виробництві ...» Фонд:

- надає страхувальникам необхідні консультації, сприяє у створенні ними та реалізації ефективної системи управління охороною праці;
- бере участь у розробленні національної та галузевих програм поліпшення стану безпеки, умов праці і виробничого середовища та їх реалізації; у навчанні, підвищенні рівня знань працівників, які вирішують питання охорони праці; в організації розроблення та виробництва засобів індивідуального захисту працівників; у здійсненні наукових досліджень у сфері охорони та медицини праці;
- перевіряє стан профілактичної роботи та охорони праці на підприємствах, бере участь у розслідуванні групових нещасних випадків, нещасних випадків із смертельними наслідками та з можливою інвалідністю, а також професійних захворювань;
- веде пропаганду безпечних та нешкідливих умов праці, організовує створення тематичних кінофільмів, радіо- і телепередач, видає та

розповсюджує нормативні акти, підручники, журнали, іншу спеціальну літературу, плакати, пам'ятки тощо з питань соціального страхування від нещасного випадку та охорони праці;

- бере участь у розробленні законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці;
- вивчає та поширює позитивний досвід створення безпечних та нешкідливих умов виробництва;
- надає підприємствам на безповоротній основі фінансову допомогу для розв'язання особливо гострих проблем з охорони праці;
- виконує інші профілактичні роботи.

Фінансування заходів з охорони праці системою страхування є ефективним методом економічного впливу на стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища в ринкових умовах. Але, як показує досвід країн, що давно застосовують цю систему, ефект проявляється при умові, що на ці заходи буде спрямовуватися не менше 3% річного бюджету системи страхування.

## **Питання для самоконтролю**

### **До вступу**

1. Наведіть основні етапи історії розвитку охорони праці в світі.
2. Наведіть основні етапи історії розвитку охорони праці в Україні.
3. Охарактеризуйте сучасний стан охорони праці в Україні.
4. В чому полягає мета вивчення охорони праці у вищих навчальних закладах?
5. В чому полягає безперервність та комплексність вивчення охорони праці?

### **До гл. 1.1**

1. Що таке виробниче середовище, якими чинниками воно визначається?
2. Що таке умови праці і що таке безпека праці?
3. Що таке нещасний випадок і що таке професійне захворювання?
4. В чому полягає різниця між небезпечними та шкідливими виробничими факторами?
5. Що таке охорона праці? Які задачі вона вирішує і яка її структура?

### **До гл. 1.2**

1. Як класифікуються нещасні випадки? Що таке нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом?

2. В яких первинних документах збирається інформація про нещасні випадки та професійні захворювання?
3. Що таке аварії і як вони класифікуються?
4. Як здійснюється системний аналіз в охороні праці?
5. Охарактеризуйте основні групи причин виробничого травматизму та професійних захворювань та групи заходів щодо їх попередження.
6. Що таке виробничий ризик і як він оцінюється?
7. Наведіть класифікацію умов праці.
8. Як здійснюється аналіз умов праці?
9. Охарактеризуйте основні методи аналізу виробничого травматизму.
10. На підставі табл. 1 знайдіть значення коефіцієнтів частоти та важкості травматизму в окремі роки за період 1975 – 2004 р.р.
11. В чому полягає призначення аналізу виробничого травматизму, які існують групи методів аналізу виробничого травматизму?
12. Що таке і як визначаються коефіцієнт частоти травматизму, коефіцієнт важкості травматизму, коефіцієнт виробничих втрат?
13. В чому суть топографічних, монографічних, економічних та ергономічних методів аналізу травматизму?
14. З якою метою і яким чином оцінюється стан умов праці на виробництві?
15. Які умови праці вважаються оптимальними, а які допустимими?
16. Що таке шкідливі умови праці, як вони класифікуються?
17. Що таке екстремальні умови праці, коли вони дозволяються?

### **До гл. 1.3**

1. Що є базою законодавства України про охорону праці і які основні закони складають це законодавство?
2. Як застосовуються в Україні норми міжнародного законодавства про охорону праці?
3. В чому полягають основні принципи державної політики в галузі охорони праці?
4. Що таке принцип трипартизму у вирішенні задач охорони праці?
5. Яким чином здійснюється страхування від нещасних випадків на виробництві, і в чому полягають завдання цього страхування?
6. Які виплати та послуги здійснює Фонд соціального страхування від нещасного випадку?
7. Як здійснюється фінансування Фонду соціального страхування від нещасного випадку?

8. Що таке нормативно-правові акти з охорони праці та яким чином здійснюється їх кодування?

9. Що таке нормативні акти з охорони праці підприємства, хто і на підставі чого їх розробляє?

10. Хто, кого і за що може притягати до дисциплінарної відповідальності за порушення законодавства про охорону праці? Яке при цьому може бути покарання?

11. Хто, кого і за що може притягати до адміністративної відповідальності за порушення законодавства про охорону праці?

12. Яке покарання може настати в рамках кримінальної відповідальності за порушення законодавства про охорону праці?

13. Коли виникає матеріальна відповідальність за порушення законодавства про охорону праці?

#### **До гл. 1.4**

1. В чому полягають гарантії прав на охорону праці працівників?

2. Які пільги та компенсації надаються працівникам, зайнятим на роботах з важкими та шкідливими умовами праці?

3. Для яких категорій працівників передбачені додаткові гарантії охорони праці і в чому суть цих гарантій?

4. Який порядок видачі працівникам спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту?

5. Яким чином відшкодовується шкода працівнику в разі його травмування або захворювання на виробництві?

6. Як відшкодовується шкода членам сім'ї загиблого на виробництві?

#### **До гл. 1.5**

1. Які органи в нашій країні здійснюють державне управління охороною праці?

2. Які додаткові функції державного управління охороною праці виконують Мінпраці, МОЗ, МНС?

3. В чому полягає суть державного нагляду за охороною праці і які органи здійснюють його?

4. В чому полягає суть громадського контролю за охороною праці і хто здійснює його?

5. В чому полягають обов'язки роботодавця щодо забезпечення вимог законодавства про охорону праці?

6. Які основні обов'язки та права служби охорони праці на підприємстві?

7. В чому полягають повноваження комісії з питань охорони праці на підприємстві?
8. В чому полягають обов'язки працівників щодо виконання вимог охорони праці?
9. Як реалізується принцип безперервності навчання з охорони праці?
10. Як здійснюється навчання працівників з охорони праці при прийнятті на роботу і під час роботи на підприємстві?
11. Як здійснюється навчання з охорони праці посадових осіб і спеціалістів?
12. Що таке інструктажі з охорони праці, які існують види інструктажів, в чому призначення вступного та повторного інструктажів?
13. Коли і хто проводить повторні, позапланові та цільові інструктажі з охорони праці, яким чином вони оформляються?
14. Що таке СУОП, хто є її суб'єктом та об'єктом, які основні функції управління охороною праці?
15. Як здійснюється прогнозування стану та планування роботи з охорони праці на виробництві?
16. Як здійснюється контроль за станом охорони праці?

#### **До гл. 1.6**

1. Які законодавчі акти встановлюють вимоги щодо розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій, в чому полягають ці вимоги?
2. Як проводиться розслідування нещасного випадку на виробництві без важкого чи смертельного наслідку з одним потерпілим?
3. Як проводиться розслідування смертельних, групових та з тяжкими наслідками нещасних випадків на виробництві?
4. Як проводиться розслідування професійних захворювань?
5. Яким чином реєструються нещасні випадки на виробництві та професійні захворювання?
6. Як проводиться розслідування аварій на виробництві?

#### **До гл. 1.7**

1. Чи можуть заходи, спрямовані на підвищення рівня охорони праці, давати економічний ефект?
2. Які три проблеми економічного характеру мають основне значення для охорони праці?
3. Що таке економічні методи управління охороною праці, на чому вони базуються?



4. Що розуміється під зовнішнім стимулюванням охорони праці і що – під внутрішнім?

5. З чого складаються витрати, пов'язані з охороною праці? Які з них вважаються доцільними, які недоцільними і які частково доцільними?

6. За якими альтернативними класифікаціями може визначатися показник ефективності витрат на заходи з охорони праці?

7. Як визначається показник ефективності витрат на заходи з охорони праці за економічними показниками, обов'язковими для звітності?

8. Як визначається показник ефективності витрат на заходи з охорони праці, виходячи з основних соціально-економічних результатів?

9. Які стимулюючі заходи передбачаються системою зовнішнього стимулювання?

10. Які стимулюючі заходи передбачаються системою внутрішньо-фірмового стимулювання?

11. Хто і за рахунок яких джерел здійснює фінансування заходів на охорону праці на підприємстві?

12. За яких умов фінансування заходів з охорони праці системою страхування є ефективним методом впливу на стан охорони праці?

## Розділ 2. ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ, ГІГІЄНИ ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ

### 2.1. Основні поняття фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії

#### 2.1.1. Основні поняття фізіології праці

**Фізіологія праці** – це галузь фізіології, що вивчає зміни стану організму людини в процесі різних форм трудової діяльності та розробляє найбільш сприятливі режими праці і відпочинку. Поняття діяльності нерозривно пов'язано як з ідейними явищами (ціль, план, інтерес і т. д.), так і трудовими рухами. В основі діяльності людини лежать фізіологічні і біохімічні процеси, що протікають в організмі, і, насамперед, у корі головного мозку. Вивчення трудової діяльності передбачає визначення фізіологічного змісту праці (фізичне навантаження; нервова й емоційна напруженість; ритм, темп і монотонність роботи, обсяги інформації що отримується і переробляється). Ці дані дозволяють визначити навантаження на організм під час роботи і розробити раціональні режими праці та відпочинку, раціональну організацію робочого місця, провести професійний відбір і таким чином забезпечити оптимальну працездатність людини на протязі тривалого часу.

У будь-якій трудовій діяльності виділяють два компоненти: механічний і психічний.

*Механічний* компонент визначається роботою м'язів. Складні трудові процеси складаються з простих м'язових рухів, які регулюються нервовою системою. Під час роботи м'язів до них посилено надходить кров, що постачає живильні речовини і кисень та видаляє продукти розпаду цих речовин. Цьому сприяє активна робота серця і легень, для інтенсивної роботи яких теж необхідні додаткові витрати енергії.

*Психічний* компонент характеризується участю в трудових процесах органів почуттів, пам'яті, мислення, емоцій і вольових зусиль.

У різних формах трудової діяльності частка механічного і психічного компонентів неоднакова. Так, під час фізичної роботи переважає м'язова діяльність, а під час розумової – активізуються процеси мислення. Будь-який з видів праці не обходиться без регулюючої функції центральної нервової системи й, у першу чергу, півкуль головного мозку, бо будь-яка робота вимагає творчої активності.

*Обмін речовин і енергії.*

Між організмом і навколишнім середовищем постійно відбуваються обміни речовинами й енергією, якій починається з надходженням в організм води і продуктів харчування. У травному тракті частина речовин розщеплюється на більш прості і переходить у внутрішнє середовище організму кров і лімфу. З кров'ю ці

речовини надходять у клітини, де відбуваються процеси їхнього хімічного перетворення: біосинтез білків, жирів і вуглеводів та розкладання складних органічних речовин. Кінцеві продукти обміну речовин виділяються з організму.

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

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

*Фізичне навантаження.* Фізична праця характеризується підвищеним навантаженням, в першу чергу, на м'язову систему та інші функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну, обміну речовин). М'язова робота має статичний і динамічний характер.

Статична робота пов'язана з фіксацією знарядь і предметів праці в нерухомому стані, а також з наданням людині робочої пози. При статичній роботі сприйняття навантаження залежить від функціонального стану тих чи інших м'язових груп. Особливістю статичної роботи є її виражена стомлююча дія, обумовлена довгостроковим скороченням і напруженням м'язів та відсутністю умов для кровообігу, унаслідок чого знижується подача кисню, відбувається нагромадження продуктів розпаду у клітинах. Тривала присутність осередку напруження в корі головного мозку, сформованого групою навантажених м'язів, призводить до розвитку *столнення* (тимчасове зниження працездатності).

Динамічна робота – це процес скорочення м'язів, пов'язаний з переміщенням тіла чи його окремих частин у просторі. При динамічній роботі сприйняття навантаження залежить від ефективності систем, що поставляють енергію (серцево-судинна і дихальна), а також від їхньої взаємодії з іншими органами. Енергія, що витрачається-

ся при динамічній роботі перетворюється в механічну і теплову. Динамічні зусилля мають переривчастий характер, що сприяє більш повноцінному кровообігу і меншій стомлюваності м'язів. Робота на протязі тривалого часу без перерв на відпочинок призводить до зниження продуктивності праці і чим більше навантаження м'язів, тим швидше відбувається стомлення. Дослідження фізіології праці показали, що для виконання тривалої фізичної роботи важливо вибирати середні величини темпу і навантажень, при цьому стомлення буде виникати пізніше. Було також встановлено, що при активному відпочинку (зміна роду діяльності) відновлення працездатності людини відбувається швидше, ніж при пасивному відпочинку.

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

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

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

Статичне навантаження з енерговитратами понад 293 Дж/с відноситься до важкого. При виконанні робіт зі значною м'язовою напруженістю (грабар, вантажник, коваль, лісоруби, і ін.) енергетичні витрати в добу досягають 16,8...25,2 МДж (4000–6000 ккал). Добові витрати енергії для осіб, що виконують роботу середньої тяжкості (верстатники, сільськогосподарські робітники та ін.) – 12,5...15,5 МДж (2900–3700 ккал). Якщо максимальна маса вантажів, що піднімаються вручну, не перевищує 5 кг для жінок і 15 кг для чоловіків, то робота характеризується як легка (енерговитрати до 172 Дж/с). При виконанні однієї і тієї ж роботи енерговитрати можуть значно мінатися в залежності від пози людини. Так, при ручному зварюванні сидячи витрати енергії складають 81,0–109,6 Дж/с (1,16–1,57 ккал/хв), а при роботі стоячи і зварюванні на рівні пояса – 176,7 Дж/с (2,53 ккал/хв).

Фізична праця, розвиваючи м'язову систему і стимулюючи обмінні процеси, у той же час має ряд негативних наслідків. Насамперед, це соціальна неефективність фізичної праці, пов'язана з низькою продуктивністю, необхідністю високої напруги фізичних сил (великими енергетичними витратами) і

потребу в тривалому (до 50% робочого часу) відпочинку. У сучасному виробництві частка фізичної праці постійно знижується (у розвинутих країнах частка неавтоматизованої праці не перевищує 8% від загальних трудових витрат).

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

Ступінь емоційного навантаження на організм, що вимагає переважно інтенсивної роботи мозку по одержанню і переробці інформації, визначає *напруженість праці*. Крім того, при оцінці ступеня напруженості праці враховують ергономічні показники: змінність праці, позу, число рухів, зорову і слухову напруженість та ін.

Фізіологічною особливістю розумової праці є мала рухливість і вимушена одноманітна поза. При цьому послабляються обмінні процеси, що обумовлюють застійні явища в м'язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршується постачання кисню до головного мозку. У той же час мозок споживає при цьому близько 20% всіх енергетичних ресурсів. Приплив крові до працюючого мозку збільшується в 8–10 разів у порівнянні зі станом спокою. Вміст глюкози в крові збільшується на 18–36% і зростає вміст адреналіну, норадреналіну та жирних кислот. Збільшується споживання амінокислот, вітамінів групи В. Погіршується гострота зору, контрастна чутливість і зорова працездатність, в результаті чого збільшується час зорово-моторних реакцій. Тривале розумове навантаження впливає на психічну діяльність, погіршує функції уваги (обсяг, концентрація, переключення), пам'яті (короткочасної і довгострокової), сприйняття (збільшується частота помилок). При значній розумовій напруженості спостерігається тахікардія (частішання пульсу), підвищення кров'яного тиску, зміни в електрокардіограмі, електроенцефалограмі, які характеризують біоелектричну активність мозку, збільшення легеневої вентиляції і споживання кисню. А ці функціональні зміни в організмі, в свою чергу, викликають настання гальмових процесів: ослаблення пильності й уваги, стомлення.

Добові витрати енергії для осіб розумової праці (інженери, педагоги, лікарі й ін.) сягають 10,5...11,7 МДж (2500–2800 ккал).

Незважаючи на те, що розумова робота не пов'язана з великими енергетичними витратами, вона ставить до організму не менше вимог, веде до стомлення і перевтоми не менше, ніж інтенсивне фізичне навантаження. У загальному випадку це пов'язано з особливостями діяльності «оператора» у сучасному виробництві:

- з розвитком техніки збільшується число об'єктів, якими необхідно керувати, та їхніх параметрів, які необхідно враховувати при цьому. Це ускладнює і підвищує роль операцій по плануванню й організації праці, по контролю і керуванню виробничими процесами;
- розвиваються системи дистанційного керування і людина все більше віддаляється від керованих об'єктів, про динаміку стану яких вона судить не за даними безпосереднього спостереження, а на підставі сприйняття сигналів, що надходять від реальних об'єктів;
- часто сигнали від об'єктів надходять у кодованому виді, що обумовлює необхідність декодування та уявного співставлення отриманої інформації зі станом реального об'єкта;
- збільшення складності і швидкості виробничих процесів висуває підвищені вимоги до точності дій оператора, швидкості прийняття рішення в здійсненні управлінських функцій; зростає ступінь відповідальності за свої дії, а це призводить до збільшення навантаження на нервово-психічну діяльність людини.
- для оператора характерне обмеження рухової активності зі зменшенням м'язової активності, але зв'язано з переважним використанням малих груп м'язів;
- іноді оператор виконує роботу в умовах ізоляції від звичного соціального середовища;
- підвищення ступеня автоматизації виробничих процесів вимагає від оператора готовності до екстрених дій, при цьому відбувається різкий перехід від монотонної роботи до активних енергійних дій, що призводить до виникнення сенсорних, емоційних і інтелектуальних перевантажень.

*Стомлення і перевтома.* Будь-яка діяльність, якщо вона оптимальна для організму по інтенсивності і тривалості та проходить у сприятливих виробничих умовах, благотворно впливає на організм і сприяє його удосконалюванню. Ефективність діяльності людини базується на рівні психічної напруги, яка прямо пропорційно труднощі задачі. Психічна напруга – це фізіологічна реакція організму, що мобілізує його ресурси (біологічно і соціально корисна реакція). Під впливом психічної напруги змінюються життєво важливі функції організму: обмін речовин, кровообіг, дихання. У поведженні людини спостерігається загальна зібраність, дії стають більш чіткими, підвищується швидкість рухових реакцій, зростає фізична працездатність. При цьому загострюється сприйняття, прискорюється процес мислення, поліпшується

пам'ять, підвищується концентрація уваги. Пристосувальні можливості психічної напруги тим більше, чим вище психічний потенціал особистості. Механізм емоційної стимуляції має фізіологічний бар'єр, за яким настає негативний ефект (поза межна форма психічної напруги). При надмірній інтенсивності чи тривалості робота приводить до розвитку вираженого *стомлення*, зниження продуктивності, неповного відновлення за період відпочинку. Стомлення – загальний фізіологічний процес, яким супроводжуються усі види активної діяльності людини. З біологічної точки зору стомлення – це тимчасове погіршення функціонального стану організму людини, що виявляється в змінах фізіологічних функцій і є захисною реакцією організму. Воно спрямоване проти виснаження функціонального потенціалу центральної нервової системи і характеризується розвитком гальмових процесів у корі головного мозку. Внаслідок невідповідності між витратами організму в процесі роботи і темпом протікання відновлювальних процесів виникає перевтома. Поза межні форми психічної напруги викликають дезінтеграцію психічної діяльності різної вираженості. При цьому втрачається жвавість і координація рухів, знижується швидкість відповідних реакцій (гальмовий тип), з'являються непродуктивні форми поведінки – гіперактивність, тремтіння рук, запальність, невластива різкість і ін. (збудливий тип). Обидва типи поза межної напруги супроводжуються вираженими вегетативно-судинними змінами (блідість обличчя, краплі поту, прискорений пульс). До суб'єктивних ознак перевтоми відноситься почуття втоми, бажання знизити ритм роботи чи припинити її, почуття слабості в кінцівках. Важке стомлення – крайній варіант фізіологічного стану, що граничить з патологічними формами реакції. При перевтомі порушуються відновні процеси в організмі. Прикмети втоми не зникають до початку роботи наступного дня. При наявності хронічної перевтоми часто зменшується маса тіла, змінюються показники серцево-судинної системи, знижується опір організму до інфекції і т. ін. Це спричиняє зниження продуктивності праці, збільшує кількість помилок. Такий стан насамперед утрудняє складні (інтелектуальні) і нові, що не стали звичними, дії. Поза межні форми психічної напруги нерідко лежать в основі неправильних дій оператора і створюють небезпечні ситуації.

На виникнення стомлення впливають зацікавленість людини в роботі, його функціональний стан, фізичний розвиток, тренуваність, досвід роботи і т.п. У сучасних умовах особливого значення набуває стомлення, що розвивається при відсутності діяльності, при виконанні одноманітної, нецікавої роботи, при значних розумових і емоційних навантаженнях, зв'язаних з необхідністю швидкого вибору рішень,

труднощами задачі, дефіцитом часу, підвищеною відповідальністю, небезпекою, невдачами в діяльності і т. д.

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

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

### **2.1.2. Основні поняття гігієни праці**

Гігієна – це галузь медицини, яка вивчає вплив умов життя на здоров'я людини і розробляє заходи профілактики захворювань, забезпечення оптимальних умов існування, збереження здоров'я та продовження життя.

Гігієна праці це підгалузь загальної гігієни, яка вивчає вплив виробничого середовища на функціонування організму людини і його окремих систем. Організм людини формувався в умовах реального природного середовища. Основними чинниками цього середовища є мікроклімат, склад повітря, електромагнітний, радіаційний і акустичний фон, світловий клімат тощо.

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

Результатом відхилення чинників виробничого середовища від природних фізіологічних норм для людини, залежно від ступеня цього відхилення, можуть бути різного характеру порушення функціонування окремих систем організму, або організму і цілому – часткові або повні, тимчасові чи постійні. Механізм впливу окремих чинників виробничого середовища на організм людини і можливі наслідки його та заходи і засоби захисту працюючих будуть розглянуті в наступних темах цього розділу.



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

На сучасному стані розвитку гігієни праці як науки, гігієністи при вирішенні питань охорони здоров'я працюючих дотримуються так званого порогового принципу: до якогось критичного відхилення певного чинника виробничого середовища від природної фізіологічної норми для людини відхилення не спричиняє небажаних змін в організмі працівника і не буде мати генетичних наслідків. Згідно з цим гігієністами за окремими чинниками виробничого середовища встановлюють науково обґрунтовані граничні нормативи (гранично допустимі концентрації, рівні, тощо), які в установленому порядку затверджуються відповідними центральними органами державного управління. На основі цих нормативів здійснюється аудит гігієнічних умов праці на їх відповідність чинній нормативно-правовій базі.

З метою комплексної оцінки умов праці – з урахуванням фізіологічних і гігієнічних умов праці, Київським інститутом медицини праці розроблена і затверджена і затверджена наказом Міністра охорони здоров'я України № 382 від 31 грудня 1997 р. Гігієнічна класифікація заснована на принципі диференціації умов праці залежно від фактично діючих рівнів факторів виробничого середовища і трудового процесу порівняно з санітарними нормами, правилами, гігієнічними нормативами, а також можливим впливом їх на стан здоров'я працюючих. (див. 1.1.4).

Відповідно до Гігієнічної класифікації клас умов праці визначається тим чинником виробничого середовища, напруженості або тяжкості праці, який має найбільше відхилення від нормативних вимог.

Реальні умови праці мають виключати передумови для виникнення травм та професійних захворювань.

Фактори, що зумовлюють умови праці, поділяють на чотири групи (таблиця 2. 1).

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

Фактор	Параметр, що характеризує основні властивості елемента, одиниця виміру
<p><i>1. Санітарно-гігієнічні</i> Загальні санітарні вимоги</p> <p>Освітленість: природна штучна</p> <p>Шкідливі речовини у повітряному середовищі (пари, гази, аерозолі)</p> <p>Мікроклімат: температура повітря відносна вологість повітря швидкість руху повітря</p> <p>Механічні коливання: вібрація</p> <p>шум</p> <p>ультразвук</p> <p>Випромінювання: інфрачервоне, ультрафіолетове іонізуюче</p> <p>електромагнітне (хвилі радіочастот)</p> <p>Атмосферний тиск</p> <p>Професійні інфекції та біологічні агенти: (бактерії, віруси, грибки, бруцельоз, лихоманка, туляремія, сибірка, тощо)</p>	<p>Відповідність об'єму й площі виробничих приміщень санітарним нормам, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup></p> <p>Рівень, КПО, % Рівень, лк Концентрація, мг/м<sup>3</sup></p> <p>Температура, °С Волого насиченість, % Рухомість повітряного середовища, м/с Частота, Гц Амплітуда, мм Колівальна швидкість, м/с Рівень звукового тиску, дБ, рівень звуку дБА Сер. геометрична частота октавних смуг, Гц Рівень звукового тиску, дБ Довжина хвилі, мкм Інтенсивність випромінювання, кал/см<sup>2</sup> Вт/м<sup>2</sup>, Активність радіоактивного розпаду, Бк, ліміт дози, мЗв·рік<sup>-1</sup> Довжина хвилі, км, м, дм, см, мм Частота коливань, Гц, кГц, МГц, ГГц напруженість, В/м, А/м, інтенсивність, Вт/м<sup>2</sup> У робочій камері, атм Висота над рівнем моря, Па, мм рт. ст. Ступінь небезпечного впливу на організм людини, бали</p>
<p><i>2. Психофізіологічні («трудові»)</i> Фізичне навантаження</p> <p>Робоча поза</p> <p>Нервово-психічне навантаження</p> <p>Монотонність трудового процесу</p> <p>Режим праці та відпочинку: змінний</p> <p>добовий тижневий річний</p> <p>Фактор</p> <p>Травма небезпечність (вибухонебезпека, пожежонебезпека, сейсмічна небезпека, небезпека травмування частинами машин й обладнання, що рухаються)</p>	<p>Енерговитрати, ккал/год Вантажу оборот за зміну, кгм Зручність під час виконання робіт, бали Інтелектуальне, бали Нервово-емоційне напруження, бали Напруження зору, категорія точності роботи Рівень різноманітності й темп праці, бали</p> <p>Тривалість і розподіл перерв на відпочинок та обід, хв Робота в нічний час; тривалість робочих змін, год. Тривалість вихідних днів, дні Тривалість відпустки, дні Параметр, що характеризує основні властивості елемента, одиниця виміру Ступінь небезпеки, бали</p>

<p><i>3. Естетичні</i> Гармонійність у робочій зоні світло кольорової композиції, звукового середовища Ароматичність запахів повітряного середовища Гармонійність робочих поз і трудових рухів</p>	<p>Естетичний рівень*, бали Ступінь ароматичності, бали Конструктивні рішення обладнання робочих місць, бали Траєкторія, ритм і варіантність трудових рухів, бали</p>
<p><i>4. Соціально-психологічні **</i> Спорідненість колективу Характер між групових стосунків у колективі</p>	<p>Рівень взаємозаміни в процесі праці, товариської взаємодопомоги, дисципліна праці, бали Рівень конфліктності, бали</p>

\* Експертна оцінка,

\*\* Соціометрична оцінка

Другу групу складають психофізіологічні елементи, зумовлені самим процесом праці. З цієї групи лише частина факторів може бути оцінена кількісно.

До третьої групи відносяться естетичні фактори, що характеризують сприйняття працюючим навколишньої обстановки та її елементів; кількісно вони оцінені бути не можуть.

Четверта група включає соціально-психологічні фактори, що характеризують психологічний клімат у трудовому колективі; кількісній оцінці також не підлягають.

Під час праці людина перебуває під дією цілого ряду факторів, які можуть викликати небажані наслідки, наприклад, надмірне підвищення або зниження температури тіла, підвищення тиску. Для зменшення впливу таких факторів і забезпечення сталості значень характеристик життєдіяльності організму включаються пристосувальні реакції, тобто захисний рефлекс організму, який впливає на роботу основної функціональної системи людини і спричинює зниження працездатності.

Людина, як правило, примушує основну функціональну систему зменшити вплив захисного рефлексу. Через деякий час працюючий адаптується до несприятливого впливу санітарно-гігієнічних факторів (звичайно, якщо вони не виходять за певні межі). Це досягається за допомогою додаткових витрат мускульної та нервово-психічної енергії. З точки зору основного трудового процесу таке використання внутрішніх резервів організму є недоцільним, тому що енергія витрачається даремно.

Отже, несприятливий вплив на людину санітарно-гігієнічних факторів спричинює відволікання внутрішніх ресурсів працюючого від основного трудового процесу, несприятливо впливає на психофізіоло-

гічний стан людини, її працездатність і, як слідство, відбивається на техніко-економічних показниках підприємства.

*Законодавство в галузі гігієни праці.* Суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного благополуччя, відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій та громадян регулюються Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Закон встановлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби і здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні. Згідно цього Закону оптимальні умови життєдіяльності, що забезпечують низький рівень захворюваності, відсутність шкідливого впливу на здоров'я населення факторів навколишнього середовища, а також умов для виникнення і поширення інфекційних захворювань.

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

Згідно діючого законодавства забезпечення санітарного благополуччя досягається такими основними заходами:

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

Складовими частинами законодавства в галузі гігієни праці є закони, постанови, положення, санітарні правила і норми затверджені Міністерством охорони здоров'я України, Міністерством охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, Міністерством праці та соціального захисту, Держстандартом України (наприклад, закони «Про охо-

рону атмосферного повітря», «Про охорону праці», санітарні правила ДСП 173-96 «Охорона атмосферного повітря населених місць», ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», Державний стандарт України ДСТУ ISO 14011-97 «Настанови щодо здійснення екологічного аудиту» і т. ін.).

### **2.1.3. Основні поняття виробничої санітарії**

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

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

Згідно ДСТУ 2293-99 (п. 4.60) *виробнича санітарія* – це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу на працівників шкідливих виробничих факторів. Сфера дії виробничої санітарії – запобігання професійної небезпеки (шкідливості) яка може призвести до професійних або професійно обумовлених захворювань у тому числі і смертельних при дії в процесі роботи таких факторів як випромінювання електромагнітних полів, іонізуючого випромінювання, шумів, вібрацій, хімічних речовин, зниженої температури тощо.

## **2.2. ЗАГАЛЬНІ САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ, ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ**

### **2.2.1. Вимоги до розміщення та планування території підприємства**

Розміщення території підприємства. Згідно вимог СН 245-71 («Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий») та ДСН 173-96 («Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів») промислові підприємства розміщують на території населених пунктів у спеціально виділених промислових районах або за межами населених пунктів на деякій відстані від них (в залежності від викиду шкідливих речовин).

Між підприємством та житловим районом створюється санітарно-захисна зона, тобто територія між місцями виділення в атмосферу виробничих шкідливостей та житловими чи громадськими будівлями, ширина

якої залежить від класу підприємств, виробництв і об'єктів (табл. 2.2.1). Санітарними нормами встановлено п'ять класів підприємств, виробництв і об'єктів в залежності від потужності підприємства, умов технологічного процесу, характеру та кількості викидів в навколишнє середовище шкідливих речовин та речовин, що мають неприємний запах, чи шкідливих фізичних впливів, а також з урахуванням передбачуваних заходів щодо зменшення їх несприятливого впливу на довкілля.

*Таблиця 2.2*

**Ширина санітарно-захисної зони підприємств,  
виробництв і об'єктів**

Клас виробництва	I	II	III	IV	V
Ширина санітарно-захисної зони, м	1000*	500	300	100	50

\* Для підприємств хімічної галузі може бути до 3000 м.

До першого класу, наприклад, відносяться потужні виробництва, пов'язані із виплавою чавуну, сталі, кольорових металів та ливарні виробництва. До другого класу – менш потужні металургійні та ливарні виробництва, виробництво свинцевих акумуляторів; до третього класу – малопотужні металургійні та ливарні виробництва, виробництва кабелю, пластмас, будівельних матеріалів; до четвертого класу – виробництва металообробної промисловості та приладів електротехнічної промисловості і до п'ятого класу відносяться виробництва приладів для електротехнічної промисловості, будівельних матеріалів, стиснених та зріджених продуктів розділення повітря і т. ін.

У межах санітарно-захисної зони дозволяється розміщувати менш шкідливі промислові підприємства, а також пожежні депо, санітарно-побутові підприємства, гаражі, склади та інше. Територія санітарно-захисної зони має бути упорядкована та озеленена.

Промислові підприємства, що виділяють виробничі шкідливості (гази, дим, кіптяву, пил, неприємні запахи, шум), не дозволяється розміщувати по відношенню до житлового району з навітряного боку для вітрів переважного напрямку.

**Планування території підприємств.** Генеральні плани промислових підприємств розробляються у відповідності до санітарно-гігієнічних вимог та вимог безпеки праці і пожежної безпеки. При цьому враховуються такі чинники як природне провітрювання та освітлення. Площадка промислового підприємства повинна мати відносно рівну поверхню і нахил до 0,002% для стоку поверхневих вод.

За функціональним призначенням площадка підприємства розділяється

на зоні: перед заводську (за межами огорожі чи умовної межі підприємства), виробничу, підсобну і складську.

Забудова промислової площадки може бути суцільною або окремо розміщеними будівлями, одно- або багатопверховими. Забороняється суцільна забудова із замкненим внутрішнім двором, бо в цьому випадку погіршується провітрювання та натуральне освітлення будівель.

Санітарні розриви між будівлями, що освітлюються через віконні прорізи, приймаються не менше найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що розміщені напроти.

Виробничі та складські приміщення можуть мати будь-яку форму та розміри, зумовлені виробничими вимогами, але, виходячи з санітарно-гігієнічних умов (освітлення, вентиляція), найбільш доцільні будівлі, що мають форму прямокутника. Конструкція виробничих будівель, число поверхів та площа обумовлюються технологічними процесами, категорією вибухопожежонебезпеки, наявністю шкідливих та небезпечних факторів.

Центральний вхід на територію підприємства слід передбачати з боку основного підходу чи під'їзду працівників. Територія підприємства повинна мати впорядковані пішохідні доріжки (тротуари) від центрального та додаткових прохідних пунктів до всіх будівель і споруд. До будівель і споруд по усій їх довжині має передбачатись під'їзд пожежних автомобілів. До будівель передбачається підвід мереж електроенергії, водопостачання та каналізації.

Територія підприємства має бути озеленена, площа цих ділянок повинна складати не менше 10% площі підприємства.

**Водопостачання.** Залежно від призначення будівлі і технології виробництва передбачають системи зовнішнього та внутрішнього водопостачання. В залежності від вимог технологічного процесу застосовують такі системи технологічного водопостачання: оборотну, повторного використання, охолодженої, дистильованої, пом'якшеної води та ін. Для скорочення витрат води на технологічні потреби слід застосовувати системи повторного та оборотного водопостачання.

Пристрої питного водопостачання (фонтанчики) рекомендується розміщувати у проходах виробничих приміщень, вестибулях, кімнатах відпочинку, на відкритих площадках території підприємства і, як виняток, у виробничих цехах. Мережі господарчо-питного водопостачання мають бути відділені від мереж, що подають не питну воду.

Норми витрат води на господарсько-питні потреби становлять 45 л у гарячих цехах та 25 л на працівника в зміну у звичайних цехах.

**Каналізація.** Каналізація для відведення стічних вод, підрозділяється на виробничу, господарсько-фекальну та зливну. Каналізаційні системи складаються з приймальних пристроїв (лотки, раковини), каналізаційних мереж, станції перекачки, очисних споруд та допоміжних пристроїв.

Забороняється спуск господарсько-фекальних та виробничих стічних вод у дренажні колодязі, щоб запобігти забрудненню водоносних шарів ґрунту. За можливості вважається доцільною оборотна система водопостачання, при якій забруднена виробнича вода після очищення знову поступає для потреб

технологічних процесів. Спуск незабруднених виробничих стічних вод (наприклад, з системи охолодження) допускається у зливну каналізацію, що призначена для стікання атмосферних опадів.

Для багатьох підприємств допускається спуск стічних вод, що вміщують шкідливі речовини, після відповідної обробки, у міську каналізаційну мережу, якщо концентрація шкідливих речовин у суміші стічних вод підприємства та міських стічних вод не перевищує встановлених норм.

## 2.2.2. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень

**Вимоги до виробничих приміщень.** Вибір типу приміщення визначається технологічним процесом та можливістю боротьби з шумом, вібрацією і забрудненням повітря. Виробничі приміщення відповідно до вимог чинних нормативів мають бути забезпечені достатнім природним освітленням. Обав'язковим є являється також улаштування ефективної за екологічними і санітарно-гігієнічними показниками вентиляції.

Висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м, а об'єм і площа – 15 м<sup>3</sup> та 4,5 м<sup>2</sup> відповідно на кожного працівника (для користувачів комп'ютерів згідно ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» на одного працюючого повинно бути не менше: площі – 6 м<sup>2</sup> і об'єму – 20 м<sup>3</sup>).

Приміщення чи дільниці виробництва з надлишками тепла, а також зі значними виділеннями шкідливих газів, пару чи пилу слід, як правило, розміщувати біля зовнішніх стін будівель, а у багатоповерхових будівлях – на верхніх поверхах.

Підлога на робочих місцях має бути рівною, теплою, щільною та стійкою до ударів, мати неслизьку та зручну для очистки поверхню; бути стійкою до дії хімічних речовин і не вбирати їх.

Стіни виробничих та побутових приміщень мають відповідати вимогам шумо- і теплозахисту; легкому піддаватись прибиранню та миттю; мати покриття, що виключає можливість поглинення чи осадження отруйних речовин (керамічна плитка, олійна фарба).

Приміщення, де розміщені виробництва з виділенням шкідливих та агресивних речовин (кислоти, луги, ртуть, бензол, сполуки свинцю та ін.), повинні мати стіни, стелю та конструкції, виконані і оздоблені так, щоб попереджувалась сорбція цих речовин та забезпечувалась можливість очищення та миття цих поверхонь.

У приміщеннях з великим виділенням пилу (шліфування, заточка тощо) слід передбачити прибирання за допомогою пилососів чи гідрозмивання.



Колір інтер'єрів приміщень має відповідати вимогам технічної естетики.

**Вимоги до допоміжних приміщень та будівель.** До допоміжних відносяться приміщення та будівлі адміністративні, санітарно-побутові, громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування, конструкторських бюро, для учбових занять та громадських організацій.

Допоміжні приміщення різного призначення слід розміщувати в одній будівлі з виробничими приміщеннями або прибудовах до них у місцях з найменшим впливом шкідливих факторів, а якщо таке розміщення неможливе, то їх можна розміщувати і в окремих будівлях.

Висота поверхів окремих будівель, прибудов чи вбудов має бути не меншою 3,3 м, висота від підлоги до низу перекрить – 2,2 м, а у місцях нерегулярного переходу людей – 1,8 м. Висота допоміжних приміщень, що розміщені у виробничих будівлях, має бути не меншою 2,4 м.

Площа допоміжних приміщень має бути не меншою ніж 4 м<sup>2</sup> на одне робоче місце у кімнаті управлінні і 6 м<sup>2</sup> – у конструкторських бюро; 0,9 м<sup>2</sup> на одне місце в залі нарад; 0,27 м<sup>2</sup> на одного співробітника у вестибулях та гардеробних.

До групи санітарно-побутових приміщень входять: гардеробні, душові, туалети, кімнати для вмивання та паління, приміщення для знешкодження, сушіння та знепилювання робочого одягу, приміщення для особистої гігієни жінок та годування немовлят, приміщення для обігрівання працівників. У санітарно-побутових приміщеннях підлоги мають бути вологостійкими, з неслизькою поверхнею, світлих тонів, стіни та перегородки – облицьовані вологостійким, світлих тонів матеріалами на висоту 1,8 м.

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

**Технічна естетика виробничих приміщень.** Науково встановлено, що колір навколишніх предметів та предметних ансамблів впливає на емоції (позитивні чи негативні), тобто на настрої людей: одні кольори діють заспокоююче, інші – подразнюючі, збуджуючі.

Так, наприклад, червоний колір – збуджуючий, гарячий, енергійний. Жовтогарячий колір сприймається також як розжарюючий, гарячий; він зігріває, бадьорить, стимулює до активної діяльності. Жовтий – теплий, веселий, повертає до хорошого настрою. Зелений – колір спокою і свіжості, заспокоює нервову систему, у сполученні з жовтим набуває м'яких тонів і позитивно впливає на настрої. Блакитний та синій кольори нагадують про далечинь, воду, холод, вони свіжі та прозорі, здаються легкими і повітряними, при їх дії зменшується фізичне навантаження, вони можуть регулювати ритм дихання, заспокоювати пульс. Білий колір – холодний, одноманітний; здатний викликати апатію. Чорний – похмурий і важкий, різко погіршує настрої. Сірий – діловий, сумний, похмурий, у виробничих умовах застосовувати його не рекомендується.

Виходячи з цього, загальна схема використання кольору чи групи кольорів з метою зменшення втоми працівників така: якщо виробничий процес чи фактори довкілля впливають на працівників збуджуюче, слід застосовувати заспокійливі кольори, а якщо на працівників діють будь-які гнітючі фактори, то їм має протиставлятися збуджуюче кольорове середовище.

Проектування кольорового рішення інтер'єру виробничих приміщень слід виконувати у відповідності з СН 181-70 («Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий»). Так, при роботі, що вимагає зосередженості, рекомендується вибирати неяскраві, малоконтрастні відтінки, які не розсіювали б увагу, а при роботі, що вимагає інтенсивного фізичного чи розумового навантаження, рекомендуються відтінки теплих кольорів, що збуджують активність.

Таке оформлення інтер'єрів виробничих приміщень сприяє нейтралізації втомлюючого впливу виробничого процесу та послабленню відчуття стомленості і, з рештою, підвищенню працездатності та зменшенню травматизму.

### 2.2.3. Організація праці на робочому місці

**Організація праці на робочому місці** – це комплекс заходів, що забезпечують трудовий процес та ефективне використання знарядь виробництва і предметів праці.

**Робоче місце** – це зона, яка оснащена технічними засобами і в якій відбувається трудова діяльність працівника чи групи працівників.

Організація праці на робочому місці полягає у виборі робочої пози та системи робочих рухів, визначення розмірів робочої зони та розміщення у ній органів керування, інструментів, заготовок, матеріалів, пристроїв і та ін., а також у виборі оптимального режиму праці та відпочинку.

**Робоча поза.** Правильно вибрана робоча поза сприяє зменшенню втоми та збереженню працездатності працівника. Робоча поза може бути вільною або заданою (табл. 2.3).

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

Задані робочі пози – сидячи або стоячи. Робоча поза «сидячи» найбільш зручна, вона може застосовуватись для робіт з невеликими фізичними зусиллями, з помірним темпом, потребуючих великої точності. Поза «стоячи» є найбільш тяжкою, бо вимагає витратити енергію і на виконання роботи і на підтримку тіла у вертикальному чи похилому положенні, що зумовлює швидке стомлення.

**Система робочих рухів.** Основним принципом при виборі системи робочих рухів є принцип «економії рухів», який сприяє підвищенню

Таблиця 2.3.

**Характеристика робочих поз людини**

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

продуктивності праці і, у той же час, зменшенню стомлюваності, кількості помилок і травматизму.

Принципи «економії рухів» полягають у наступних положеннях: обидві руки повинні починати і закінчувати рух одночасно; руки не повинні бути бездіяльними, окрім періодів відпочинку; рухи рук повинні виконуватись одночасно у протилежних і симетричних напрямках; найкращою є така послідовність дій, яка вмщує найменше число елементарних рухів; руки слід звільняти від усякої роботи, яка може успішно виконуватись ногами чи іншими частинами тіла; при можливості об'єкт праці має закріплюватись за допомогою спеціальних пристроїв, щоб руки були вільні для виконання операцій.

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

Слід також враховувати ряд положень щодо швидкості руху рук людини: там, де вимагається швидка реакція, слід використовувати рух «до себе»;

швидкість руху зліва направо для правої руки більша, ніж у зворотному напрямі; обертові рухи у 1,5 рази швидше, ніж поступальні; плавні криволінійні рухи рук швидші, ніж прямолінійні з миттєвою зміною напрямку; рухи з великим розмахом швидші; рухи, орієнтовані механізмами, швидші, ніж рухи, орієнтовані «на око»; рухи слід обмежувати обмежувачами скрізь, де це можливо. Також слід уникати рухів, метою яких є точне встановлення вручну, наприклад, збіг двох рисок мікрометра; вільні ненапружені рухи виконуються швидше, легше і точніше, ніж вимушені рухи, що визначаються певними обмежувачами; точні рухи краще виконувати сидячи, ніж стоячи. Максимальна частота рухів руки (при згинанні та розгинанні) – біля 80; ноги – 45, корпусу – 30 раз на хвилину, а пальця – 6 раз і долоні – 3 рази на секунду.

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

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

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

В інформаційному полі зорового спостереження (рис. 2.1) виділяють три зони: у зоні 1 розміщують засоби відображення інформації, які використовуються дуже часто і вимагають точного та швидкого зчитування інформації; у зоні 2 – засоби інформації, які використовуються часто і вимагають менш точного і швидкого зчитування інформації; у зоні 3 – засоби відображення інформації, які використовуються рідко.

В моторному полі (рис. 2.2) теж виділяють три зони: 1 – зона оптимальної досяжності, в якій розміщують дуже важливі і дуже часто використовувані (більше 2 раз за хвилину) органи управління; 2 – зона легкої досяжності, в якій розміщують часто використовувані (2 рази за хвилину) органи управління; 3 – зона досяжності, в якій розміщують рідко використовувані (менше 2 раз за хвилину) органи управління. Зони в моторному полі при виконанні робочих операцій при робочій позі «стоячи» наведені на рис. 2.3.

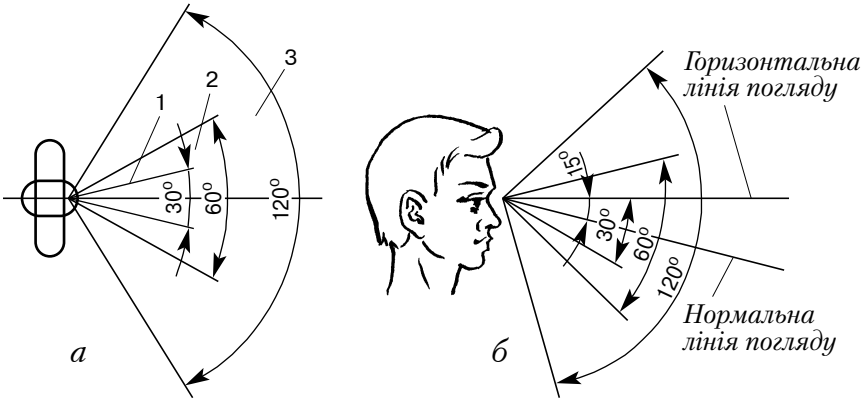


Рис. 2.1. Зони в полі зорового спостереження:  
а – в горизонтальній площині; б – у вертикальній площині

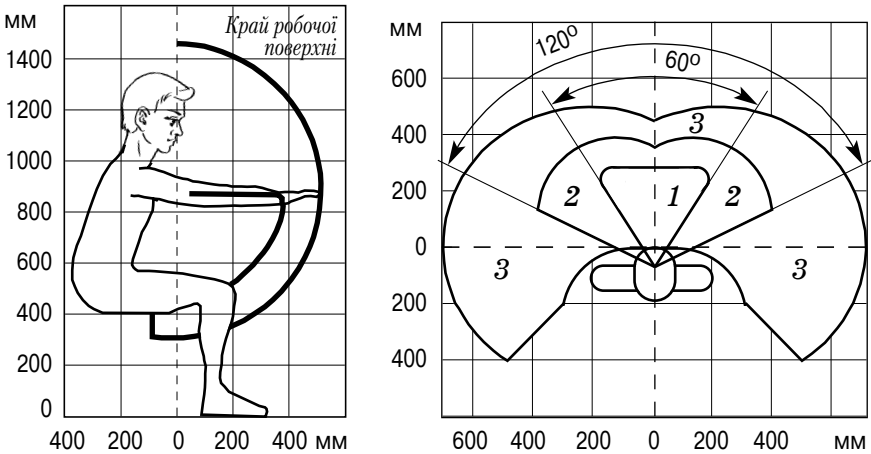


Рис. 2.2. Зона в моторному полі при виконанні ручних операцій та розміщення органів управління при робочій позі «сидячи»:  
1 – зона оптимальної досяжності; 2 – зона легкої досяжності; 3 – зона досяжності

Приклади організації робочого місця монтажника радіоапаратури та токаря представлені на рис. 2.4 та 2.5.

Вимоги виробничої санітарії до робочого місця. Кожне робоче місце повинно:

- обладнуватись необхідними засобами колективного захисту;
- укомплектовуватись необхідними засобами індивідуального захисту;

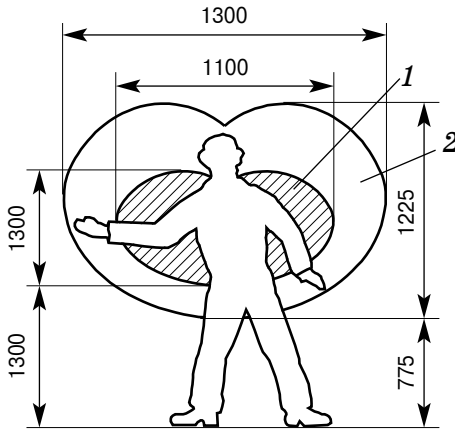


Рис. 2.3. Зони в моторному полі при виконанні ручних операцій при робочій позі «стоячи»:  
 1 – оптимальна робоча зона;  
 2 – зона досяжності рук при фіксованому положенні ніг

- мати достатнє природне та штучне освітлення;
- мати параметри мікроклімату відповідно до санітарних норм;
- мати вентиляцію;
- мати параметри інших санітарно-гігієнічних факторів такими, що не перевищують гранично допустимих значень відповідних нормативних документів.

**Вибір оптимального режиму роботи і відпочинку.** Під час роботи від працівника вимагається підвищена увага, певна швидкість виконання окремих технологічних операцій, швидка переробка одержан-

ної інформації, точна координація рухів і ін., що може викладати перевантаження і перевтому організму та зниження працездатності. До таких же наслідків призводить і монотонна робота при виконанні спрощених одноманітних операцій у примусовому режимі та заданій позі (наприклад, при роботах на конвеєрах чи поточно-механізованих лініях). Таку перевтому можна зменшити створенням оптимального режиму праці і відпочинку.

Під оптимальним режимом праці і відпочинку слід розуміти таке чергування періодів праці і відпочинку, при якому

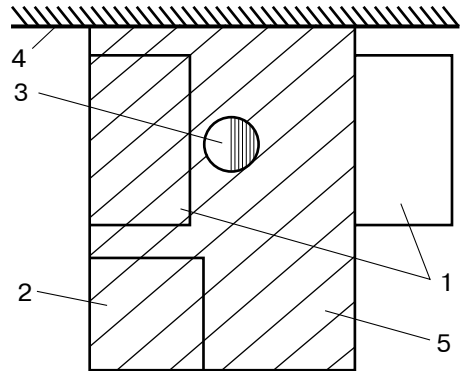


Рис. 2.4. Організація робочого місця монтажника радіоапаратури (робочі столи розташовані один за одним):  
 1 – робочий стіл (1300 x 700 мм);  
 2 – шафа для зберігання матеріалів та інструментів (960 x 900 мм);  
 3 – стілець (діаметр сидіння 350 мм);  
 4 – стіна; 5 – виробнича площа, що зайнята робочим місцем (заштрихована і обмежена пунктиром)

досягається найбільша ефективність трудової діяльності людини і хороший стан її здоров'я. Оптимальний режим праці і відпочинку досягається: паузами та перервами в роботі (для прийому їжі, обігрівання, охолодження), зміною форми роботи (наприклад, розумової і фізичної), зміною умов довкілля (наприклад, роботою при низьких і нормальних температурах), усуненням монотонності в роботі, відпочинком у спеціальних кімнатах психологічного розвантаження і відпочинку, використанням психічного впливу музики.

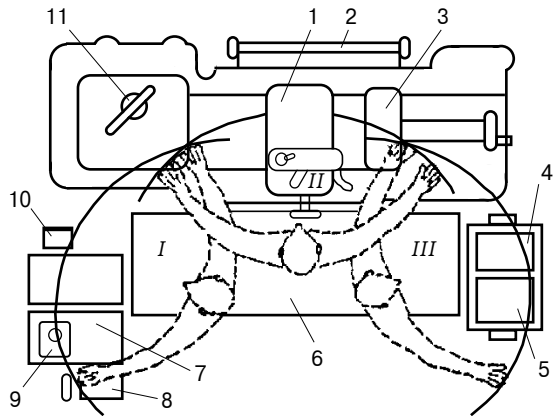


Рис. 2.5. Організація робочого місця токаря:

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

Чергування праці і відпочинку встановлюють в залежності від зміни працездатності людини на протязі робочого дня (рис. 2.6). На початку зміни завжди має місце стадія «впрацювання» або наростаючої працездатності (1), коли відбувається відновлення робочих навичок. Тривалість цього періоду 0,5...1,5 години в залежності від характеру праці і тривалості попередньої перерви в роботі. Швидкість і точність дій у цей період невеликі. Потім настає стадія високої стійкої працездатності (2) тривалістю до 3 годин в залежності від характеру роботи, ступеню підготовки та стану працівника. Після цього настає стадія зменшення працездатності або стадія розвитку втоми (3), рухи уповільнюються і увага розсіюється, сприйняття притупляється. В цей час, звичайно, роблять обідню перерву.

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

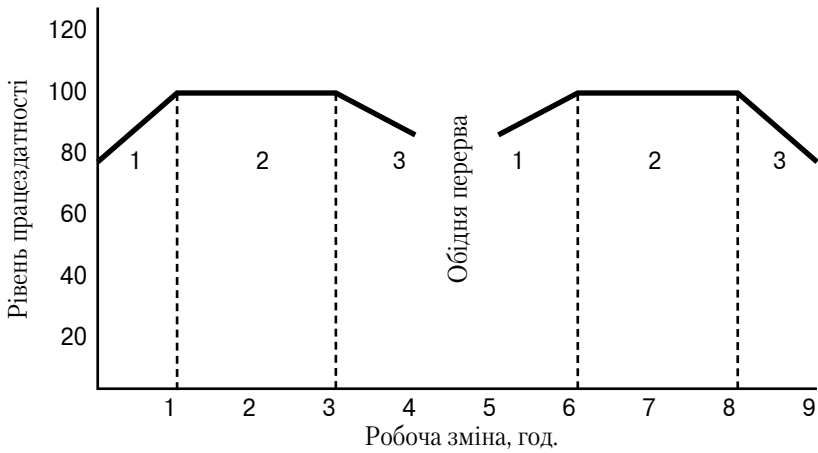


Рис. 2.6. Зміна працездатності (продуктивності праці) на протязі робочого дня:  
 1 – стадія «впрацювання» (наростаючої працездатності);  
 2 – стадія високої стабільної працездатності;  
 3 – стадія зменшення працездатності (розвитку втоми)

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

Зараз, при дефіциті м'язових зусиль (рухова недостатність) з одночасним збільшенням нервової напруги така форма відпочинку, як спокій, не може задовольнити потреби організму. Тому під час перерв у роботі рекомендується активний відпочинок, наприклад, спеціально розроблені комплекси виробничої гімнастики.



## 2.3. МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

### 2.3.1. Загальні положення

*Мікроклімат виробничих приміщень* — це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням. Як фактор виробничого середовища, мікроклімат впливає на теплообмін організму людини з цим середовищем і, таким чином, визначає тепловий стан організму людини в процесі праці.

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками:

- температура повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ),
- відносна вологість повітря (%),
- швидкість руху повітря (м/с),
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінювання ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) від поверхонь обладнання та активних зон технологічних процесів (в ливарному виробництві, при зварюванні і т. ін.).

При виконанні роботи в організмі людини відбуваються певні фізіологічні (біологічні) процеси інтенсивність яких залежить від загальних затрат на виконання робіт і які супроводжуються тепловим ефектом і завдяки яким підтримується функціонування організму. Частина цього тепла споживається самим організмом, а надлишки тепла повинні відводитись в оточуюче організм середовище.

Відповідно до сучасних уявлень основними видами теплообміну організму людини з навколишнім її середовищем є:

- конвективний який залежить від температури повітря, його вологості та рухливості, завдяки якому за нормальних мікрокліматичних умов організм людини віддає у навколишнє середовище біля 20% надлишкового тепла;
- випарюванням вологи з поверхні тіла, який залежить від відносної вологості та рухливості повітря, завдяки якому у навколишнє середовище відводиться теж біля 20% надлишкового тепла;
- випромінюванням, який залежить від результуючого променевого теплового потоку що випромінюється тілом людини у виробниче середовище і оточуючими джерелами теплового випромінювань в напрямку тіла людини, завдяки якому за нормальних мікрокліматичних умов тіло людини може віддати у виробниче середовище біля 50% надлишкового тепла;
- кондукцією, який залежить від температури поверхонь, що оточують людину у умовах виробництва.

Кількість надлишкового тепла, яке має віддати тіло працівника у навколишнє (виробниче) середовище залежить від енергетичних (фізичних, розумових емоційних, нервових і т. ін.) навантажень при виконанні робіт. При цьому одночасно здійснюється перерозподіл засобу теплообміну людина –

середовище. Так, при підвищенні важкості праці та температури середовища до температури тіла і вище, теплообмін в значній мірі здійснюється за рахунок випарювання (кількість поту з поверхні шкіри досягає 1–1,5 л/год.

### 2.3.2. Дія параметрів мікроклімату на людину

Значення параметрів мікроклімату суттєво впливають на самопочуття та працездатність людини і, як наслідок цього, рівень травматизму. Тривала дія високої температури повітря при одночасно підвищеної його вологості приводить до збільшення температури тіла людини до 38–40<sup>0</sup>С (гіпертермія), в наслідок чого здійснюється різноманітні фізіологічні порушення у організмі: зміни у обміні речовин, у серцево-судинній системі, зміни функцій внутрішніх органів (печінки, шлунка, жовчного міхура, нірок), змінні у системі дихання, порушення центральної та периферичної нервових систем.

При підвищенні температури значного збільшується потовиділення, в наслідок чого здійснюється різке порушення водного обміну. З потом із організму виділяється значна кількість солей, головним образом хлористого натрію, калію, кальцію. Зростає вмісту у крові молочний кислоти, мочевины. Змінюються другі параметри крові, в наслідок чого вона згущується. В умовах високої температури збільшується частота пульсу (до 100–180 поштовхів за хвилину), збільшується артеріальний тиск. Перегрів тіла людини супроводжується головними болями, запамороченням, нудотою, загальною слабкістю, часом можуть виникати судоми та втрата свідомості. Негативна дія високої температури збільшується при підвищеної вологості, тому що при цьому зніжує процес випарювання поту, тобто погіршується тепловіддача від тіла людини. Зміни в організмі при підвищеної температурі безумовно відображаються на працездатність людини. Так, збільшення температури повітря виробничого середовища з 20<sup>0</sup>С до 35<sup>0</sup>С приводить до зниження працездатності людини на 50–60%.

Суттєві фізіологічні зміни в організмі здійснюються також при холодовому впливу, яке приводить до переохолоджуванню організму (гіпотермія). Найбільш виражені реакції на низку температуру є звуження судин м'язів та шкіри. При цьому зніжується пульс, збільшується об'єм дихання і споживання кисню. Тривала дія знижених температур приводить до появи таких захворювань як радикуліт, невралгія, суглобного та м'язового ревматизму, інфекційних запалювань дихального тракту, алергії і та ін. Охолоджування температури тіла викликає порушення рефлекторних реакції, зниження тактильних і других реакцій, утруднюються рухи. Це також може бути причиною збільшення виробничого травматизму.

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

Фізіологічна дія рухомого потоку повітря пов'язана з змінами у температурному режиму організму, а також механічної дії (повітряному тиску), яка вивчена ще недостатня. Встановлено, що максимальна швидкість повітря на робочих місцях не повинна перевищувати 2 м/с.

### 2.3.3. Нормування мікроклімату

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

За загальними затратами організму на виконання робіт відповідно нормативу виділяють три категорії робіт відповідно до табл. 2.4.

Таблиця 2.4

#### Категорії робіт за ступенем важкості

Характер роботи	Категорія роботи	Загальні енерговитрати організму, Вт (ккал/год)	Характеристика робіт
Легкі роботи	Ia	105–140 (90–120)	Роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження
	Iб	141–175 (121–150)	Роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням
Роботи середньої важкості	IIa	176–232 (151–200)	Роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи, і потребують певного фізичного напруження.
	IIб	232–290 (201–250)	Роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням великих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням.
Важкі роботи	III	291–349 (251–300)	Роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних дрібних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

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

*Оптимальні мікрокліматичні умови* – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та системному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць. Показники температури повітря в робочій зоні по висоті та горизонталі на протязі робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт. Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень приведені в табл. 2.5.

*Таблиця 2.5*

**Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень**

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний період року	Легка 1а	22–24	60–40	0,1
	Легка 1б	21–23	60–40	0,1
	Середньої важкості Іа	19–21	60–40	0,2
	Середньої важкості Іб	17–19	60–40	0,2
	Важка ІІІ	16–18	60–40	0,3
Теплий період року	Легка 1а	23–25	60–40	0,1
	Легка 1б	22–24	60–40	0,2
	Середньої важкості Іа	21–23	60–40	0,3
	Середньої важкості Іб	20–22	60–40	0,3
	Важка ІІІ	18–20	60–40	0,4

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля) технологічного обладнання (екрани і т. ін.) зовнішніх повер-

хонь технологічного устаткування, огорожуючих конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2°C за межі оптимальних температур повітря для даної категорії робіт вказаних в табл. 2.5.

При виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово емоційним напруженням в кабінетах, пультах і постах керування технологічними процесами, в кімнатах з обчислювальною технікою та інших приміщеннях повинні дотримуватися оптимальні умови мікроклімату.

Допустимі мікрокліматичні умови — поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепло відчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Допустимі параметри мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

Величини показників допустимих мікрокліматичних умов встановлюються для постійних і непостійних робочих місць. Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень не повинні виходити за межі показників, приведених в табл. 2.6.

Перепад температури повітря по висоті робочої зони при забезпеченні допустимих умов мікроклімату не повинен бути більше 3°C для всіх категорій робіт, а по горизонталі робочої зони та протягом робочої зміни – виходити за межі допустимих температур для даної категорії роботи, вказаних в табл. 2.6.

Температура внутрішніх поверхонь приміщень (стіни, підлога, стеля), а також температура зовнішніх поверхонь технологічного устаткування або його захисних оболонок (екранів і т. ін.) не повинні виходити за межі допустимих величин температури повітря для даної категорії робіт, вказаних в табл. 2.6.

Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати 35,0 Вт/м<sup>2</sup> – при опромінюванні 50% та більше поверхні тіла, 70 Вт/м<sup>2</sup> – при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50% та 100 Вт/м<sup>2</sup> – при опроміненні не більше 25% поверхні тіла працюючого.

Таблиця 2.6

**Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень**

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях – постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період року	Легка Іа	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Легка Іб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий період року	Легка Іа	28	30	22	20	55 – при 28°С	0,2–0,1
	Легка Іб	28	30	21	19	60 – при 27°С	0,3–0,1
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65 – при 26°С	0,4–0,2
	Середньої важкості Іб	27	29	15	15	70 – при 25°С	0,5–0,2
	Важка ІІІ	26	28	15	13	75 – при 24°С і нижче	0,6–0,5

При наявності джерел з інтенсивністю 35,0 Вт/м<sup>2</sup> і більше температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх меж оптимальних значень для теплого періоду року; на непостійних – верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м<sup>2</sup>. Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25% поверхні тіла

працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

У виробничих приміщеннях, які розташовані в районах з середньою максимальною температурою найбільш жаркого місяця вище 25°C згідно БНіП «Будівельна кліматологія» допускаються відхилення від величин показників мікроклімату, вказаних в табл. 2.6, для даної категорії робіт, але не більше, ніж на 3°C. При цьому швидкість руху повітря повинна бути збільшена на 1,1 м/с, а відносна вологість повітря знижена на 5% при підвищенні температури на кожний градус вище верхньої межі допустимих температур повітря, вказаних в табл. 2.6.

У виробничих приміщеннях, в яких не можна встановити допустимі величини мікроклімату через технологічні вимоги до виробничого процесу, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність передбачаються заходи щодо захисту від можливого перегрівання та охолодження.

### **2.3.4. Загальні заходи та засоби нормалізації мікроклімату та теплозахисту**

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні та інші заходи колективного захисту. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту, медико-біологічні тощо.

Нормовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягненні, в першу чергу, за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування з тепло-, холоду- та волого виділеннями. Для зменшення термічних навантажень на працюючих передбачається максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

У приміщеннях із значними площами застелених поверхонь передбачаються заходи захисту від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в теплий період року (орієнтація віконних прорізів схід-захід, улаштування жалюзі та ін.), від радіаційного охолодження — в зимовий (екранування робочих місць). При температурі внутрішніх поверхонь огорожуючих конструкцій, вище допустимих величин робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

У виробничих приміщеннях з надлишком (явного) тепла використовують природну вентиляцію (аерацію). Аераційні ліхтарі та шахти

розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла на одній осі. У разі неможливості або неефективності аерації встановлюють механічну загально обмінну вентиляцію. При наявності одиничних джерел тепловиділень оснащують обладнання місцевою витяжною вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних зонтів та ін.

У замкнених і невеликих за об'ємом приміщеннях (кабіни кранів, пости та пульти керування, ізольовані бокси, кімнати відпочинку тощо) при виконанні операторських робіт використовують системи кондиціонування повітря з індивідуальним регулюванням температури та об'єму повітря, що подається.

При наявності джерел тепловипромінювання вживають комплекс заходів з теплоізоляції устаткування та нагрітих поверхонь за допомогою теплозахисного обладнання.

Вибір теплозахисних засобів обумовлюється інтенсивністю тепло-випромінювання, а також умовами технологічного процесу.

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

- для постійної роботи в гарячих цехах — спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а при ремонті гарячих печей та агрегатів — автономна система індивідуального охолодження в комплексі з повстяним костюмом;

- при аварійних роботах— тепло відбиваючий комплект з металізованої тканини;

- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор і бризок розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями — взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах;

- для захисту рук від опіків — рукавиці суконні, брезентові, комбіновані з надолонниками з шкіри та спилку;

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

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

Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці



до температури 313 К (40°C) у відповідності з спеціальними ДСТами (ГОСТ 12.4.176-89, ГОСТ 12.4.016-87).

У виробничих приміщеннях, в яких на робочих місцях неможливо встановити регламентовані інтенсивності теплового опромінювання працюючих через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, використовуються обдування, повітряне душення, водно-повітряне душення.

Доцільно у умовах звищеної температури на робочих місцях працівникам вживати газовану підсолону (0.5%) воду. Це запобігає втраті води організмом, а також необхідних для людини солей та мікроелементів. Одночасно, рекомендується підвищувати споживання білкової їжі. Ці заходи покращують самопочуття та працездатність робітників в умовах дії підвищеної температури на робочих місцях.

## **2.4. ОЗДОРОВЛЕННЯ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА**

### **2.4.1. Загальні положення**

Навколишнє повітряне середовище є найважливішим фактором існування людини і має визначені фізичні і хімічні властивості. Фізичні властивості можуть бути представлені параметрами мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря, барометричний тиск), іонним складом, електромагнітними і акустичними полями тощо. Іншим найважливішим показником якості повітряного середовища є його хімічний склад, обумовлений природним складом повітря і різними забрудненнями. У виробництві природні (фонові) параметри повітря додатково забруднюються викидами різних технологічних процесів (в основному при спалюванні палива, термічній і механічній обробці матеріалів, хімічних процесах). Розглянемо докладніше параметри природного газового складу атмосфери і забруднюючих речовин у повітряному середовищі і їхній вплив на людину.

### **2.4.2 Структура і склад атмосфери**

Атмосфера – газова оболонка Землі. Її маса близько  $5,9 \cdot 10^{15}$  т. Вона має шарувату будову і складається з декількох сфер, між якими розташовуються перехідні шари – паузи. У сферах змінюється кількість повітря і температура.

Найбільш щільний шар повітря, що прилягає до земної поверхні, зветься тропосферою. Товщина її в середніх широтах складає 10–12 км над рівнем

моря, на полюсах – 7–10, над екватором – 16–18 км. У тропосфері зосереджено більше 4/5 маси земної атмосфери. Через нерівномірність нагрівання земної поверхні в ній утворюються могутні вертикальні струми повітря, відзначаються нестійкість температури, відносної вологості, тиску і т. ін. Температура повітря в тропосфері по висоті зменшується на 0,6° на кожні 100 м і коливається від 40 до -50°С.

Вище тропосфери знаходиться стратосфера (40 км). Далі мезосфера (80 км), потім термосфера (чи іоносфера) і нарешті екзосфера (від 800 і до 1600 км).

У стратосфері під впливом космічного випромінювання і короткохвильової частини ультрафіолетового випромінювання Сонця молекули повітря іонізуються, в результаті чого утворюється озон. Озоновий шар знаходиться на висоті 25–40 км. В атмосфері постійно відбуваються складні фотохімічні перетворення. Під дією сонячної радіації протікає безліч реакцій, у яких беруть участь кисень, озон, азот, оксид азоту, пари води, двооксид вуглецю. Іонізація, в основному, відбувається на висоті 70–80 км. При цьому відзначаються негативні (N<sup>-</sup>, O<sup>-</sup>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>, S<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) і позитивні (N<sup>+</sup>, H<sup>+</sup>, O<sup>+</sup>, O<sub>2</sub><sup>+</sup> і ін.) іони. Ці іони утворюють різні комплекси: NO<sup>+</sup>\*N<sub>2</sub>; NO<sup>+</sup>\*CO<sub>2</sub>; NO<sup>+</sup>\*H<sub>2</sub>; O<sub>2</sub><sup>+</sup>\*(H<sub>2</sub>O). У свою чергу ці комплекси взаємодіють з різними органічними і неорганічними домішками, утворюючи нові хімічні речовини, що змінюють умови існування людини.

Природний склад повітря в нижніх шарах атмосфери приведений у табл. 2.7.

Таблиця 2.7

### Природний склад повітря (нижні шари)

Компоненти	Вміст		Компоненти	Вміст	
	% по масі	% по об'єму		% по масі	% по об'єму
Азот	75,52	78,09	Оксид азоту	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Кисень	23,15	20,94	Водень	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Аргон	1,28	0,93	Метан	$8,0,8 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Двооксид вуглецю	0,046	0,0330	Двооксид азоту	$8 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$
Неон	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	Озон	$10^{-6} - 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$
Гелій	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$			
Криптон	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$			

Густина чистого повітря при нормальних умовах (температурі 20°С і атмосферному тиску 101400 Па) приймають рівною 1,2 кг/м<sup>3</sup>.

### 2.4.3. Забруднюючі речовини, нормування, дія на людину

В даний час близько 60 тисяч хімічних речовин знаходять застосування в діяльності людини. Серед інгредієнтів забруднення повітряного середовища (шкідливі речовини) – тисячі хімічних сполук у вигляді аерозолів (твердих, рідких) чи газоподібному вигляді.

*Шкідливими називаються* речовини, що при контакті з організмом можуть викликати захворювання чи відхилення від нормального стану здоров'я, що виявляються сучасними методами як у процесі контакту з ними, так і у віддалений термін, в тому числі і в наступних поколіннях.

Найбільш розповсюдженими видами забруднень є тверді суспензії (пил, зола, дим), оксиди вуглецю, азоту, сірки, вуглеводні, аміак, оксиди і солі важких металів і т. ін.

Крім прямої дії на здоров'я людини забруднюючі атмосферу речовини впливають негативно на навколишнє середовище: рослинний і тваринний світ, водне середовище, ґрунт, будівельні конструкції, техніку і технології. Це приводить як до прямих вторинних дій шкідливих речовин на людину (наприклад, через харчові ланцюжки), так і до великих економічних втрат (зниження врожайності сільгоспродукції і тваринництва, корозія матеріалів, порушення у технологічних процесах, збільшення браку продукції, що випускається, і т. ін.).

В даний час усі міста світу щорічно викидають в атмосферу близько 1 млрд. т різних аерозолів, тільки теплові електростанції викидають 100–120 млн. т золи і 60 млн. т сірчистого газу.

За рік в атмосферу повітря світові викиди основних інгредієнтів складають більше 20 млрд. т двооксиду вуглецю, 300 млн. т оксиду вуглецю, 150 млн. т сірчаного ангідриду, 60 млн. т  $\text{NO}_2$ . В Україні в 2000 р. Сумарний викид від стаціонарних джерел в атмосферу склав 3959,4 тис. т, у тому числі пилу – 729,6 тис. т, оксиду вуглецю – 1230,6 тис. т, двооксиду сірки 976,6 тис. т, оксидів азоту – 320 тис. т.

Найбільш шкідливими для навколишнього середовища і, зокрема повітря, є енергетичні установки, авіаційний і автомобільний транспорт, металургійне виробництво, виробництво будівельних матеріалів, хімічні підприємства. Значні промислові викиди і викиди автомобільного й іншого транспорту приводять до зміни клімату великих міст.

Забруднюючі атмосферу шкідливі речовини при контакті з організмом можуть викликати різні захворювання, професійні і гострі отруєння (у тому числі зі смертельним наслідком). Шкідливі речовини проникають в організм людини головним чином через дихальні

шляхи, а також через шкіру і шлунково-кишковий тракт. Ефект токсичної дії різних речовин залежить від кількості речовини, що потрапила в організм, їх фізико-хімічних властивостей, тривалості надходження. Особливе значення має хімізм взаємодії даної речовини з біологічними середовищами (кров'ю, ферментами). Отруйні дії залежать від шляхів надходження і виведення, розподілу в організмі, від статі людини, віку, індивідуальної сприйнятливості й інших супутніх факторів. Загальний токсичний вплив у залежності від виду речовини може виклукати різні дії: нервово-паралітичну (бронхоспазм, ядуха, судома, параліч), загально токсичну (набряк мозку, параліч, судоми), задушливу (токсичний набряк легенів), дратівливу (подразнення слизових оболонок), психотичну (порушення психічної активності, свідомості), шкіряно-резорбтивну (місцеві запалення).

Склад і ступінь забруднення повітряного середовища різними речовинами оцінюється по масі (мг) в одиниці об'єму повітря ( $\text{м}^3$ ) – концентрації (С,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ). Крім одиниці виміру –  $\text{мг}/\text{м}^3$ , можуть використовуватися – %, а також –  $\text{млн.}^{-1}$  чи «ррт» (кількість часток речовини на мільйон часток повітря).

**Гігієнічне нормування** шкідливих речовин проводять по *гранично допустимих концентраціях* (ГДК,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ) у відповідності з нормативними документами: для робочих місць визначається гранично допустима концентрація в робочій зоні – ГДК<sub>рз</sub> (ГОСТ 12.1.005-88, СН 245-71); в атмосфері повітря населеного пункту – максимально разові ГДК<sub>мр</sub> (найбільш висока, зареєстрована за 30 хв спостереження), середньодобові – ГДК<sub>сд</sub> (середня за 24 год при безупинному вимірі) і орієнтовно-безпечні рівні впливу – ОБРВ (список ГДК забруднюючих речовин № 3086-84 з доповненнями, ДСП 201-97). Гігієнічне нормування вимагає, щоб фактична концентрація забруднюючої речовини не перевищувала ГДК ( $C_{\text{факт}} \leq 1$ ).

ГДК<sub>рз</sub> – це максимальна концентрація, що при щоденній (крім вихідних днів) роботі у продовження 8 год чи при іншій тривалості, але не більш 41 год у тиждень, протягом усього стажу (25 років) не може викликати захворювань чи відхилень стану здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи чи у віддалений період життя сучасного і наступних поколінь.

По ступеню впливу на організм шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи небезпеки:

1. надзвичайно небезпечні, що мають ГДК<sub>рз</sub> менш  $0,1 \text{ мг}/\text{м}^3$  у повітрі (смертельна концентрація в повітрі менш  $500 \text{ мг}/\text{м}^3$ );
2. високо небезпечні – ГДК<sub>рз</sub> =  $0,1 \div 1,0 \text{ мг}/\text{м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі  $500\text{--}5000 \text{ мг}/\text{м}^3$ );

3. помірковано небезпечні –  $ГДК_{рз} = 0,1 \div 10,0 \text{ мг/м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі  $5000 \div 50000 \text{ мг/м}^3$ );

4. мало небезпечні –  $ГДК_{рз} > 10,0 \text{ мг/м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі  $> 50000 \text{ мг/м}^3$ ).

У таблиці 2.8 приведені значення гранично допустимих концентрацій для деяких інгредієнтів, що знаходяться у виробничому повітряному середовищі й в атмосфері населених пунктів.

Таблиця 2.8

**Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у робочій зоні і в атмосфері населених пунктів**

Речовина. Назва (формула)	$ГДК_{рз}'$ $\text{мг/м}^3$	$ГДК_{мр}'$ $\text{мг/м}^3$	$ГДК_{сд}'$ $\text{мг/м}^3$	Клас небезпеки	Дія на людину
Оксид вуглецю (СО)	20,0	3,0	1,0	4	Задущлива дія, порушення центральної нервової системи
Двооксид азоту (NO <sub>2</sub> )	2,0	0,085	0,085	3	Порушення дихальних шляхів, набряк легенів, серцева слабкість.
Сірчистий ангідрид (SO <sub>2</sub> )	10,0	0,5	0,05	3	Дратівна дія слизистих, верхніх дихальних шляхів, імунна система, гастрит.
Зважені речовини (неорганічний пил)		0,15	0,05		Захворювання дихальної системи
Кадмій (Cd)	0,05			1	Канцероген*
Свинець (Pb)	0,01		0,003	1	Уражається шлунково-кишковий тракт, печінка, нирки; змінюється склад крові і кісткового мозку; уражається головний мозок; викликає м'язову кволість
Бензин	100,0	5,0	1,5	4	Наркотична дія (ураження центральної нервової системи)
Бенз (α) пирен (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> )	0,00015		0,1мкг/100 м <sup>3</sup>	1	Канцероген
Марганець (Mn, MnO <sub>2</sub> )	0,05			1	Уражає центральну нервову систему, печінку, шлунок
Фенол (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	0,3	0,01	0,01	2	Потрібний захист шкіри, очей; алергійні дії

\* Канцероген – речовина, що сприяє появі злоякісних новоутворень у різних органах.

У виробничих умовах часто має місце комбінована дія шкідливих речовин. У більшості випадків дія шкідливих речовин сумується (адитивна дія). Однак, можливо, коли дія однієї речовини підсилюється дією іншої (потенціююча дія), або можливий ефект комбінованої дії менше очікуваного (антагоністична дія).

Якщо в повітрі присутні кілька речовин, що мають ефектом сумачії (однако напрямленої дії), то якість повітря буде відповідати встановленим нормативам за умови, що:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + C_3/\text{ГДК}_3 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n \leq 1. \quad (2.1)$$

Ефектом сумачії володіють сірчистий газ і двооксид азоту, фенол і сірчистий газ і ін. Донедавна ГДК хімічних речовин оцінювали як максимально разові. Перевищення їх навіть протягом короткого часу заборонялося. Останнім часом для речовин (мідь, ртуть, свинець і ін.), що мають кумулятивні властивості (здатність накопичуватися в організмі), для гігієнічного контролю введена друга величина – середньозмінна концентрація. Наприклад, допустима середньозмінна концентрація свинцю складає 0,005 мг/м<sup>3</sup>.

Ступінь впливу пилу (аерозолію з розміром твердих часточок 0,1–200 мкм) на організм людини залежить не тільки від хімічного складу, але й розмірів часток (дисперсного складу), форми порошин і їхніх електричних властивостей. Найбільшу небезпеку являють частки розміром 1–2 мкм, тому що ці фракції в значній мірі осідають у легенях при диханні. Дослідження так само показують, що електрозаряджений пил у 2–3 рази інтенсивніше осідає в організмі в порівнянні з нейтральним по заряду пилом.

Гігієністи за характером дії на організм виділяють специфічну групу пилу – пил фіброгенних речовин. Особливість дії такого пилу на організм полягає в тому, що при попаданні у легені такий абразивний нерозчинний пил спричинює утворення в легеневій тканині фіброзних вузлів – ділянок затверділої легеневої тканини, в результаті чого легені втрачають можливість виконувати свої функції. Такі захворювання практично не піддаються лікуванню і при своєчасному їх виявленню можливо припинити розвиток хвороби за рахунок зміни умов праці. Подібні захворювання об'єднуються гігієністами під загальною назвою пневмоконіози. Назви окремих захворювань цієї групи є похідною від назви речовин, що їх спричинила (сілікоз – пил з вмістом SiO<sub>2</sub>, антропокоз – пил вугілля, азбестоз – пил азбесту тощо). Гігієністи ідентифікують біля 50 речовин, пил яких може спричинити пневмоконіози (є фіброгенним). Ряд видів пилу (каніфолі, борошна, шкіри, бавовни, вовни, хрому і т. д.) можуть викликати алергічні реакції і захворювання легень – бронхіальну астму.

#### 2.4.4. Методи регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу забруднюючих речовин на працівників

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

Методи керування якістю повітряного середовища можуть бути класифіковані за рівнем значимості:

- *глобальний* – «безвідходні» і передові технології, нові види палива й енергії, нові типи двигунів, міжнародне квотування викидів різних інгредієнтів, міжнародні угоди в галузі екологічного аудиту й ін.;
- *регіональний* – організаційно-планувальні (вибір території і розташування промислових об’єктів); організаційно-економічні (ліцензування діяльності, регіональне квотування викидів, установа плати за викиди, штрафні санкції, страхування екологічних ризиків, пільги); нормативно-правові (установлення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у повітряному середовищі, установлення гранично допустимих викидів на джерелах викидів, нормування технологічних викидів, вимоги по інвентаризації викидів); вибір технологій, палива, застосування ефективних методів очищення й уловлювання забруднюючих речовин;
- *підприємства* – зниження викидів у джерелі утворення (технологічні методи, вибір устаткування і рівень його обслуговування, автоматизація технологічних процесів, придушення шкідливих речовин у зоні утворення, герметизація устаткування, уловлювання забрудненого повітря й ефективне очищення його, вентиляція, контроль якості повітряного середовища, відбір персоналу і контроль стану його здоров’я);
- *на робочому місці* – герметизація (локалізація) робочого місця і створення в ній нормальних параметрів повітряного середовища, застосування засобів індивідуального захисту, організаційні методи роботи.

Успіх функціонування системи керування параметрами повітряного середовища, що діє на людину, залежить від ефективності всіх її ієрархічних і функціональних рівнів. Однак, для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на атмо-

сферу є організація повітрообміну (вентиляція) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з наступним видаленням забрудненого повітря і його очищенням (аспірація).

#### 2.4.5. Вентиляція

*Вентиляцією* називають організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого. Задачею вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. За способом переміщення повітря розрізняють системи *природної, механічної і змішаної* вентиляції. Головним параметром вентиляції є повітрообмін, тобто обсяг повітря, що видаляється ( $L_v$ ) або надходить у приміщення ( $L_n$ ).

Для ефективної роботи вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:

1. Обсяг припливу повітря  $L_n$  у приміщення повинний відповідати обсягу витяжки  $L_v$ . Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10–15%. Можлива організація повітрообміну, коли обсяг припливного повітря більше обсягу повітря, що видаляється. При цьому в приміщенні створюється надлишковий тиск у порівнянні з атмосферним, що виключає інфільтрацію забруднюючих речовин у дане приміщення. Така організація вентиляції здійснюється у виробництвах, що пред'являють підвищені вимоги до чистоти повітряного середовища (наприклад, виробництво електронного устаткування). Для виключення витоків із приміщень з підвищеним рівнем забруднення обсяг повітря, що видаляється з них, повинен перевищувати обсяг повітря, що надходить. У такому приміщенні створюється незначне зниження тиску в порівнянні з тиском у зовнішньому середовищі.

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

3. Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрацію, пожежо-вибухонебезпечність).

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

*Визначення необхідного повітрообміну при загальнообмінній вентиляції.* Відповідно до санітарних норм усі виробничі і допоміжні приміщення повинні вентилуватися. Необхідний повітрообмін (кількість повітря, що подається



чи видаляється з приміщення) в одиницю часу ( $L$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ ) може бути визначений різними методами в залежності від конкретних умов.

1. При нормальному мікрокліматі і відсутності шкідливих речовин повітрообмін може бути визначений по формулі:

$$L = n \cdot L', \quad (2.2)$$

де  $n$  – число працюючих;

$L'$  – витрата повітря на одного працюючого, прийнята у залежності від об'єму приміщення, що приходить на одного працюючого  $V'$ ,  $\text{м}^3$  (при  $V' < 20 \text{ м}^3$   $L' = 30 \text{ м}^3/\text{год}$ ; при  $V' = 20 \dots 40 \text{ м}^3$   $L' = 20 \text{ м}^3/\text{год}$ ; при  $V' > 40 \text{ м}^3$  і при наявності природної вентиляції повітрообмін не розраховують); при відсутності природної вентиляції (герметичні кабіни)  $L' = 60 \text{ м}^3/\text{год}$ ).

2. При виділенні шкідливих речовин з приміщення необхідний повітрообмін визначається, виходячи з їхнього розведення до допустимих концентрацій. Розрахунок повітрообміну проводиться виходячи з балансу утворюваних у приміщення шкідливі речовини і речовин, що видаляються з нього, по формулі:

$$L = G_{\text{шпр}} / (C_{\text{вид}} - C_{\text{пр}}), \quad (2.3)$$

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

$C_{\text{вид}}$  і  $C_{\text{пр}}$  – концентрація шкідливих речовин, у повітрі що видаляються, і у припливному повітрі ( $C_{\text{вид}} \leq C_{\text{гдк}}$ ,  $C_{\text{пр}} \leq 0,3C_{\text{гдк}}$ ).

3. При боротьбі з надлишковим теплом повітрообмін визначається з умов асиміляції тепла і обсяг припливного повітря визначається по формулі:

$$L = Q_{\text{над}} / (\rho_{\text{пр}} \cdot c_{\text{п}} \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{пр}})); \quad (2.4)$$

де  $Q_{\text{над}}$  – надлишкові тепловиділення,  $\text{ккал}/\text{год}$ , ( $Q_{\text{над}} = Q_{\text{сум}} - Q_{\text{вид}}$ , де  $Q_{\text{сум}}$  – сумарне надходження тепла,  $Q_{\text{вид}}$  – кількість тепла, що видаляється за рахунок тепловтрат);

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

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

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

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

$$L = K \cdot V, \quad (2.5)$$

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

#### 2.4.6. Природна вентиляція

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

$$\Delta P_T = gh(\rho_z - \rho_v), \quad (\text{Па}), \quad (2.6)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ;

$h$  – вертикальна відстань між центрами припливного і витяжного отворів,  $\text{м}$ ;

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

При дії вітру на поверхнях будинку з навітряної сторони утвориться надлишковий тиск, на підвітряній стороні – розрядження. Вітровий напір може бути розрахований за формулою:

$$\Delta P_B = k_n(v_b^2 r_z)/2, \quad (\text{Па}), \quad (2.7)$$

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

$v_b$  – швидкість вітрового потоку,  $\text{м/с}$ .

Неорганізована природна вентиляція – інфільтрація (природне провітрювання) – здійснюється зміною повітря в приміщеннях через нещільності в елементах будівельних конструкцій завдяки різниці тиску зовні й усередині приміщення. Такий повітрообмін залежить від ряду випадкових факторів (сили і напрямку вітру, різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря, площі, через яку відбувається інфільтрація). Для житлових будинків інфільтрація досягає 0,5–0,75, а в промислових будинках 1–1,5 обсягу приміщень у годину.

Для постійного повітрообміну необхідна організована вентиляція. Організована природна вентиляція може бути витяжна без організованого припливу повітря (канальна) і припливна – витяжна з організованим припливом повітря (канальна і безканальна аерація). Канальна природна витяжна вентиляція без організованого припливу повітря широко застосовується в житлових і адміністративних будинках. Розрахунковий гравітаційний тиск таких систем вентиляції виз-

начають при температурі зовнішнього повітря  $+5^{\circ}\text{C}$ , вважаючи, що весь тиск падає в тракті витяжного каналу, при цьому опір входу повітря в будинок не враховується. При розрахунку мережі повітроводів наперед роблять орієнтований підбір їх площ, виходячи з допустимих швидкостей руху повітря в каналах верхнього поверху  $0,5\text{--}0,8\text{ м/с}$ , у каналах нижнього поверху і збірних каналів верхнього поверху  $1,0\text{ м/с}$  і у витяжній шахті  $1\text{--}1,5\text{ м/с}$ .

Для збільшення тиску в системах природної вентиляції на устя витяжної шахти встановлюють насадки-дефлектори, які розташовують у зоні ефективної дії вітру (рис. 2.7).

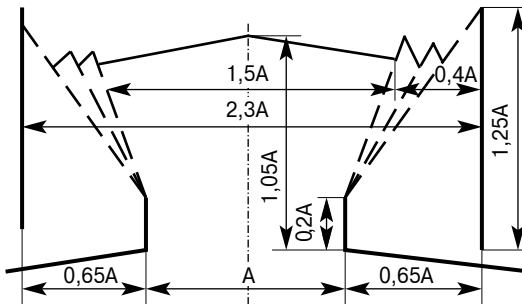


Рис. 2.7. Дефлектор

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

$$L_d = 1131,73 \cdot D^2 \cdot v_v, \quad (\text{м}^3/\text{ч}), \quad (2.8)$$

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

*Аерацією* називається організована природна загальнообмінна вентиляція приміщень в результаті надходження і видалення повітря через фрамуги вікон, що відкриваються, і ліхтарів (рис. 2.8).

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

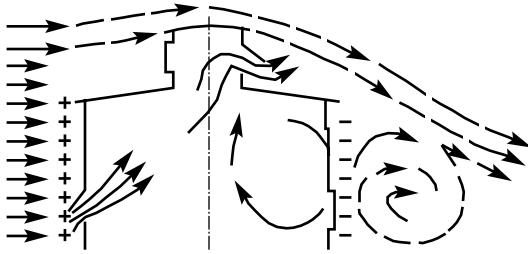


Рис. 2.8. Аерація приміщень

період року приплив зовнішнього повітря орієнтують через нижній ярус віконних прорізів (1,5–2 м).

Основним достоїнством аерації є можливість здійснювати великі повітрообміни без витрат механічної енергії. До недоліку аерації слід віднести те, що в теплий період року її ефективність може істотно знижуватись через зниження перепаду температур зовнішнього і внутрішнього повітря. Крім того, повітря, що надходить у приміщення, не очищається і не охолоджується, а повітря, що видаляється, забруднює повітряну атмосферу.

#### 2.4.7. Механічна вентиляція

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

Якщо система механічної вентиляції призначена для подачі повітря, то вона називається *припливною* (рис. 2.9, а), якщо ж вона призначена для видалення повітря – *витяжною* (рис. 2.9, б). Можлива організація повітрообміну з одночасною подачею і видаленням повітря – *припливно-витяжна вентиляція* (рис. 2.9, в). В окремих випадках для скорочення експлуатаційних витрат на нагрівання повітря застосовують системи вентиляції з частковою *рециркуляцією* (до свіжого повітря підмішується повітря, вилучене із приміщення).

По місцю дії вентиляція буває *загальнообмінною* і *місцевою*. При загальнообмінній вентиляції необхідні параметри повітря підтримуються у всьому об'ємі приміщення. Таку систему доцільно застосовувати, коли шкідливі речовини виділяються рівномірно по всьому приміщенню. Якщо робочі місця мають фіксоване розташування, то з економічних міркувань можна організувати оздоровлення повітряного середовища тільки в місцях перебування людей (наприклад, душиро-

Надходження зовнішнього повітря в приміщення в холодний період року організують так, щоб холодне повітря не попадало в робочу зону. Для цього зовнішнє повітря подають у приміщення через прорізи, розташовані не нижче 4,5 м від підлоги, у теплий

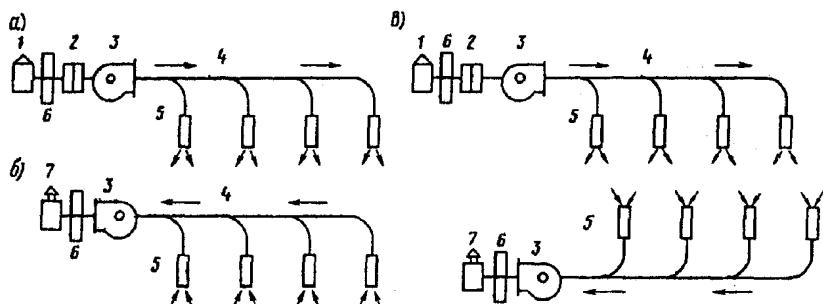


Рис. 2.9. Схеми механічної вентиляції:  
 а – припливна; б – витяжна; в – припливно-витяжна;  
 1 – повітрязбірний пристрій; 2 – повітрянагрівач та зволожувач;  
 3 – вентилятор; 4 – магістральні повітроводи;  
 5 – насадки для регулювання припливу та забору повітря;  
 6 – очищувач; 7 – шахта для викиду забрудненого повітря.

вання робочих місць у гарячих цехах). Витрати на повітрообмін значно скорочуються, якщо уловлювати шкідливі речовини в місцях їх виділення, не допускаючи поширення по приміщенню. З цієї метою поруч із зоною утворення шкідливості встановлюють пристрої забору повітря (витяжки, панелі, що всмоктують, всмоктувачі). Така вентиляція називається місцевою (рис. 2.10).

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

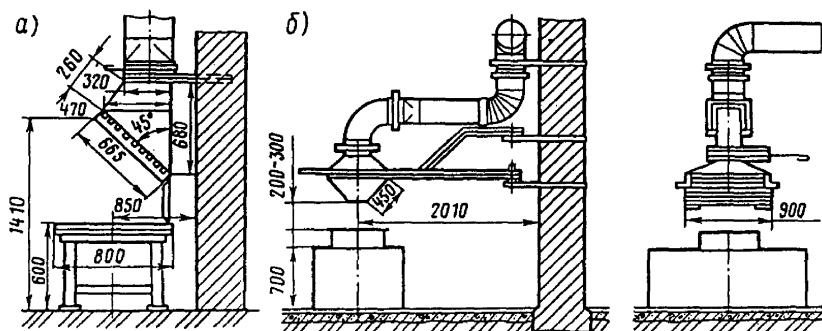


Рис. 2.10. Похилий боковий (панельний) відсмоктувач над зварювальним столом:  
 а – одностороннього всмоктування; б – двостороннього всмоктування.

а – одностороннього всмоктування; б – двостороннього всмоктування.

У системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється в основному вентиляторами – повітродувними машинами (осьового чи відцентрового типу) і, в деяких випадках, ежекторами. *Осьовий вентилятор* являє собою розташоване в циліндричному кожусі лопаткове колесо, при обертанні якого повітря, що надходить у вентилятор, під дією лопаток переміщається в осьовому напрямку. До переваг осьових вентиляторів відноситься простота конструкції, велика продуктивність, можливість економічного регулювання продуктивності, можливість реверсування потоку повітря. До їхніх недоліків відноситься мала величина тиску (30–300 Па) і підвищений шум. *Відцентровий вентилятор* складається зі спірального корпусу з розміщеним усередині лопатковим колесом, при обертанні якого повітря, що припливає через вхідний отвір, попадає в канали між лопатками колеса і під дією відцентрової сили переміщається по цих каналах, збирається корпусом і викидається через випускний отвір. Тиск вентиляторів такого типу може досягати більш 10000 Па. У залежності від складу переміщуваного повітря вентилятори можуть виготовлятися з різних матеріалів і різної конструкції (звичайного, пилового, антикорозійного, вибухобезпечного виконання). При підборі вентиляторів потрібно знати необхідну продуктивність, створюваний тиск і, в окремих випадках, конструктивне виконання. Повний тиск, що розвиває вентилятор, витрачається на подолання опорів на всмоктувальному і нагнітальному повітроводі при переміщенні повітря.

Установка *вентиляційної системи* (припливна, витяжна, припливно-витяжна; мал. 2.4.1) складається з повітрозабірних і пристроїв для викиду повітря (розташованих зовні будинку), пристроїв для очищення повітря від пилу і газів, калориферів для підігріву повітря в холодний період, повітроводів, вентилятора, пристроїв подачі і видалення повітря в приміщенні, дроселів і засувок. Розрахунок вентиляційної мережі полягає у визначенні втрат тиску при рухові повітря, що складаються з втрат на тертя повітря ( $P_{\text{тр}}$ ) (за рахунок шорсткості повітроводу) і в місцевих опорах ( $P_{\text{мо}}$ ) (повороти, зміни площ, перетини, фільтри, калорифери й ін.). Повні втрати тиску  $P_{\Sigma}$  (Па) визначають підсумовуванням втрат тиску на окремих розрахункових ділянках:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{тр}} + P_{\text{мо}} = \left( \sum_i^n l \cdot \lambda / d + \sum_i^m \xi \right) \cdot \rho \cdot v_{\text{п}}^2 / 2, \quad (2.9)$$

де  $l$  – довжина ділянки повітровода, характеризується сталістю витрати і швидкості повітря, м;

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

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

$\rho$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;  
 $v_{\Pi}$  – швидкість повітря, м/с;  
 $n$  – число ділянок магістралі;  
 $m$  – число елементів місцевих опорів.

Порядок розрахунку вентиляційної мережі такий:

1. Вибирають конфігурацію мережі в залежності від розміщення приміщень, установок, робочих місць, що повинна обслуговувати вентиляційна система.

2. Знаючи необхідну витрату повітря на окремих ділянках повітроводів, визначають площі їхніх поперечних перерізів, виходячи з допустимих швидкостей руху повітря (у звичайних вентиляційних системах швидкість приймають 6–12 м/с, а в аспіраційних установках для запобігання засмічення – 10–25 м/с).

3. За формулою (2.9) розраховують опір мережі, причому за розрахункову звичайно приймають найбільш протяжну магістраль.

4. По каталогах вибирають вентилятор і електродвигун.

Якщо опір мережі виявилося занадто великим, розміри повітроводів збільшують і роблять перерахунок мережі.

На підставі даних про необхідну продуктивність і тиск, роблять вибір вентилятора за його аеродинамічною характеристикою, що графічно виражає зв'язок між тиском, продуктивністю і к. к. д. при визначених швидкостях обертання (P-L характеристика). При виборі вентилятора враховують, що його продуктивність пропорційна швидкості обертання робочого колеса, повний тиск – квадрату швидкості обертання, а споживана потужність – кубу швидкості обертання. Установочна потужність електродвигуна (N, кВт) для вентилятора розраховується за формулою:

$$N = k \cdot L \cdot P / (1000 \cdot \eta_y \cdot \eta_{\Pi}), \quad (2.10)$$

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

$L$  – продуктивність вентилятора, м<sup>3</sup>/год;

$P$  – повний тиск вентилятора, Па;

$\eta_y$  – к. к. д. вентилятора;

$\eta_{\Pi}$  – к. к. д. передачі від вентилятора до двигуна (для клиновидних пасів  $\eta_{\Pi} = 0,9 - 0,95$ , для плоских пасів  $0,85 - 0,9$ ).

#### 2.4.8. Кондиціонування повітря

*Кондиціонування повітря* – це створення автоматичного підтримування в приміщенні, незалежно від зовнішніх умов (постійних чи таких, що змінюються), по визначеній програмі температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря. У відповідності з вимогами для конкретних приміщень повітря нагрівають або охолоджують, зволо-

жують або висушують, очищають від забруднюючих речовин або надають дезінфекції, дезодорації, озонуванню. Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при розрахункових параметрах зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року згідно ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень) та ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ (Воздух рабочей зоны).

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів – системою кондиціонування повітря (СКП). В склад СКП входять: прилади приготування, переміщення та розподілу повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Технічні засоби СКП повністю або частково агрегуються в апараті – кондиціонері.

Установки для кондиціонування повітря можуть бути центральними (рис. 2.4.5), які обслуговують декілька приміщень або будинок, і місцевими, які обслуговують невеликі приміщення. Також існують розробки кондиціонерів, які розташовуються на окремих робочих місцях.

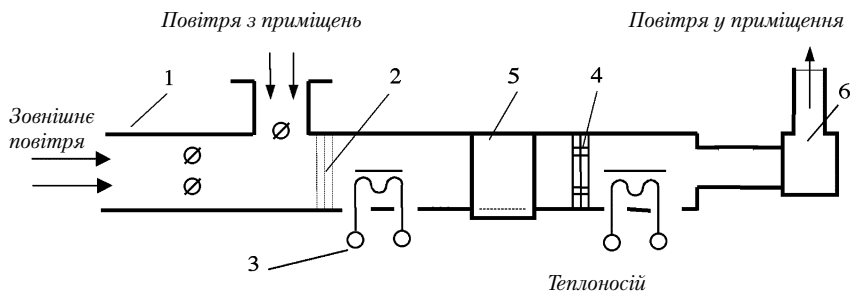


Рис. 2.11. Схематична конструкція кондиціонера:

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

Центральні кондиціонери збираються з типових секцій в залежності від потреб в обробці повітря та продуктивності. Продуктивність центральних кондиціонерів досягає 250000 м<sup>3</sup>/год і більше. Конструкція центрального кондиціонера передбачає приготування і обробку зовнішнього повітря та частини рециркуляційного повітря в окремих приміщеннях та роздачу повітря по повітроводах в приміщення, що обслуговуються. Для охолодження повітря застосовується розпилена холодна вода та компресорні холодильні пристрої, а для підігріву – різноманітні калорифери.

Місцеві системи кондиціонування поділяються на автономні і неавтономні. Автономні кондиціонери можуть мати все устаткування для



оброблення повітря і потребують тільки підключення до електромережі або також до водопостачання і каналізації. Неавтономні кондиціонери підключаються, окрім того, до систем подачі тепла та холоду. Останнім часом поширюється розповсюдження місцевих кондиціонерів типу «спліт» – системи. Кондиціонер типу «спліт» – система має два блока, один розташовується усередині приміщення, другий зовні на стіні будівлі. У внутрішньому блоці розташовані фільтр, вентилятор, випаровувач, у зовнішній частині розташовується компресор конденсатор та вентилятор. Компресор, випаровувач та конденсатор з'єднані мідними трубами, в яких циркулює фреон. Робота кондиціонера здійснюється так: на вхід компресора подається газоподібний фреон під малим тиском 3..5 атмосфери. Компресор стискає фреон до 10...15 атмосфер, при цьому фреон нагрівається і поступає в конденсатор, що розташований у зовнішній частині. При інтенсивному обдуві конденсатора зовнішнім вентилятором фреон охолоджується та переходить в летку фазу. Далі з конденсатора леткий фреон прямує через знижуючий тиск клапан до випаровувача, де випаровується з поглинанням тепла. Температура поверхні випаровувача знижується, що охолоджує повітря, яке прямує через випаровувач за допомогою внутрішнього вентилятора до приміщення. Далі цикл повторюється. Таким чином, ця система тільки охолоджує внутрішнє повітря без подачі свіжого повітря. Очистка внутрішнього повітря здійснюється за допомогою фільтра. Існують «спліт» – кондиціонери, які спроможні не тільки охолоджувати, а й нагрівати повітря приміщень (реверсивні типи).

Вибір «спліт» – кондиціонера здійснюють за потужністю (охолодження) з урахуванням усіх теплоприпливів – зовнішнього, від обладнання та робітників. Орієнтовно, розрахунок потрібної потужності ( $Q_k$ ) «спліт» – кондиціонера можна зробити по формулі:

$$Q_k = Q_z + Q_o + Q_p, \quad (2.11)$$

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

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

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

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

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

## 2.5. ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

### 2.5.1. Загальні уявлення

*Світлові випромінювання* – це електромагнітні випромінювання певної частки оптичного діапазону. За довжиною хвилі оптичні випромінювання знаходяться в діапазоні довжини хвилі від 10 до 340000 нм. У цьому діапазоні видимі випромінювання займають незначну ділянку – діапазон від 380 до 760 нм. Таким чином, при однаковому енергетичному рівні оптичні випромінювання з довжиною хвилі 380–760 нм сприймаються органами зору людини, а за межами цього хвильового діапазону не сприймаються.

Світло – один із суттєвих чинників виробничого середовища, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Відомо, що біля 80% всієї інформації про навколишнє середовище надходить до людини через очі – наш зоровий апарат. Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, зниженню виробничого травматизму тощо. Так, наприклад, збільшення освітленості від 100 до 1000 люкс при напруженій зоровій роботі приводить до підвищення продуктивності праці на 10–20%, зменшення браку на 20%, зниження кількості нещасних випадків на 30%. Вважають, що 5% травм можуть спричинюватись такою професійною хворобою як робоча міокопія (короткозорість).

Слід відмітити особливо важливу роль в життєдіяльності людини природного освітлення, його ультрафіолетової частини спектру. Природне освітлення стимулює біохімічні процеси в організмі, поліпшує обмін речовин, загартовує організм, йому властива протибактерицидна дія тощо. У зв'язку з цим при недостатньому природному освітленні в умовах виробництва санітарно-гігієнічні нормативи вимагають у системі штучного освітлення застосовувати джерела штучного світла з підвищеною складовою ультрафіолетового випромінювання – еритемні джерела світла.

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

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

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

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

*Конвергенція* – здатність ока при розгляданні близьких предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

Для створення оптимальних умов зорової роботи слід враховувати не лише кількість та якість освітлення, а й кольорове оточення. Діючи на око, випромінювання, що мають різну довжину хвилі, викликають відчуття того або іншого кольору. Межі колірних смуг наступні:

Колір	Довжина хвилі, нм
Фіолетовий	380–450
Синій	450–480
Зелений	510–550
Жовтий	575–585
Оранжевий	585–620
Червоний	620–780

Для ока людини найбільш відчутним є жовто-зелене випромінювання із довжиною хвилі 555 нм. Спектральний склад світла впливає на продуктивність праці та психічний стан людини. Так, якщо продуктивність людини при природному освітленні прийняти за 100%, то при червоному та оранжевому освітленні (довжина хвилі 600...780 нм) вона становить лише 76%. При надмірній яскравості джерел світла та оточуючих предметів може відбутись засліплення робітника. Нерівномірність освітлення та неоднакова яскравість оточуючих предметів призводять до частішої переадаптації очей під час виконання роботи і, як наслідок цього, – до швидкого втомлення органів зору. Тому поверхні, що добре освітлюються, краще фарбувати в кольори з коефіцієнтом відбивання 0,4–0,6 (світлі тони) і, бажано, щоб вони мали матову або напівматову поверхню.

## 2.5.2. Основні світлотехнічні поняття та одиниці

Основними поняттями системи світлотехнічних величин і одиниць є світловий потік, сила світла, освітленість і яскравість, фон, яскравий контраст і видимість.

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

*Сила світла*  $I$  – просторова густина світлового потоку, яка визначається відношенням світлового потоку  $F$  (лм) до тілесного кута  $\omega$ , у якому цей потік поширюється:  $I = F/\omega$ . За одиницю сили світла прийнято канделу (кд). Тілесний кут – частина простору сфери, обмежена конусом, що спирається на поверхню сфери з вершиною у її центрі. За одиницю тілесного кута прийнято стерadian (ср). Кут в 1 ср вирізає на поверхні сфери площину, рівну квадра-

ту радіуса сфери. Кандела це сила світла еталонного джерела в перпендикулярному напрямку при температурі затвердіння платини  $2046,65^\circ\text{K}$  і тиску  $P = 101325$  Па.

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

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

Коефіцієнти *відбиття*  $\rho$ , *пропускання*  $\tau$  та *поглинання*  $\beta$  поверхонь вимірюються у процентах або частках одиниці ( $\rho + \tau + \beta = 1$ ):  $\rho = F_\rho/F$ ;  $\tau = F_\tau/F$ ;  $\beta = F_\beta/F$ , де  $F_\rho$ ,  $F_\tau$ ,  $F_\beta$  – відповідно відбитий, поглинений та той, що пройшов через поверхню, світлові потоки;  $F$  – світловий потік, що падає на поверхню. Наприклад, коефіцієнт відбиття білої поверхні дорівнюється  $0,8\text{--}0,75$ , світло синьої –  $0,55$ , коричневої –  $0,23$ , чорної –  $0,1\text{--}0,07$ .

*Фон* – поверхня, що безпосередньо прилягає до об'єкта. Він оцінюється коефіцієнтом відбиття. Фон вважають світлим при  $\rho > 0,4$ , середнім – при  $0,4$  і  $\rho > 0,2$  та темним при  $\rho > 0,2$ .

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

*Видимість*  $V$  характеризує здатність ока сприймати об'єкт. Видимість залежить від освітлення, розміру об'єкта розпізнавання, його яскравості, контрасту між об'єктом і фоном, тривалості експозиції:  $V = K/K_{\text{пор}}$ , де  $K$  – контраст між об'єктом і фоном;  $K_{\text{пор}}$  – пороговий контраст, тобто найменший контраст, що розрізняється оком за даних умов. Для нормального зорового сприйняття  $V$  повинна бути рівною  $10\text{--}15$ .

Час зберігання зорового відчуття –  $0,2\text{--}0,3$  с. Сприйняття мерехтливого світла має специфічні особливості. Серія світлових імпульсів сприймається як безупинний сигнал, якщо інтервали між імпульсами порівняні з часом інерції зору. Критична частота мерехтіння дорівнює  $15\text{--}70$  Гц. Таким чином, для забезпечення стабільного зображення частота регенерації сигналу повинна бути не нижчою  $70$  Гц. Наприклад, у сучасних моніторах частота регенерації зображення складає  $85$  Гц і вище.

### 2.5.3. Види виробничого освітлення

Залежно від джерел світла освітлення може бути *природним*, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; *штучним*, що створюється електричними джерелами світла, та *суміщеним*, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двобічне), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюється через отвори (ліхтарі) в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути *загальним* та *комбінованим*. Загальне освітлення передбачає розміщення світильників у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) для здійснювання загальне рівномірного або загального локалізованого освітлення (з урахуванням розтушування обладнання та робочих місць). Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосереднього на робочих місцях. Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Одне місцеве освітлення у виробничих приміщеннях заборонене.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне .

*Робоче освітлення* створює необхідні умови для нормальної трудової діяльності людини.

*Чергове освітлення* – зніжений рівень освітлення, що передбачається у неробочий час, при цьому використовують частину світильників інших видів освітлення.

*Аварійне освітлення* вмикається при вимиканні робочого освітлення. Світильники аварійного освітлення живляться від автономного джерела і повинні забезпечувати освітленість не менше 5% величини робочого освітлення, але не менше 2 лк на робочих поверхнях виробничих приміщень і не менше 1 лк на території підприємства.

*Евакуаційне освітлення* вмикається для евакуації людей з приміщення під час виникнення небезпеки. Воно встановлюється у виробничих приміщеннях з кількістю працюючих більше 50, а також у приміщеннях громадських та допоміжних будівель промислових підприємств, якщо в них одночасно можуть знаходитися більше 100 чоловік. Евакуаційна освітленість у приміщеннях має бути 0,5 лк, поза приміщенням – 0,2 лк.

*Охоронне освітлення* передбачається вздовж границь територій, що охороняються, і має забезпечувати освітленість 0,5 лк.

#### **2.5.4. Основні вимоги до виробничого освітлення**

Для створення сприятливих умов зорової роботи освітлення робочих приміщень повинне задовольняти таким умовам:

- рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи згідно СНиПП-4-79/85;
- мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність рівня освітленості у приміщенні, відсутність різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору, відсутність на робочій поверхні різких тіней (особливо рухомих);
- у полі зору предмета не повинно створювати сліпучого блиску;
- штучне світло, що використовується на підприємствах, за своїм спектральним складом має наближатися до природного;
- не створювати небезпечних та шкідливих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпеку ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність);
- бути надійним, простим в експлуатації та економічним.

#### **2.5.5. Природне освітлення**

На рівень природного освітлення приміщень впливають: світловий клімат, який залежить від географічного розташування місця, площа та орієнтація світлових отворів; конструкція вікон, чистота скла, геометричні параметри приміщень та відбиваючі властивості поверхонь, зовнішнього та внутрішнього затемнення світла різними об'єктами.

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

$$\text{КПО} = (E_{\text{вн}}/E_{\text{зов}}) \cdot 100\%, \quad (2.12)$$

де  $E_{\text{вн}}$  (лк) – природна освітленість в даній точці площини всередині приміщення, яка створюється світлом неба (безпосереднього або після відбиття);  $E_{\text{зов}}$  (лк) – зовнішня горизонтальна освітленість, що створюється світлом в той самий час повністю відкритим небосхилом.

В основі нормування виробничого освітлення покладена залежність необхідного рівня освітлення від зорової напруги (розряду зоро-

вої роботи), яка, в першу чергу, визначається розміром об'єкта розпізнавання, контрастом між об'єктом і фоном, характеристикою фона. Нормування освітлення в громадських, допоміжних та житлових будівлях здійснюють в залежності від призначення приміщення.

За системи бічного природного освітлення (через віконні прорізи у стінах) нормується мінімальне значення КПО. Для односторонньої бічної системи – це КПО у точці робочої поверхні (або підлоги), розташованій на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленій від світлових прорізів. За системи верхнього природного освітлення (через ліхтарі – світлові прорізи у покритті будівлі) та системи верхнього та бічного природного освітлення нормується середній КПО, обчислений за результати вимірювань у N точках (не менш 5) умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша та остання точка приймаються на відстані 1 м від поверхні стін. Середнє значення КПО обчислюється за формулою:

$$\begin{aligned} \text{КПО}_{\text{ср}} = & (\text{КПО}_1/2 + \text{КПО}_2 + \text{КПО}_3 + \dots \\ & + \text{КПО}_{N-1} + \text{КПО}_N/2)/(N-1), \end{aligned} \quad (2.13)$$

де  $\text{КПО}_N$  – коефіцієнт природного освітлення у N-й контрольній точці, N – кількість контрольних точок у площині характерного перерізу приміщення.

Нормативні значення коефіцієнтів природного освітлення приводяться «Будівельними нормами і правилами» (СНиП II–4-79/85) в залежності від розряду зорової роботи для середньої зони Росії ( $\text{КПО}_n^{\text{III}}$ ), але без врахування інших зон світлового клімату (географічного розташування місця) та орієнтації світлових прорізів (таблиця 2.9). Нормоване значення КПО для будівель, що розміщені у I, II, IV, V поясах світлового клімату, визначається за формулою:

$$\text{КПО}_n^{\text{I,II,IV,V}} = \text{КПО}_n^{\text{III}} \cdot m \cdot c, \quad (2.14)$$

де  $\text{КПО}_n^{\text{III}}$  – значення коефіцієнта природного освітлення для III зони світлового клімату за таблицями СНиП II–4-79/86; m – коефіцієнт світлого клімату (для більшої частини України, розташованої у IV поясі світлового клімату  $m = 0,9$ , для Криму (V пояс)  $m = 0,8$ ); c – коефіцієнт сонячності клімату, якій залежить від зорієнтованості світлових отворів за сторонами світу (азимут, град), для південного напрямку  $c = 0,65 - 0,75$ , для північного –  $c = 0,9 - 1,0$ ).

При проектуванні природного освітлення враховують, що освітленість в середині приміщення залежить від світла, яке створюється небом і безпосередньо потрапляє на робочу поверхню, а також світла, яке відбивається від поверхонь в середині приміщення та прилеглих будівель.

Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових отворів, що мають забезпечити в приміщенні нормативні значення КПО<sub>н</sub>. При боковому освітленні розрахунок проводиться за формулою:

$$100(S_{\text{в}}/S_{\text{п}}) = (\text{КПО}_{\text{н}} \cdot k_3 \cdot h_{\text{в}} \cdot k_{\text{буд}})/(t_{\text{заг}} \cdot r), \quad (2.15)$$

де  $S_{\text{в}}$ ,  $S_{\text{п}}$  – площі вікон і підлоги у приміщенні;

$\text{КПО}_{\text{н}}$  – нормативний коефіцієнт природного освітлення;

$k_3$  – коефіцієнт запасу, враховує зниження світлопропускання вікон і середовища у приміщенні,  $k_3 = 1,2 - 1,5$ ;

$h_{\text{в}}$  – світлова характеристика вікон, залежить від відношення розмірів приміщення у (довжини до глибини та глибини до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна),  $h_{\text{в}} = 6,5 - 66,0$ ;

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

$t_{\text{заг}}$  – загальний коефіцієнт світлопропускання,  $t_{\text{заг}} = t_1 t_2 t_3 t_4 t_5$ , де

$t_1$  – коефіцієнт світлопропускання матеріалу,  $t_1 = 0,5 - 0,9$ ;

$t_2$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі,  $t_2 = 0, - 0,8$ ;

$t_3$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні  $t_3 = 1,0$ );

$t_4$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях,  $t_4 = 0,6 - 1$ ;

$t_5$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями,  $t_5 = 0,9$ ;

$r$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення та прилеглих будівель,  $r = 1,0 - 10$ .

Розрахунок природного освітлення у приміщеннях, які експлуатуються, здійснюють по графіками А. М. Данилюка графоаналітичним методом, якій приводиться у СНиП II-4-79/85.

### 2.5.6. Штучне освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх приміщеннях будівель, а також на відкритих робочих ділянках, місцях проходу людей та руху транспорту.

Штучне освітлення проектується для двох систем: загальне (рівномірне або локалізоване) та комбіноване (до загального додається місцеве).

При штучному освітленні нормативною вимірюваною є абсолютне значення освітленості, яке залежить від характеристики зорової праці та системи освітлення (загальне, комбіноване). Всього визначено вісім розрядів (в залежності від розміру об'єкта розпізнавання), в свою чергу роз-



ряди (I–V) містять чотири підрозряди (а, б, в, г) – в залежності від контрасту між об'єктом і фоном та характеристики фона (коефіцієнта відбиття). Найбільша нормована освітленість складає 5000 лк (розряд I а), а найменша – 30 лк (розряд VIII в). Витяг з «Будівельних норм та правил» (СНИП II-4-79) нормативних значень освітлення приводиться у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

### Нормативні значення освітлення

Характеристика та розряд зорової роботи	Найменший лінійний розмір об'єкта розпізнавання, мм	Штучне освітлення, лк		Природне освітлення, КПОШ, %	
		комбіноване	загальне	верхнє	бокове
Найвищої точності – I	менше 0,15	5000–1500	1500–400	10	3,5
Дуже високої точності – II	0,15–0,3	4000–1000	1250–300	7	2,5
Високої точності – III	0,3–0,5	2000–400	500–200	5	2
Середньої точності – IV	0,5–1	750–300	300–150	4	1,5
Малої точності – V	1–5	300–200	200–100	3	1
Груба – VI	більше 5	–	150	2	0,5
Робота з матеріалами, що світяться – VII	більше 0,5	–	200	3	1
Загальне спостереження за ходом технологічного процесу – VIII	–	–	75–30	1	0,3

Як джерела світла при штучному освітленні використовуються лампи розжарювання та газорозрядні лампи. Основними характеристиками джерел світла є номінальна напруга, споживана потужність, світловий потік, питома світлова віддача та строк служби.

У лампі розжарювання видиме світло випромінює нагріта до високої температури нитка з тугоплавкого матеріалу. Світловий потік залежить від споживаної потужності і температури нитки. Лампи розжарювання прості у виготовленні, надійні в експлуатації. Їх недоліки: мала світлова віддача (10–15 лм/Вт), невеликий строк служби (близько 1000 год) та несприятливий спектральний склад світла, в якому переважають жовтий та червоний кольори при нестачі синього та фіолетового порівняно з природним світлом, що утруднює розпізнавання кольору.

У газорозрядних лампах балон наповнюється парами ртуті та інертним газом, на внутрішню поверхню балона можуть наноситися

люмінофор. Газорозрядні лампи бувають низького (люмінесцентні) та високого тиску. Люмінесцентні лампи мають великий строк служби (10000 год), більшу світлову віддачу (50–80 лм/Вт), малу яскравість поверхні, що світиться, кращий спектральний склад світла – ближчий до денного. До недоліків люмінесцентних ламп відноситься: пульсація світлового потоку, нестійка робота при низьких температурах і зниженій напрузі та більш складна схема вмикання. Пульсація світлового потоку негативно впливає на стан зору, а також може викликати стробоскопічний ефект, який полягає у тому, що частини обладнання, що обертаються, здаються нерухомими або такими, що обертаються у протилежному напрямі. Стробоскопічний ефект можна знизити вмиканням сусідніх ламп у різні фази мережі, але повністю усунути його не вдається. Зниження негативної дії пульсуючого світлового потоку здійснюють підвищенням частоти (до 1-кГц) струму живлення, що пов'язано з інерційною характеристикою формування зорового образу.

Розрізняють кілька типів люмінесцентних ламп залежно від спектрального складу світла: ЛД – лампи денні, ЛБ – білі, ЛДЦ – денного світла правильної кольорової передачі, ЛТБ – тепло-білі, ЛХБ – холодно-білі.

Лампи високого тиску – дугові ртутні (ДРЛ) та натрієві лампи (ДНаТ) мають строк служби більш 10000 год та світловіддачу відповідно 50 і 130 лм/Вт.

У *галогенних лампах* колби наповнені парами галогену (йоду або броду). За пріціпом дії вони бувають розжарювання, газорозрядні і металогалогенові. Галогенні лампи мають строк служби (2000–5000 год) і світловіддачу (20–75 лм/Вт).

Джерело світла (лампи) разом з освітлюваною арматурою складає *світильник*. Він забезпечує кріплення лампи, подачу до неї електричної енергії, запобігання забрудненню, механічному пошкодженню, а також вибухову і пожежебезпеку та електробезпеку. Здатність світильника захищати очі працюючого від надмірної яскравості джерела характеризується *захисним кутом*.

При проектуванні освітлювальних установок необхідно, дотримуючись норм та правил освітлення, визначити потребу в освітлювальних пристроях, установчих матеріалах і конструкціях, а також в електричній енергії. Проект, як правило, складається з чотирьох частин: світлотехнічної, електричної, конструктивної та кошторисно-фінансової.

Світлотехнічна частина передбачає виконання таких робіт:

*знайомство з об'єктом проектування, яке полягає в оцінці характеру й*

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

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

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

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

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

*вибір висоти підвісу світильників* здійснюється, як правило, сумісно з вибором варіанту їх розташування і визначається в основному найвигоднішим відношенням  $L:h$  (відстань між світильниками до розрахункової висоти підвісу), а також умовами засліплення; залежно від кривої світлорозподілу (типу світильника) відношення  $L:h$  прийнято від 0,9 до 2,0.

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

*Розрахунок освітлювальної установки* може бути виконано різними способами, які базуються на двох основних методах розрахунків: за світловим потоком і точковий. Найбільш розповсюджений в проектній практиці розрахунок *за методом коефіцієнта використання потоку світла*. Цей метод використовується для розрахунку загального рівномірного освітлення і дає змогу визначити світловий потік джерел світла, необхідний для створення нормованого освітлення розрахункової горизонтальної площини. Цим методом враховується прямий та відбитий (від стелі, стін та підлоги) потік світла.

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

$$F = EkSz/(N\eta\gamma), \quad (2.16)$$

де  $E$  – нормована мінімальна освітленість, лк;

$k$  – коефіцієнт запасу (приймають за СНиП II-4-79/85 в межах від 1,2 до 2,0 в залежності від вмісту пилу в повітрі, типу джерела світла і розрахункових строків очищення світильників – 2–18 раз на рік);

$S$  – площа, що освітлюється,  $m^2$ ;

$Z = E_{cp}/E_{min}$  – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення ( $E_{cp}$ ,  $E_{min}$  – середня та мінімальна освітленість), приймають таким, що дорівнює 1,0 при розрахунку на середню освітленість чи для відбитого освітлення, 1,15 – для ламп розжарювання і ДРЛ, 1,1 – для ліній, що світяться, виконаних світильниками з люмінесцентними лампами;

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

$\eta$  – коефіцієнт використання випромінюваного світильниками потоку світла на розрахунковій площині (визначають за довідковими таблицями залежно від типу світильника, коефіцієнтів відбиття підлоги, стін, стелі та індексу приміщення  $i$ , який розраховується за формулою  $i = AB/(h(A+B))$ , тут  $A$  і  $B$  – розміри приміщення в плані,  $m$ ;

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

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

Обчислений за формулою розрахунковий потік світла лампи (або світильника з кількома лампами) порівнюють зі стандартним (за ГОСТ на джерела світла) і приймають найближче значення. У практиці світлотехнічних розрахунків допускається відхилення потоку світла вибраної лампи від розрахункового у межах від – 10 до +20%.

Різновидом методу коефіцієнта використання потоку світла є *метод питомої потужності*, який іноді називають методом ват. Питома потужність є потужність установки освітлення приміщення, у відношенні до площі його підлоги. Цей метод застосовують тільки для орієнтовних розрахунків. Він дає змогу визначити потужність кожної лампи  $P$  (Вт) для створення нормованого освітлення:

$$P = \omega S/N, \quad (2.17)$$

де  $\omega$  – питома потужність лампи,  $Вт/m^2$ ;

$S$  – площа приміщення,  $m^2$ ;

$N$  – кількість ламп установки освітлення.

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

Точковий метод дає найбільш правильні результати і використовується для розрахунку локалізованого та місцевого освітлення, а також

освітлення негоризонтальних площин та великих територій. Він дає змогу визначити освітленість в будь-якій точці від будь-якого числа освітлювальних приладів. До недоліків методу слід віднести важкість урахування відбитих складових потоку світла.

Розрахункове рівняння точкового методу має вигляд:

$$E_A = I_A \cos \alpha / r^2 \quad (2.18)$$

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

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

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

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

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

$$E_A = (I_A \cos^3 \alpha) / (k h^2). \quad (2.19)$$

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

При розрахунках освітлення, що утворюється кількома світильниками, підраховують освітленість в даній точці від кожного з цих приладів і кінцеві результати додають.

Різновидом точкового методу розрахунку є метод ізолюкс (ізолюкса – крива, що являє собою геометричне місце точок даної площини з однаковими освітленостями). У цьому випадку точковим методом розраховують освітленість у горизонтальній площині від одного світильника чи компактної їх групи. Отримують сімейство ізолюкс, виконаних в масштабі, у якому накреслена та чи інша територія, яка підлягає освітленню. Ізолюкси при проектуванні накладають на план таким чином, щоб вони заповнили всю територію. Цей прийом дає змогу графічно розрахувати не тільки освітлення, а й координати місць встановлення опор світильників.

### 2.5.7. Експлуатація освітлювальних установок

Ретельний і регулярний догляд за устаткуванням природного та штучного освітлення має важливе значення для створення раціональних умов освітлення, а саме, – забезпечення потрібних величин освітленості без додаткових витрат електроенергії. В приладах з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за належним станом схем вмикання та пускорегулюючих апаратів, про несправність яких свідчить значний шум дроселів та блимання світла. Терміни чищення світильників та віконного скла в залежності від рівня пилу та

газів в повітряному середовищі передбачаються діючими нормами (для віконного скла від двох до чотирьох разів на рік; для світильників – від чотирьох до дванадцяти раз на рік). Своєчасно повинна проводитися заміна несправних ламп та ламп, що відпрацювали робочий строк. Після заміни ламп та чищення світильників необхідно перевіряти рівень освітленості в контрольних точках не рідше одного разу на рік. Фактично отримана освітленість повинна бути більшою або дорівнювати нормативній освітленості з урахуванням коефіцієнта запасу.

Для вимірювання рівнів освітленості на робочих поверхнях використовують люксметри (наприклад, Ю-116), які складаються з фотоелемента та увімкненого до нього міліамперметра. При надходженні світлового потоку на фотоелемент у колі приладу виникає фотострум, пропорційний світловому потоку, що падає. Шкала приладу градується в одиницях освітленості – люксах, що дає змогу за показаннями приладу оцінити освітленість поверхні.

## 2.6. ЗАХИСТ ВІД ШУМУ У ВИРОБНИЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ

### 2.6.1. Загальне положення

Шум – це будь-який небажаний звук, який наносить шкоду здоров'ю людини, знижує його працездатність, а також може сприяти отриманню травми в наслідок зниження сприйняття попереджувальних сигналів. З фізичної точки зору – це хвильові коливання пружного середовища, що поширюються з певної швидкістю в газоподібній, рідкій або твердій фазі.

Звукові хвилі виникають при порушенні стаціонарного стану середовища в наслідок впливу на них сили збудження и поширюючись у ньому утворюють звукове поле. Джерелами цих порушень бути механічні коливання конструкцій або їх частин, нестаціонарні явища в газоподібних або рідких середовищах

Основними характеристиками таких коливань служить амплітуда звукового тиску ( $p$ , Па), частота ( $f$ , Гц). *Звуковий тиск* – це різниця між миттєвим значенням повного тиску у середовищі при наявності звуку та середнім тиском в цьому середовищі при відсутності звуку. Поширення звукового поля супроводжується переносом енергії, яка може бути визначена *інтенсивністю звуку*  $J$  (Вт/м<sup>2</sup>). У вільному звуковому полі інтенсивність звуку і звуковий тиск зв'язати між собою співвідношенням

$$J = p^2 / \rho \cdot C, \quad (2.20)$$

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

$p$  – звуковий тиск, Па,

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

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

За частотою звукові коливання поділяються на три діапазони: інфразвукові з частотою коливань менше 20 Гц, звукові (ті, що ми чуємо) – від 20 Гц до 20 кГц та ультразвукові – більше 20 кГц. Швидкість поширення звукової хвилі  $C$  (м/с) залежить від властивостей середовища і насамперед від його густини. Так, в повітрі при нормальних атмосферних умовах  $C \sim 344$  м/с; густина звукової хвилі в воді  $\sim 1500$  м/с, у металах  $\sim 3000\text{--}6000$  м/с.

Людина сприймає звуки в широкому діапазоні інтенсивності (від нижнього порога чутності до верхнього – больового порога). Але звуки різних частот сприймаються неоднаково (рис. 2.12). Найбільша чутність звуку людиною відбувається у діапазоні 800–4000 Гц. Найменша – в діапазоні 20–100 Гц.

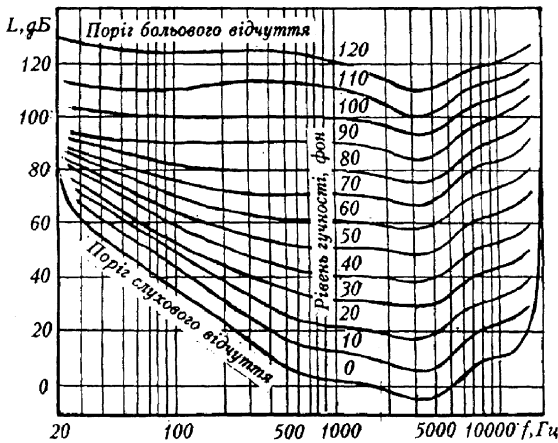


Рис. 2.12 Залежність рівня звукового тиску, що сприймається людиною від частоти звуку (криві рівної гучності)

В зв'язку з тим, що слухове сприйняття пропорційне логарифму кількості звукової енергії були використані логарифмічні значення – *рівні звукової інтенсивності* ( $L_i$ ) та *звукового тиску* ( $L_p$ ), які виражаються у децибелах (дБ). Рівень інтенсивності та рівень тиску звука виражаються формулами:

$$L_i = 10 \lg J/J_0, \text{ дБ}; \quad (2.21)$$

$$L_p = 20 \lg p/p_0, \text{ дБ}; \quad (2.22)$$

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

$p_0$  – значення звукового тиску на нижнього порозі чутності його людиною на частоті 1000 Гц,  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па.

На порозі больового відчуття (верхнього порога) на частоті 1000 гц значення інтенсивності  $J_n = 10^2$  Вт/м<sup>2</sup>, а звукового тиску  $p_n = 2 \cdot 10^2$  Па.

*Спектр шуму* – залежність рівнів інтенсивності від частоти. Розрізняють спектри суцільні (широкосмугові), у яких спектральні складові розташовані по шкалі частот безперервно, і дискретні (тональні), коли спектральні складові розділені ділянками нульової інтенсивності. На практиці спектральну характеристику шуму звичайно визначають як сукупність рівнів звукового тиску (інтенсивності) у частотних октавних смугах. Ширина таких смуг відповідає співвідношенню  $f_v/f_n = 2$ , де  $f_v$  – верхня частота смуги,  $f_n$  – нижня частота смуги. Кожну смугу визначають за її середньо геометричної частоті  $f_{ср г} = \sqrt{f_v \cdot f_n}$ . Оскільки сприйняття звуку людиною різниця за частотою, для вимірів шуму, що відповідає його суб'єктивному сприйняттю вводять поняття коректованого рівня звукового тиску. Корекція здійснюється за допомогою поправок, які додаються у частотних смугах. Стандартні значення корекції в частотних смугах наведені у таблиці 2.10. Значення загального рівня шуму з урахуванням вказаної корекції по частотним смугам називають *рівнем звука* (дБА).

Таблиця 2.10

**Стандартні значення корекції (А) рівнів звукового тиску у частотних смугах**

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

За часовими характеристиками шуми поділяють на постійні і непостійні. *Постійними* вважають шуми, у яких рівень звуку протягом робочого дня змінюється не більше ніж на 5 дБА. *Непостійні шуми* поділяються на переривчасті, з коливанням у часі, та імпульсні. При переривчастому шумі рівень звуку може різко падати до фонового рівня, а довжина інтервалів, коли рівень залишається постійним і перевищує фоновий рівень, досягає 1 с та більше. При шумі з коливаннями у часі рівень звуку безперервно змінюється у часі. До *імпульсних*



відносять шуми у вигляді окремих звукових сигналів тривалістю менше 1 с кожний, що сприймаються людським вухом як окремі удари.

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

Рівень звукової потужності (дБ) джерела визначають за формулою:

$$L_w = 10 \lg W/W_0, \quad (2.23)$$

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

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

$$J_{cp} = W/4 \cdot \pi \cdot r^2, \quad (2.24)$$

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

Якщо випромінювання відбувається не в сферу, а в обмежений простір, вводиться кут випромінювання  $\Omega$ , який вимірюється в стерadianах. Тоді

$$J_{cp} = W/\Omega \cdot r^2 \quad (2.25)$$

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

Фактором направленості джерела називають відношення інтенсивності звуку, який випромінюється в даному напрямі, до середньої інтенсивності

$$\Phi = J/J_{cp} \quad (2.26)$$

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

Розрахунок очікуваної шумової характеристики є необхідною складовою частиною конструювання машини або транспортного засобу.

## 2.6.2 Дія шуму на людину

Шум один з основних факторів, що негативно впливає на людей у сучасних містах і на виробництві. Збільшення потужності устаткування, насиченість виробництва високо-швидкісними механізмами, різке збільшення транспортного потоку приводить до збільшення рівня шуму як у побуті так і на виробництві.

Шкідливий вплив шуму на організм людини досить різноманітний. Реакція і сприйняття шуму людиною залежить від багатьох факторів:

рівня інтенсивності, частоти (спектрального складу), тривалості дії, тимчасових параметрів звукових сигналів, стану організму.

Тривалий вплив інтенсивного шуму (вище 80 дБА) на слух приводить до його часткової або повної втрати. Скрізь волокна слухових нервів роздратування шумом передається в центральну і вегетативну нервові системи, а через них впливає на внутрішні органи, приводячи до значних змін у функціональному стані організму, впливає на психічний стан людини. Причому вплив шуму на нервову систему виявляється навіть при невеликих рівнях звуку (30..70 дБА).

Працюючі в умовах тривалого шумового впливу випробують зниження пам'яті, запаморочення, підвищену стомлюваність, дратівливість і ін. До об'єктивних симптомів шумової хвороби відносяться: зниження слухової чутливості, зміна функцій травлення, що виражається в порушенні кислотно-лужного балансу у шлунку, серцево-судинна недостатність, нейроендокринного розлад. Відмічаються порушення зорового та у вестибулярному апараті. Встановлено, що загальна захворюваність робочих гучних виробництв вище на 10–15%. Такі зрушення в роботі ряду органів і систем організму людини можуть викликати негативні зміни в емоційному стані людини, якість і безпека його праці. Шум заважає відпочинку людини, зніжує його працездатність особливо при розумової діяльності, перешкоджає сприйняттю звукових інформаційних сигналів, що може сприяти появі травма небезпечним ситуаціям. В окремих випадках зниження продуктивності праці може перевищувати 20%.

Таким чином, зменшення рівня шуму до допустимих величин і поліпшення шумового клімату в цілому – один із найважливіших заходів оздоровлення умов праці та охорони навколишнього середовища, і який має важливе соціальне й економічне значення.

### **2.6.3. Нормування та вимірювання шумів**

Шкідливість шуму як фактора виробничого середовища і середовища життєдіяльності людини приводить до необхідності обмежувати його рівні. Санітарно-гігієнічне нормування шумів здійснюється, в основному, двома способами – методом граничних спектрів (ГС) і методом рівня звуку (LA).

*Метод граничних спектрів*, який застосовують для нормування постійного шуму, передбачає обмеження рівнів звукового тиску в октавних смугах із середніми геометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 і 8000 Гц. Сукупність цих граничних октавних рівнів називають *граничним спектром*. Позначають той чи інший

граничний спектр рівнем його звукового тиску на частоті 1000 Гц. Наприклад, «ГС-75» означає, що даний граничний спектр має на частоті 1000 Гц рівень звукового тиску 75 дБ.

*Метод рівнів звуку* застосовують для орієнтовної гігієнічної оцінки постійного шуму та визначення непостійного шуму, наприклад, зовнішнього шуму транспортних засобів, міського шуму. При цьому методи вимірюють коректований по частотам у відповідності з чутливістю вуха загальний рівень звукового тиску у всьому діапазоні частот, що відповідає перерахованим вище октавним смугам. Виміряний таким чином рівень звуку дає змогу характеризувати величину шуму не дев'ятьма цифрами рівнів звукового тиску, як у методі граничних спектрів, а однією. Вимірюють рівень звуку в децибелах А (дБА) шумоміром із стандартною коректованою частотною характеристикою, в якому за допомогою відповідних фільтрів знижена чутливість на низьких та високих частотах (табл. 2.10).

Непостійний шум характеризують також еквівалентним (за енергією) рівнем звуку, тобто рівнем звуку постійного широкосмугового не імпульсного шуму, що має такий самий вплив на людину, як і даний непостійний шум. *Еквівалентний рівень* – це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час, виміряного по шкалі «А». Для непостійного та імпульсного шуму нормованим параметром є еквівалентний рівень шуму у дБАекв. Для імпульсного шуму нормується також максимальний рівень шуму – у дБА.

$$L_{\text{Аекв}} = \lg t_i \cdot 10^{0,1L_i}, \quad (2.27, \text{ а})$$

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

$t_i$  – час дії  $i$ -го рівня;

$L_i$  – рівень звуку, дБА  $i$ -го рівня;

$n$  – кількість рівнів непостійного шуму.

Порядок вимірювання рівнів звуку шумомірами та розрахунок еквівалентного рівня регламентовано ДСН 3.3.6.037-99. Звичайний шумомір складається з мікрофону, підсилювача, фільтрів (корегуючих, октавних) та приладу, що показує. Існують прилади – акустичні дозиметри, за допомогою яких безпосередньо вимірюють еквівалентний рівень звуку. Вимірювання шуму можна також здійснювати за допомогою сучасних комп'ютерів.

Вимірювання шуму проводиться на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах та машинах (в кабінах, на пультах управління і т. п.). Результати вимірю-

вань повинні характеризувати шумовий вплив за час робочої зміни (робочого дня).

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

Тривалість вимірювання непостійного шуму:

- для переривчастого шуму, за час повного робочого циклу з урахуванням сумарної тривалості перерв з рівнем фонового шуму;
- для шуму, що коливається у часі, допускається загальна тривалість вимірювання – 30 хвилин безперервно або вимірювання складається з трьох десятихвилиних циклів;
- для імпульсного шуму тривалість вимірювання – 30 хвилин.

В таблиці 2.11 для прикладу наведені норми гранично допустимого шуму в деяких приміщеннях. Для тонального шуму, оскільки він більш неприємний для людини, ніж широкосмуговий, допустимі рівні зменшують на 5 дБ.

Таблиця 2.11

**Нормовані рівні звукового тиску (дБ) та рівні шуму (дБА) робочих місцях відповідно до ДСН 3.3.6.037-99**

Вид трудової діяльності	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середніми геометричними частотами									Рівень звуку в дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання, викладання, проектно-конструкторські бюро, програмування на OEM.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Висококваліфікована робота, вимірювання та аналітична робота в лабораторіях.	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Робота, що виконується з вказівками та акустичними сигналами. Приміщення диспетчерських служб, машинописних бюро.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

4. Робочі місця за пульсами у кабінах нагляду та дистанційного керування без мовного зв'язку. Приміщення лабораторій з шумним устаткуванням.	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Постійні робочі місця у виробничих приміщеннях та на території підприємств.	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

#### 2.6.4. Захист від шумів

Захист від шуму повинне здійснюватися розробкою шуму безпечної техніки, використанням методів та засобів колективного захисту та засобами індивідуального захисту.

Питання боротьби з шумом слід починати вирішувати ще при проектуванні підприємства, робочого місця, устаткування. Для цього використовуються організаційні, технічні та медично-профілактичні заходи.

*До організаційних заходів* відносяться раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування та робочих місць, постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників, обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

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

Для зниження шуму необхідно насамперед використовувати конструктивні та технологічні методи, які в свою чергу залежать від походження звуку, конструктивних особливостей обладнання. Надзвичайно ефективним методом зниження шуму в джерелі його виникнення в деяких випадках може стати зміна технології, наприклад, за допомогою заміни ударних взаємодій без ударними (заміна kleпання зварюванням, кування штампуванням літерний метод друку – лазерним тощо). При конструюванні механічного обладнання в першу чергу слід намагатися зменшити рівень коливань конструкції або її елементів, що створюють шум.

Для зниження шуму механічного походження в вузлах, в яких здійснюються ударні процеси необхідно зменшити сили збурення, збільшити час контакту елементів, що взаємодіють між собою, збіль-

шить внутрішні утрати в системах що коливаються, зменшити площу випромінювання звуку. Практично це досягається:

- заміною зворотні – поступального переміщення обертовим;
- підвищенням якості балансування обертових деталей;
- підвищенням класу точності виготовлення деталей;
- поліпшенням змащування;
- заміною підшипників кочення на підшипники ковзання;
- використанням негучних матеріалів (наприклад, пластмаси);
- використанням вібродемпфуючих матеріалів (мастики);
- здійснюванням віброізоляції машин від фундаменту;
- використанням гнучких сполучень;
- використовувати зубчаті передачі з спеціальним профілем або замінити їх на мало шумні передачі (клиноремінну, гідравлічну).

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

- зменшенням швидкості руху газів;
- згладжуванням гідро ударних явищ, за рахунок збільшення часу відкриття затворів;
- зменшенням вихрів у струменях за рахунок вибору профілів тіл що обтікаються;
- дробленням струменів за допомогою насадок;
- використанням ежекторів, що зніжують випромінювання шуму на границі струмів – довкілля.

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

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

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

Якщо рівень шуму у джерелі все-таки високий, то застосовуються методи зниження шуму на путі розповсюдження і насамперед такий метод, як *ізоляція* джерела чи робочого місця.

Для зниження звуку, що відбивається від поверхонь у приміщенні застосування матеріалі, що поглинають звук, тобто використовують метод зниження шуму *звукопоглинанням*.

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

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

Звукоізоляція конструкції (перетинки, стіни, вікна тощо) як фізична величина дорівнює послабленню інтенсивності звуку при проходженні його через цю конструкцію:

$$R = 10 \lg (J_{\text{пад}}/J_{\text{пр}}), \quad (2.27)$$

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

$J_{\text{пад}}$  – інтенсивність звуку, що падає, дБ;

$J_{\text{пр}}$  – інтенсивність звуку, що пройшов через конструкцію, дБ.

Звукоізоляція однорідної перегородки без повітряних проміжків від повітряного шуму, рівень якого виражений в децибелах, може бути визначена за формулою:

$$R = 20 \lg Gf - 47,5, \quad (2.28)$$

де  $G$  – поверхнева маса, кг/м<sup>2</sup>;

$f$  – частота, Гц.

З формули 2.28 видно: звукоізолююча здібність перегородки вища, якщо її маса збільшується; звукоізолююча здібність перегородки збільшується при збільшенні частоти звуку. Ця формула придатна для деякого середнього шуму і може слугувати для орієнтовних розрахунків. На деяких низьких та високих частотах виникають резонансні явища знижуючи величину звукоізоляції, які обумовлені параметрами жорсткості одношарової перегородки.

Підвищення звукоізоляції при збереженні незмінної маси огороження досягається наступними шляхами:

- застосуванням огорожень, які складаються з двох і більше прошарків, розділених повітряним проміжком або прошарком легкого волокнистого матеріалу;

- зміною її жорсткості підвищенням внутрішнього тертя у конструкції завдяки використанню відповідного матеріалу огороження, або нанесенням вібродемпфуючого шару, що дає змогу зменшити вплив резонансних коливань в конструкції.

Зниження передачі звуку через перегородки здійснюють також:

- ліквідацією усякого роду нещільностей та щілин, особливо в дверях та вікнах, а також у місцях з'єднання різних конструкцій (наприклад, примикання перекриття до стіни);

- ущільненням притворів, подвійним та потрійним заскленням, влаштуванням тамбурів біля дверей тощо, тобто старанною звукоізоляцією «слабкої ланки» огорожень – вікон, дверей;

- зменшенням непрямої передачі звуку (вибір відповідних будівельних конструкцій, встановленням пружних елементів та елементів, що поглинають вібрації на шляху передачі звуку, раціональним розташуванням конструкцій з малою та великою масою, шарнірною закладкою конструкцій, де це допустимо, замість жорсткої тощо);

Щоб захистити від шуму обслуговуючий персонал, на виробничих ділянках з шумними технологічними процесами або особливо шумним устаткуванням влаштовують кабінки спостереження і дистанційного керування. Їх виготовляють із звичайних будівельних матеріалів у вигляді ізольованих приміщень, обладнаних вентиляцією, оглядовими вікнами, дверми (з щільними притворами) та віброізоляторами для запобігання проникнення в кабінки структурного шуму. Нерідко в кабінах стеля і частина стін облицьовують звукопоглинальними матеріалами. Особливу увагу звертають на замазування щілин і наскрізних отворів в місцях проходу комунікацій.

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

Звукоізолююча властивість огороження залежить від його розмірів, форми, розташування, матеріалу тощо і може досягати 60 дБ (табл. 2.12).



Таблиця 2.12

**Звукоізолююча властивість деяких матеріалів**

Матеріал огороження	Середня звукоізолююча властивість, дБ
Брезент	4–8
Повстина волосяна завтовшки 15 мм в кілька шарів: два три чотири	9 13 17
Картон звичайний завтовшки 4 мм азбестовий завтовшки 25 мм	16 18
Тканина вовняна товщиною 2 мм	5–6
Залізо листове завтовшки, мм: 0,7 2,0	25 33
Фанера товщиною 3 мм	17
Залізобетон завтовшки, мм 80 110	44 47
Перегородка поштукатурена: із дощок завтовшки 40 мм із шлакобетонних блоків завтовшки 90 мм	30–34 42
Кладка цегляна: в 1 цеглину (25 см) в 1,5 цеглини (37 см) в 4 цеглини (100 см)	43 49 60
Стіна з двох гіпсових плит завтовшки по 8 см: без проміжку з проміжком 6 см з проміжком 10 см	44 49 51
Скло дзеркальне завтовшки 3–4 мм	28

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

У якості звукоізолюючих матеріалів які застосовують у конструкціях перекриттів для зниження передачі структурного (ударного) звуку переважно в житлових і громадських будинках використовують мати та плити зі скляного та мінерального волокна, м'які плити з деревних стружок, картон, гуму, металеві пружини, утеплений лінолеум тощо.

Якщо, необхідно додатково знизити звукову енергію, що відбивається від поверхонь приміщення використовують звукопоглиначі

конструкції та матеріали. Це, як правило, конструкції, складені з шпаристих матеріалів. При терті часток повітря, що коливаються, в шпаринах таких матеріалів енергія звукових хвиль переходить у теплоту. Звуку поглинаючі матеріали застосовують у вигляді облицювання внутрішніх поверхонь приміщень, або ж у вигляді самостійних конструкцій – штучних поглиначів, які, як правило, підвішують до стелі (рис. 2.13). У якості штучних поглиначів використовують також драпірування, м'які крісла і т. п.

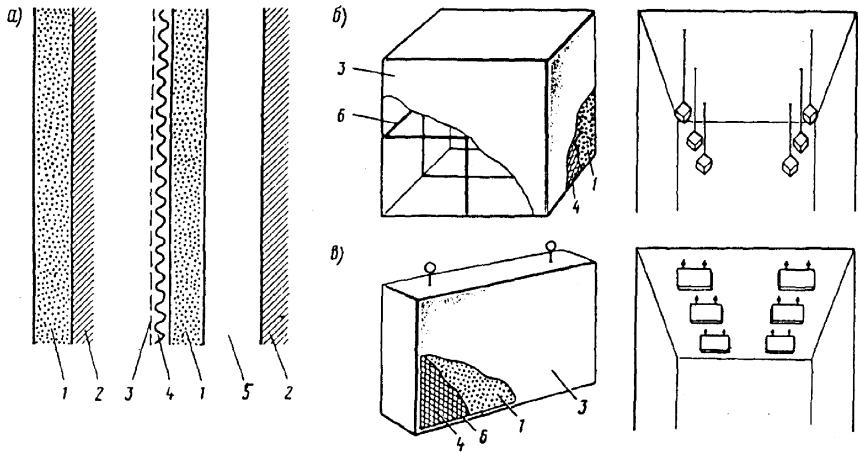


Рис. 2.13. Звукопоглинальні конструкції:

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

Поверхня звукопоглинального облицювання характеризується коефіцієнтом звукопоглинання  $\alpha$ , який дорівнює відношенню інтенсивності поглинутого звуку до інтенсивності звуку, що падає

$$\alpha = J_{\text{погл}}/J_{\text{пад}} \quad (2.29)$$

Коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha$  залежить від виду матеріалу, його товщини, шпаристості, величини зерен або діаметра волокон, існування за шаром матеріалу повітряного зазору та його ширини, частоти і кута падіння звуку, розмірів конструкцій звукопоглинання тощо. Для відкритого вікна  $\alpha = 1$  на всіх частотах. Коефіцієнти звукопоглинання деяких матеріалів наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

## Показники звукопоглинання деяких матеріалів

Виріб або конструкція	Товщина шару матеріалу виробу, мм	Пові- рянний зазор, мм	Коефіцієнт звукопоглинання при середніх геометричних частотах октавних смуг, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Плити мінераловат- ні, акустичні	20	0	0,02	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,20
Теж саме	20	50	0,02	0,05	0,42	0,98	0,90	0,79	0,45	0,19
Бетонна конструк- ція, оштукатурена та пофарбована масляною фарбою	–	–	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

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

$$A = \alpha S \quad (2.30)$$

Звукопоглинання приміщення складається з суми звукопоглинання поверхонь та звукопоглинання  $A_j$  штучних поглиначів.

$$A_{\text{прим}} = \sum_1^n \alpha_i S_i + \sum_1^m A_j, \quad (2.31)$$

де  $n$  – кількість поверхонь;  $m$  – кількість штучних поглиначів.

Сталою  $B$  приміщення називають величину

$$B = A_{\text{прим}} / (1 - \alpha), \quad (2.32)$$

де  $\alpha$  – середній коефіцієнт звукопоглинання, який складає

$$\alpha = A_{\text{прим}} / \sum_1^n S_i. \quad (2.33)$$

Звичайно вважають, що звукова потужність джерела шуму не змінюється після улаштування звукопоглинальних конструкцій. Тому коефіцієнт зниження шуму звукопоглинальним облицюванням у децибелах визначають вдалині від джерела шуму у відбитому звуковому полі за формулою:

$$\Delta L_{\text{обл}} = 10 \lg (B_2 / B_1), \quad (2.34)$$

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

Використання звукопоглинальних конструкцій може дати ефект зниження шуму на 12–15 дБА поблизу від цих конструкцій. Поблизу джерела шуму ефект зниження шуму не перевищує 2–5 дБА. Однак, при цьому, за рахунок змін структури звукового поля знижуються дискомфортні акустичні умови і поліпшується слухова адаптація людини в приміщенні.

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

Для зниження шуму різного газодинамічного обладнання використовують глушники шуму.

Глушники є обов'язковою складовою частиною установок з двигунами внутрішнього згоряння, газотурбінними та пневматичними двигунами, вентиляторних та компресорних установок, аеродинамічних пристроїв тощо. Розрізняють глушники із звукопоглинальним матеріалом (активні), які поглинають звукову енергію, та без звукопоглинального матеріалу (реактивні), які відбивають звукову енергію назад до джерела. Глушники з поглинаючими матеріалами (трубчаті, пластинчаті, екранні) використовують в компресорних та вентиляційних установках. На високих частотах їх ефективність може досягати 10–25 дБ. Глушники без звукопоглинаючого матеріалу (з розширюючими камерами, резонансні) використовують переважно в поршневих машинах, пневматичних і ротаційних двигунах та двигунах внутрішнього згоряння. Ці конструкції настраюються на окремі частотні смузи з найбільшої енергії випромінювання і мають ефект зниження шуму до 30 дБ.

Використання засобів індивідуального захисту від шуму здійснюють у випадках, якщо інші (конструктивні та колективні) методи не забезпечують допустимих рівнів звуку. Засоби індивідуального захисту дозволяють знизити рівні звукового тиску на 7–45 дБ. Вони розподіляються на вкладиші у вигляді тампонів, які встромляються у слуховий канал; протишумові навушники, які закривають вушну раковину зовні; шлеми та каски. Наприклад, для зниження середньота високочастотних доцільно використовувати навушники типу ВЦНИИОТ-2м, або вкладиші типу «Беруши» або типу «Грибок».

## 2.6.5. Захист від ультра- та інфразвуку

Ультразвук широко застосовують в техніці для диспергування рідин, очищення частин, зварювання пластмас, дефектоскопії металів, очищення газів від шкідливих домішок тощо.

У техніці застосовують звукові хвилі частотою вище 11,2 кГц, тобто захоплюється частина діапазону відчутних для людини звуків. На організм людини ультразвук впливає, головним чином, при безпосередньому контакті з обладнанням що генерує ультразвук, а також через повітря. При дотриманні заходів безпеки робота з ультразвуком на стані здоров'я не позначається. Допустимі рівні звукового тиску ультразвуку нормовані ДСН 3.3.6.037-99 (таблиця 2.14) і складають при восьмигодинному робочому дні:

Таблиця 2.14

### Допустимі рівні звукового тиску ультразвуку

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

Для зниження шкідливого впливу підвищених рівнів ультразвуку зменшують шкідливе випромінювання звукової енергії у джерелі, локалізують дію ультразвуку за допомогою конструктивних та планувальних рішень, здійснюють організаційно-профілактичні заходи. Зменшення шкідливого випромінювання у джерелі досягається підвищенням номінальних робочих частот джерел ультразвуку та виключенням паразитного випромінювання звукової енергії. Для локалізації дії ультразвуку конструктивним та планувальним рішеннями використовують звукоізолюючі кожухи, напівкожухи, екрани; окремі приміщення та кабіни, де розміщують ультразвукове обладнання; блокування, що відключає генератор ультразвуку у разі порушення звукоізоляції; дистанційне керування; облицювання приміщень та кабін звукопоглинальними матеріалами. Організаційно-профілактичні заходи включають інструктаж про характер дії підвищених рівнів ультразвуку та про засоби захисту від нього, а також організацію раціонального режиму праці та відпочинку.

Як засіб індивідуального захисту від ультразвуку що розповсюджується через повітря використовують протишуми.

Коливання *інфразвукових частот* виникають у деякому виробництві й на транспорті. Вони утворюються під час роботи компресо-

рів, двигунів внутрішнього згоряння, великих вентиляторів, руху локомотивів та автомобілів. Інфразвук є одним із несприятливих факторів виробничого середовища, і при високих рівнях звукового тиску (більше 110–120 дБ) спостерігається шкідливий вплив його на організм людини. Допустимі рівні тиску інфразвуку в октавних смугах наведені у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

**Допустимі рівні тиску інфразвуку в октавних смугах**

Допустимі рівні звукового тиску у дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц				Загальний рівень звукового тиску, дБ лін.
2	4	8	16	
105	105	105	105	110

Завдяки малому затуханню хвилі інфразвуку поширюється в атмосфері на великі відстані. Практично неможливо зупинити інфразвук за допомогою будівельних конструкцій на шляху його поширення. Неefективні також засоби індивідуального захисту. Дієвим засобом захисту є зниження рівня інфразвуку в джерелі його випромінювання. Серед таких заходів можна виділити є внесення конструктивних змін в будову джерел, що дозволяє перейти з області інфразвукових коливань в область звукових наприклад, за рахунок збільшення частот обертання валів до 20 і більше обертів на секунду; підвищення жорсткості коливних конструкцій великих розмірів; усунення низькочастотних вібрацій. В цьому випадку зниження шуму може бути досягнуте застосуванням звукоізоляції та звукопоглинання.

## **2.7. ЗАХИСТ ВІД ВІБРАЦІЇ**

### **2.7.1. Основні положення**

*Вібрація* це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем. Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має негативні наслідки для організму.

Причиною появи вібрації є неврівноважені сили та ударні процеси в діючих механізмах. Створення високопродуктивних потужних

машин і швидкісних транспортних засобів при одночасному зниженні їх матеріалоемності неминуче призводить до збільшення інтенсивності і розширення спектру вібраційних та віброакустичних полів. Цьому сприяє також широке використання в промисловості і будівництві вискоєфективних механізмів вібраційної та віброударної дії. Дія вібрації може приводити до трансформування внутрішньої структури і поверхневих шарів матеріалів, зміни умов тертя і зносу на контактних поверхнях деталей машин, нагрівання конструкцій. Через вібрацію збільшуються динамічні навантаження в елементах конструкцій, стиках і сполученнях, знижується несуча здатність деталей, ініціюються тріщини, виникає руйнування обладнання. Усе це приводить до зниження строку служби устаткування, зростання імовірності аварійних ситуацій і зростання економічних витрат. Вважають, що 80% аварій в машинах і механізмах здійснюється внаслідок вібрації. Крім того, коливання конструкцій часто є джерелом небажаного шуму. Захист від вібрації є складною і багатопланою в науково-технічному та важливою у соціально-економічному відношеннях проблемою нашого суспільства.

Дія вібрації визначається інтенсивністю коливань, їх спектральним складом, тривалістю впливу та напрямком дії. Показниками інтенсивності є середньоквадратичні або амплітудні значення віброприскорення ( $a$ ), віброшвидкості ( $v$ ), віброзміщення ( $x$ ). Параметри  $x$ ,  $v$ ,  $a$  – взаємозалежні, і для синусоїдальних вібрацій величина кожного з них може бути обчислена за значеннями іншого зі співвідношення:

$$a = v(2\pi f) = x(2\pi f)^2 \quad (2.35)$$

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

Для оцінки рівнів вібрації використовується логарифмічна шкала децибел. Логарифмічні рівні віброшвидкості ( $L_v$ ) в дБ визначають за формулою:

$$L_v = 20 Lg \frac{v}{v_0}, \quad (2.36)$$

де  $v$  – середньоквадратичне значення віброшвидкості, м/с, ( $v = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_1^n v_i^2}$ ,

де  $v_i$  – миттєві значення віброшвидкості за період осереднення  $T$ );

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

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

$$L_a = 20 Lg \frac{a}{a_0}, \quad (2.37)$$

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

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

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

Локальна вібрація, що діє на руки людини, утворюється багатьма ручними машинами та механізованим інструментом, при керуванні засобами транспорту та машинами, при будівельних та монтажних роботах.

Загальну вібрацію за джерелом виникнення поділяють на такі категорії:

*Категорія 1 – транспортна вібрація*, яка діє на людину на робочих місцях самохідних та причіпних машин, транспортних засобів під час руху по місцевості, агрофонах і дорогах (в тому числі при їх будівництві).

*Категорія 2 – транспортно-технологічна вібрація*, яка діє на людину на робочих місцях машин з обмеженою рухливістю та таких, що рухаються тільки по спеціально підготовленим поверхням виробничих приміщень, промислових майданчиків та гірничих виробок.

До джерел транспортної вібрації відносять, наприклад, трактори сільськогосподарські та промислові, самохідні сільськогосподарські машини; автомобілі вантажні (в тому числі тягачі, скрепери, грейдери, котки та ін.); снігоприбирачі, самохідний гірничошахтний рейковий транспорт.

До джерел транспортно-технологічної вібрації відносять, наприклад, екскаватори (в тому числі роторні), крани промислові та будівельні, машини для завантаження мартенівських печей (завалочні), гірничі комбайни, самохідні бурильні каретки, шляхові машини, бетоноукладачі, транспорт виробничих приміщень.

*Категорія 3 – технологічна вібрація*, яка діє на людину на робочих місцях стаціонарних машин чи передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації.

До джерел технологічної вібрації відносяться, наприклад, верстати та метало-деревообробне, пресувально-ковальське обладнання, ливарні машини, електричні машини, окремі стаціонарні електричні установки, насосні агрегати та вентилятори, обладнання для буріння свердловин, бурові верстати, машини для тваринництва, очищення та сортування зерна (у тому числі сушарні), обладнання промисловості будматеріалів (крім бетоноукладачів), установки хімічної та нафтохімічної промисловості і т. ін.

Загальну технологічну вібрацію за місцем дії поділяють на такі типи:

а) на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств;

б) на робочих місцях складів, їдалень, побутових, чергових та інших виробничих приміщень, де немає джерел вібрації;



в) на робочих місцях заводоуправлінь, конструкторських бюро, лабораторій, учбових пунктів, обчислювальних центрів, медпунктів, конторських приміщень, робочих кімнат та інших приміщень для працівників розумової праці.

За джерелом виникнення локальну вібрацію поділяють на таку, що передається від:

- ручних машин або ручного механізованого інструменту, органів керування машинами та устаткуванням;
- ручних інструментів без двигунів (наприклад, рихтувальні молотки) та деталей, які оброблюються.

За напрямком дії загальну та локальну вібрації характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат X, Y, Z (рис. 2.14).

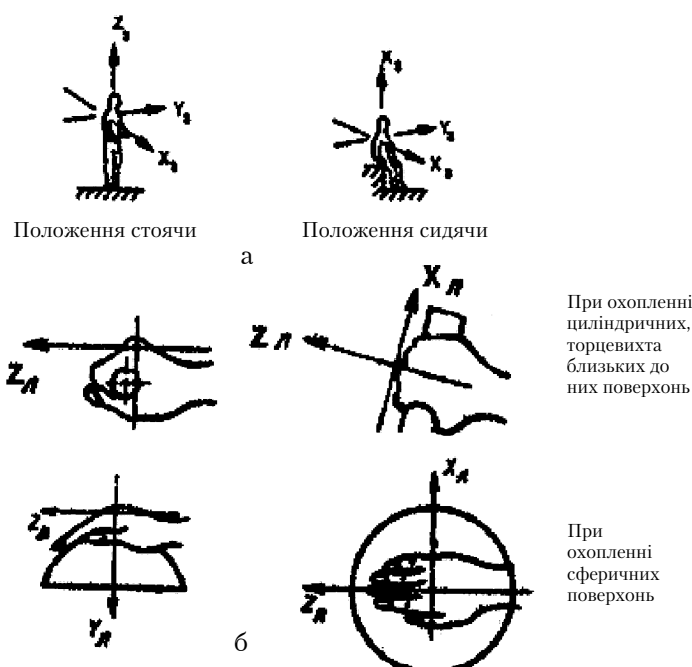


Рис. 2.14. Напрями координатних осей при дії загальної (а) та локальної(б) вібрації

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:

- постійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється менше ніж у 2 рази (менше 6 дБ) за робочу зміну;
- непостійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (6 дБ і більше) за робочу зміну.

Характер вібрації, діючої на людину від машин і об'єктів представлений у таблиці 2.16.

Таблиця 2.16

### Характер вібрації, збуджуваної машинами

Машини (об'єкти)	Характер вібрації
Автомобілі, літаки, судна	Випадкова широкопasmова
Будівельні машини, трактори, комбайни, трамваї, залізничний транспорт	Випадкова вузькопasmова
Металообробні верстати, компресори, текстильні машини, двигуни внутрішнього згорання, електродвигуни	Детермінована полігармонійна
Бурові машини, підймальні крани, відбійні молотки, землерийні машини	Випадкова і детермінована полігармонійна

#### 2.7.2. Вплив вібрації на людину

Вплив вібрації на людину залежить від її спектрального складу, напрямку дії, прикладення, тривалості впливу, а також від індивідуальних особливостей людини.

При оцінці вібраційного впливу потрібно враховувати, що коливальні процеси притаманні живому організму. В основі серцевої діяльності і кровообігу та біоелектричних процесів мозку лежать ритмічні коливання. Внутрішні органи людини можна розглядати як коливальні системи з пружними зв'язками. Частоти їх власних коливань лежать у діапазоні 3...6 Гц. Частоти власних коливань плечового пояса, стегон і голови щодо опорної поверхні (положення стоячи) складають 4...6 Гц, голови щодо пліч (положення сидячи) 25...30 Гц.

При впливі на людину зовнішніх коливань (хитавиці, струсів, вібрації) відбувається їхня взаємодія з внутрішніми хвильовими процесами, виникнення резонансних явищ. Так, зовнішні коливання частотою менш 0,7 Гц утворюють хитавицю і порушують у людини нормальну діяльність вестибулярного апарата. Інфразвукові коливан-

ня (менш 16 Гц), впливаючи на людину, пригнічують центральну нервову систему, викликаючи почуття тривоги, страху. За певної інтенсивності на частоті 6...7 Гц інфразвукові коливання, втягуючи у резонанс внутрішні органи і систему кровообігу, здатні викликати травми, розриви артерій, тощо.

Вібрація, що діє на людину, має широкий діапазон – від десятих часток до декількох тисяч Гц. Характерними рисами шкідливого впливу вібрації на людину є можливі зміни у функціональному стані: підвищена втома, збільшення часу моторної реакції, порушення вестибулярної реакції. Медичними дослідженнями встановлено, що вібрація є подразником периферичних нервових закінчень, розташованих на ділянках тіла людини, що сприймають зовнішні коливання. Адекватним фізичним критерієм оцінки її впливу на організм людини є коливальна енергія, що виникає на поверхні контакту, а також енергія, поглинена тканинами і передана опорно-руховому апарату й іншим органам. У результаті впливу вібрації виникають нервово-судинні розлади, ураження кістково-суглобної й інших систем організму. Відзначаються, наприклад, зміни функції щитовидної залози, сечостатевої системи, шлунково-кишкового тракту. Так, медичні дослідження показали, що у працюючих в умовах вібрації відбуваються значні зміни кістково-суглобної системи, які виражаються у функціональній перебудові кісткової тканини, регіональному остеопорозі, кистоподібних утвореннях у кістках, хронічних переломах. Відзначається, що терміни виникнення змін у кістках у працівників вібраційних професій коливається в межах від 6–8 місяців до 2–5 років.

Шкідливість вібрації збільшується при одночасному впливі на людину таких факторів, як знижена температура, підвищені рівні шуму, запиленість повітря, тривала статична напруга м'язів і т. ін. Сучасна медицина розглядає виробничу вібрацію як значний стрес-фактор, що має негативний вплив на психомоторну працездатність, емоційну сферу і розумову діяльність людини, що підвищує ймовірність виникнення різних захворювань і нещасних випадків. Особливо небезпечний тривалий вплив вібрації для жіночого організму. Цей широкий комплекс патологічних відхилень, викликаний впливом вібрації на організм людини, кваліфікується як віброзахворювання.

Дослідження показали, що вібраційна хвороба може тривалий час протікати компенсовано, коли хворі зберігають працездатність, не звертаються за лікарською допомогою. З часом систематичний вплив вібрації обумовлює загострення хвороби, яка може мати три стадії (ступеня) тяжкості. Відзначається, що ефективне лікування віброзахворювання можливе лише на ранніх стадіях. Відновлення порушених

функції протікає дуже повільно, а в окремих випадках настають необоротні зміни, що приводять до інвалідності. Таким чином, вібрація має значний вплив як на працездатність людини, так і на стан її здоров'я. Серед професійних патологій вібраційна хвороба займає одне з перших місць.

### 2.7.3. Методи гігієнічної оцінки та нормативні параметри виробничої вібрації

Гігієнічна оцінка вібрації, яка діє на людину у виробничих умовах, здійснюється за допомогою таких методів:

- частотного (спектрального) аналізу її параметрів;
- інтегральної оцінки за спектром частот параметрів, що нормуються;
- дози вібрації.

При дії постійної локальної та загальної вібрації параметром, що нормується, є середньоквадратичне значення віброшвидкості ( $v_{\text{сер кв}}$ ) та віброприскорення ( $a$ ) або їх логарифмічні рівні  $L_v$ ,  $L_a$  у дБ в діапазоні октавних смуг із середньгеометричними частотами  $f_{\text{сер г}}$ :

8,0; 16,0; 31,5; 63,0; 125,0; 250,0; 500,0; 1000,0 Гц – для локальної вібрації; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0 Гц або в діапазоні 1/3 октавних смуг 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц – для загальної вібрації. Середньоквадратичне значення віброшвидкості ( $v_{\text{сер кв}}$ ) за періоду  $T$  визначається за формулою:

$$v_{\text{сер кв}} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_t^{t+T} v^2(t) dt}. \quad (2.38)$$

Середньгеометрична частота визначається за формулою:

$$f_{\text{сер г}} = \sqrt{f_{\text{в}} f_{\text{н}}}, \quad (2.39)$$

де  $f_{\text{в}}$ ,  $f_{\text{н}}$  – верхня та нижня межі частотної смуги.

У таблицях 2.17 і 2.18 приведені нормативні значення для локальної та загальної вібрацій відповідно.

Таблиця 2.17

#### Гранично допустимі рівні локальної вібрації

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях $X_{\text{л}}$ , $Y_{\text{л}}$ , $Z_{\text{л}}$			
	віброшвидкість		віброприскорення	
	$v$ , м/с $\times 10^{-2}$	$L_v$ , дБ	$a$ , м/с <sup>2</sup>	$L_a$ , дБ
8	2,8	115	1,4	73

16	1,4	109	1,4	73
31,5	1,4	109	2,7	79
63	1,4	109	5,4	85
125	1,4	109	10,7	91
250	1,4	109	21,3	97
500	1,4	109	42,5	103
1000	1,4	109	85,0	109
Коректований, еквівалентний коректований рівень	2,0	112	2,0	76

Таблиця 2.18

**Гранично допустимі рівні загальної вібрації категорії 3  
(технологічна типу «в»)**

Середньо-геометричні частоти смуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях X3, Y3, Z3							
	віброприскорення				віброшвидкості			
	$a$ , м/с <sup>2</sup>		$L_a$ , дБ		$v$ , м/с x 10 <sup>-2</sup>		$L_v$ , дБ	
	1/3 окт.	1/1 окт.	1/3 окт.	1/1 окт.	1/3 окт.	1/1 окт.	1/3 окт.	1/1 окт.
1,6	0,0125		32		0,13		88	
2,0	0,0112	0,02	31	36	0,089	0,18	85	91
2,5	0,01		30		0,063		82	
3,15	0,009		29		0,0445		79	
4,0	0,008	0,014	28	33	0,032	0,063	76	82
5,0	0,008		28		0,025		74	
6,3	0,008		28		0,02		72	
8,0	0,008	0,014	28	33	0,016	0,032	70	76
10,0	0,01		30		0,016		70	
12,5	0,0125		32		0,016		70	
16,0	0,016	0,028	34	39	0,016	0,028	70	75
20,0	0,0196		36		0,016		70	
25,0	0,025		38		0,016		70	
31,5	0,0315	0,056	40	45	0,016	0,028	70	75
40,0	0,04		42		0,016		70	
50,0	0,05		44		0,016		70	

63,0	0,063	0,112	46	51	0,016	0,028	70	75
80,0	0,08		48		0,016		70	
Коректовані еквівалентні коректовані рівні		0,014		33		0,028		75

Параметром, що нормується, при інтегральній оцінці за спектром частот є коректоване значення віброшвидкості або віброприскорення ( $V$ ), або їх логарифмічні рівні ( $L$ ), які вимірюються за допомогою коректуючих фільтрів або обчислюються.

Коректоване значення віброшвидкості або віброприскорення визначається за формулою:

$$V_{сер.кв} = \sqrt{\sum_i^n (V_i \times K_i)^2}, \quad (2.40)$$

де  $V_i$  – середнє квадратичне значення віброшвидкості або віброприскорення в  $i$ -й частотній смузі;

$n$  – кількість частотних смуг (1/3 або 1/1 октавних) у частотному діапазоні, що нормується;

$K_i$  – ваговий коефіцієнт для  $i$ -й частотної смуги відповідно до абсолютних значень віброшвидкості та віброприскорення локальної та загальної вібрації наведі у ДСН 3.3.6-038-99.

У разі дії непостійної вібрації (крім імпульсної) параметром, що нормується, є вібраційне навантаження (еквівалентний коректований рівень, доза вібрації,  $D$ ), одержане робітником протягом зміни та зафіксоване спеціальним приладом або обчислене для кожного напрямку дії вібрації ( $X, Y, Z$ ) за формулою:

$$D = \int_0^t V^2(t) dt \quad (2.41)$$

або

$$L_{кор.екв.} = L_{кор} + 10 \text{ Lg} (t/t_{зм}) \quad (2.42)$$

де  $V(t)$  – коректоване по частоті значення вібраційного параметра у момент часу  $t$ ,  $мс^{-2}$  або  $мс^{-1}$ ;

$t$  – час дії вібрації, година;

$t_{зм}$  – тривалість зміни, годин.

Еквівалентний коректований рівень віброшвидкості або віброприскорення розраховується шляхом енергетичного додавання рівнів з урахуванням тривалості дії кожного з них.

При дії імпульсної вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ, параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину), в залежності від тривалості імпульсу.

Нормативні значення вібрації встановлені згідно з ДСН 3.3.6.039-99 за її дії протягом робочого часу 480 хвилин (8 год). При впливі вібрації, яка перевищує встановлені нормативи, тривалість її дії на людину протягом робочої зміни зменшують згідно даних таблиці 2.19.

Таблиця 2.19

**Допустимий сумарний час дії локальної вібрації  
в залежності від перевищення її гранично допустимого рівня**

Перевищення гранично допустимого рівня вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв.	Перевищення гранично допустимого рівня вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв.
1	384	7	95
2	302	8	76
3	240	9	60
4	191	10	48
5	151	11	38
6	120	12	30

**2.7.4. Методи захисту від вібрацій**

Заходи, щодо захисту від дії вібрації поділяють на *технічні, організаційні та лікувально-профілактичні*. Також вони можуть бути розподілені як колективні та індивідуальні.

До технічних заходів відносять:

- зниження вібрації в джерелі її виникнення (вибір на стадії проектування кінематичних і технологічних схем, які знижують динамічні навантаження в устаткуванні);
- зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція) ;

До організаційних заходів відносять:

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

- організаційне – режимні (режим праці та відпочинку, заборону залучення до вібраційних робіт осіб молодших 18 років, тощо);

До лікувально-профілактичних заходів відносяться:

- медичний огляд;
- лікувальні процедури (фізіологічні процедури, вітаміно- та фітотерапія).

Найбільш важливим напрямком захисту від вібрації є конструктивні методи зниження вібро активності машин та механізмів – зменшення діючих змінних сил у конструкції та зміна її параметрів (жорсткості, приведеної маси, сили тертя демпферного пристрою). Дані методи базуються на аналізі рівнянь, які описують коливання машин.

Для спрощеного випадку – коливання системи з одним ступенем свободи при гармонійному законі діючої сили, таке рівняння має вид:

$$m(dv/dt) + \mu(dx/dt) + qx = F\sin(\omega t), \quad (2.43)$$

де  $m$  – маса системи, кг;

$q$  – жорсткість пружини, Н/м;

$x$  – коливальне зміщення пружини, м;

$\mu$  – коефіцієнт тертя, Нс/м;

$F_m$  – діюча сили, Н;

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

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

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

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

$$v_m = \frac{F_m}{\sqrt{\mu^2 + (m\omega - q/\omega)^2}}, \quad (2.44)$$

де,  $v_m$  – амплітудне значення віброшвидкості, м/с.

Амплітуди коливання системи різко збільшується, коли у рівнянні 2.44  $m\omega = q/\omega$  (умови резонансу). При цьому резонансна частота визначається за виразом  $\omega_0 = \sqrt{q/m}$ .

Аналіз рівняння 2.44 показує, що основними напрямками боротьби з вібрацією машин є:

- зниження вібрації у джерелі виникнення за рахунок зменшення діючих змінних сил ( $F_m$ ) (наприклад, за рахунок зрівноваження мас, заміни ударних технологій без ударними, використання спеціальних видів зачепленням у приводах машин і т. ін.);



- відстроюванням від резонансних режимів раціональним вибором приведеної маси  $m$  (при  $\omega > \omega_0$ ) або жорсткості  $q$  (при  $< \omega_0$ ) системи або зміною частоти збуджуючої сили ( $\nu$ );
- вібродемпфування – збільшення механічних втрат ( $\mu$ ) при коливаннях поблизу режимів резонансу (наприклад, за рахунок використання у конструкціях матеріалів з великим внутрішнім тертям – пластмас, сплавів марганцю та міді, нанесення на віброуючі поверхні шару пружно в'язких матеріалів і т. ін.);
- динамічне гасіння – введення в коливальну систему додаткових мас або зміна жорсткості системи (наприклад, за рахунок кріплення на віброуючому об'єкті, додаткової коливальної системи, що рухається в протифазі з коливаннями об'єкта).

Для зниження дії вібрації на обладнання та людину широко використовують метод віброізоляції – введення в коливну систему додаткового пружного зв'язку, яке послаблює передавання вібрації об'єкту, що підлягає захисту. Для віброізоляції машин з вертикальною збуджуючою силою використовують віброізолюючі опори у вигляді пружин, пружних прокладок (наприклад, гума) та їх комбінації (рис. 2.15).

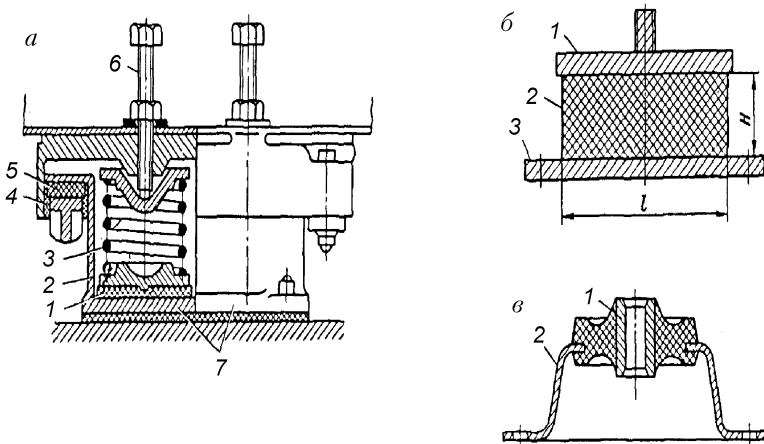


Рис. 2.15. Конструкції віброізоляторів для механічного устаткування

Основною частиною ізолятора (рис. 2.15, а) є пружина 3, що спирається на гумову прокладку 1. Пружина і прокладка розміщені у металевому стакані 2. Для запобігання ударам за дуже великої амплітуди коливань передбачені обмежувачі 4 і 5. Гумове кільце 4 запобігає також ударам металу об метал при бокових вібраціях. Опірня конструкція 7 використовується для кріплення віброізолятора до основи. Установка, що ізолюється, кріпиться до ізолятора за допомогою болта 6. Пружина 3 слугує для ізоляції коливань низьких частот, а гумова прокладка 1 – високих. Крім того, ця прокладка внаслідок великих внутрішніх втрат у гумі збільшує тертя.

Досить простий за конструкцією віброізолятор (мал. 2.15, б), що являє собою гумовий брусок 2, розміщений між металевими пластинами 1 та 3, які можуть бути приклеєні до бруска. Висоту  $H$  вибирають за величиною потрібного статичного стиску з урахуванням забезпечення стійкості та міцності гумового бруска, а розмір  $l$ , визначають виходячи з допустимого навантаження на один віброізолятор. В міру збільшення розміру  $l$  порівняно з  $H$  швидко зростає жорсткість віброізолятора, тому що при деформації обсяг гуми майже не змінюється, і необхідно забезпечити її бокове розширення при повздовжньому стисканні. З тієї ж причини неефективні віброізолятори, які складаються з суцільних тонких гумових листів. Замість них краще використовувати гумові килимки з гофрованої гуми, що випускаються промисловістю.

Гумові та гумово-металеві віброізолятори мають багато модифікацій, де використовується властивість гуми добре приклеюватися при вулканізації до металу.

На рис. 2.15, в, зображено чашковий віброізолятор, якій складається із гумової втулки 1, укріпленої на металевому держаку 2. Цей віброізолятор використовують у приладах.

Перевагами гумових віброізоляторів є простота конструкції та невисока вартість, а недоліками – швидке старіння гуми, руйнування її нафтопродуктами, важкість конструювання для ізоляції від низькочастотних вібрацій.

У ряді випадків добрий ефект дає застосування пневматичних або гідравлічних віброізоляторів.

Ефективність віброізоляції залежить від відношення частоти збудження ( $f_3$ ) та власної частоти ( $f_0$ ) коливань системи. Віброізолятори знижують передачу динамічних сил на об'єкт, що захищається, за умови:  $(f_3/f_0) > \sqrt{2}$ .

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

$$КП = 1/[ (f_3/f_0)^2 - 1 ] \quad (2.45)$$

Оптимальна віброізоляція досягається при  $КП=1/8...1/15$ .

Віброізоляцію людини забезпечують за допомогою віброзахисних крісел, віброізоляційних кабін та платформ. Одна з конструкцій віброзахисного крісла показана на рис. 2.16.

Для захисту від низькочастотних вібрацій використовують пружини 4, які забезпечують необхідну величину статичного стискання та низьку власну частоту системи. Амортизатор 1 вносить тертя у коливальну систему і пом'якшує передачу поштовхів та ударів завдяки забезпеченню в ньому нелінійної залежності сили тертя від швидкості деформації. Для забезпечення комфорту та захисту людини від високочастотної вібрації застосовується м'яке сидіння 2 та спинка 3.

Ефективною додатковою мірою захисту, наприклад трактористів, є віброізолятори, що встановлюються між кабіною та рамою, а також між органами керування та кабіною.

Агрегати, які можуть викликати небажані вібрації конструкцій будинків (наприклад, вентилятори, насоси, компресори, холодильні установки, верстати і т. ін.), слід встановлювати на віброізолюючі основи. Питання про необхідність такого способу установки треба вирішувати залежно від конкретних умов. Так, немає сенсу передбачати віброізоляцію металообробних верстатів, які встановлено на масивні фундаменти на нижньому поверсі будинку, якщо передача звукової вібрації в інші приміщення не має значення. Навпаки, ці ж верстати в приміщеннях, розташованих поряд з лабораторією чи КБ, обов'язково ізолюють. Віброізоляція практично не зменшує шуму в тому приміщенні, в якому встановлено агрегат, але може мати вирішальне значення для покращання умов праці або відпочинку в інших приміщеннях будівлі чи в будинках розташованих поряд, куди вібрація передається по конструкціях або через ґрунт.

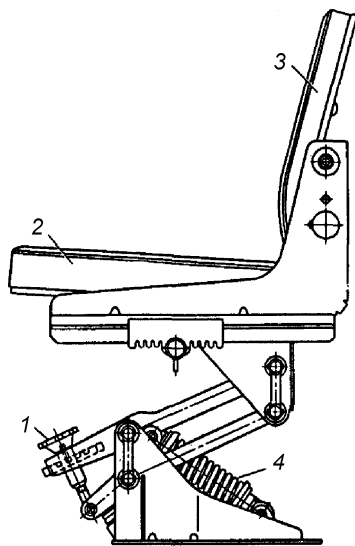


Рис. 2.16. Віброзахисне крісло машиніста

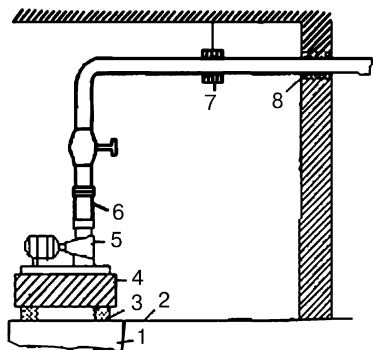


Рис. 2.17. Віброізоляція насосної установки

На рисунку 2.17 показана, як типовий випадок, віброізоляція насосної установки.

Насосний агрегат 5 монтують на залізобетонній плиті 4 товщиною 100–250 мм, яка збільшує масу установки, що полегшує завдання зниження власної частоти і зменшення вібрації агрегату. В свою чергу плиту встановлюють на віброізолятори 3. Фундамент 1 не є обов'язковим – невеликі агрегати можна встановлювати прямо на підлогу або покриття 2. Гнучкі вставки 6 використовуються для зменшення передачі вібрацій по комунікаціях (у даному випадку трубопроводах), а також для роз'єднання в

силовому відношенні насосної установки та приєднаних до неї трубопроводів. Гнучкі вставки є обов'язковою складовою частиною віброізоляції установки будь-якого розміру. В місцях проходження трубопроводів через конструкції огороження будинків передбачають їх ізоляцію від цих конструкцій. Трубопровід ізолюють також від підвісок за допомогою пружних прокладок 7.

У випадках, коли технічними засобами не вдається зменшити рівень вібрацій до норми, передбачають забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) можуть застосовуватися як для всього тіла людини, так і окремо для ніг та рук.

У якості таких засобів використовують віброізолюючі рукавиці і віброізолююче взуття, які мають пружні прокладки, що захищають працівника від впливу високочастотної місцевої вібрації. Ефективність таких рукавиць та взуття не дуже висока, тому що товщина вказаних прокладок не може бути дуже великою. Через це вони не дають помітного зменшення вібрацій на низьких частотах, а на високих (більш 100 Гц) їх ефективність зменшується за рахунок хвильових властивостей тканин людського тіла. Засоби індивідуального захисту (взуття, рукавиці і т. ін.) від шкідливого впливу загальної та локальної вібрації повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.4.024-76. «ССБТ. Обувь специальная виброзащитная» та ГОСТ 12.4.002-74 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования». Для зниження впливу локальної вібрації, що діє під час роботи з перфораторами та відбійними молотками використовують спеціальні пристрої до ручки керування (з елементами пружності, які згинаються, стискаються або скручуються, з телескопічними або шарнірними елементами).

## **2.8. ЗАХИСТ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ РАДІОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ**

### **2.8.1. Основні положення**

Життя на нашій планеті виникло в тісній взаємодії з електромагнітними випромінюваннями (ЕМВ) і, насамперед, з електромагнітним полем Землі. Людина пристосувалася до земного поля в процесі свого розвитку, і воно стало не тільки звичною, але й необхідною умовою нашого життя. Як збільшення, так і зменшення інтенсивності діючих на людину електромагнітних полів відносно природного земного поля здатні позначитися на біологічних процесах в її організмі.

Електромагнітна сфера нашої планети визначається, в основному, електричним ( $E = 120\text{--}150$  В/м) і магнітним ( $H = 24\text{--}40$  А/м) полями Землі, атмосферним електричним радіовипромінюванням Сонця і галактик, а також полями штучних джерел. Діапазон природних і штучних полів дуже широкий: починаючи від постійних магнітних і електростатичних полів і кінчаючи рентгенівським і гамма-випромінюванням частотою  $3 \cdot 10^{21}$  Гц і вище. Кожний з діапазонів електромагнітних випромінювань по-різному впливає на розвиток живого організму. На відміну від світлового, інфрачервоного й ультрафіолетового випромінювань ще не знайдено відповідних рецепторів для ЕМВ інших діапазонів. Є деякі факти про безпосереднє сприйняття клітинами мозку ЕМВ радіочастотного діапазону, про вплив низькочастотних ЕМВ на функції головного мозку, які вимагають додаткового підтвердження.

Джерелами електромагнітних випромінювань радіочастот є могутні радіостанції, генератори надвисоких частот, установки індукційного і діелектричного нагрівання, радары, вимірювальні і контролюючі пристрої, дослідницькі установки, високочастотні прилади і пристрої в медицині й у побуті.

Джерелом електростатичного поля й електромагнітних випромінювань у широкому діапазоні частот (понад – та інфранизькочастотному, радіочастотному, інфрачервоному, видимому, ультрафіолетовому, рентгенівському) є персональні електронно-обчислювальні машини (ПЕОМ і відеодисплейні термінали (ВДТ) на електронно-променевих трубках, які використовуються як у промисловості та наукових дослідженнях, так і в побуті. Небезпеку для користувачів представляє електромагнітне випромінювання монітора в діапазоні частот 20 Гц – 300 МГц і статичний електричний заряд на екрані.

Джерелами електромагнітних полів промислової частоти є будь-які електроустановки і струмопроводи промислової частоти. Чим більша напруга, тим вище інтенсивність полів.

В даний час визнаються джерелами ризику в зв'язку з останніми даними про вплив електромагнітних полів промислової частоти: електроплити, електрогрилі, праски, холодильники (при працюючому компресорі). Джерелом підвищеної небезпеки з погляду електромагнітних випромінювань є також мікрохвильові печі, телевізори будь-яких модифікацій, мобільні телефони.

## 2.8.2. Основні характеристики електромагнітного поля

Електромагнітне поле (ЕМП) – особлива форма матерії. Будь-яка електрична заряджена частка оточена електромагнітним полем, що складає з нею єдине ціле. Але електромагнітне поле може існувати й у відділеному від заряджених часток вигляді, як випромінювання фотонів, що рухаються зі швидкістю, близькою до  $3 \cdot 10^8$  м/с, або випромінювання у вигляді електромагнітного поля (електромагнітних хвиль).

Електромагнітне поле (електромагнітне випромінювання) характеризується векторами напруженості електричного  $E$  (В/м) і магнітного  $H$  (А/м) полів, що характеризують силові властивості ЕМП. При поширенні в провідному середовищі вони зв'язані співвідношенням:

$$E = H \sqrt{\frac{\omega \mu}{\sigma}} e^{-k r}, \text{ В/м}, \quad (2.46)$$

де  $\omega$  – кругова частота електромагнітних коливань,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\mu$  – магнітна проникність середовища, Г/м;

$\sigma$  – електрична провідність середовища,  $(\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$ ;

$k$  – коефіцієнт загасання;

$r$  – відстань до розглянутої точки, м.

В електромагнітній хвилі вектори  $E$  і  $H$  завжди взаємно перпендикулярні. У вакуумі і повітрі  $E = 377 H$ . Довжина хвилі  $\lambda$ , частота коливань  $f$  і швидкість поширення електромагнітних хвиль у повітрі  $c$  зв'язані співвідношенням  $c = \Delta f$ . Наприклад, для промислової частоти  $f = 50$  Гц довжина хвилі  $= 3 \cdot 10^8 / 50 = 6000$  км, а для ультракоротких частот  $f = 3 \cdot 10^8$  Гц довжина хвилі дорівнює 1 м.

Таблиця 2.20

### Характеристика спектру електромагнітних випромінювань

Назва діапазону частот	Номер діапазону	Діапазон частот	Діапазон довжин хвиль	Назва діапазону довжин хвиль
Дуже низькі частоти, ДНЧ	1	0,003...0,3 Гц	$10^7 \dots 10^6$ км	Інфра низькі
	2	0,3...3,0 Гц	$10^6 \dots 10^4$ км	Дуже низькі
	3	3...300 Гц	$10^4 \dots 10^2$ км	Промислові
	4	300 Гц...30 кГц	$10^2 \dots 10$ км	Звукові
Низькі частоти, НЧ	5	30...300 кГц	10...1 км	Довгі
Середні частоти, СЧ	6	300 кГц...3 МГц	1 км...100 м	Середні
Високі частоти, ВЧ	7	3...30 МГц	100...10 м	Короткі
Дуже високі частоти, ДВЧ	8	30...300 МГц	10...1 м	Метрові
Ультрависокі частоти, УВЧ	9	300 МГц...3 ГГц	100...10 см	Дециметрові
Надвисокі частоти, НВЧ	10	3...30 ГГц	10...1 см	Сантиметрові
Надзвичайно високі частоти, НЗВЧ	11	30...300 ГГц	10...1 мм	Міліметрові

Спектр електромагнітних випромінювань відповідно до прийнятої на практиці назви хвиль, діапазону частот і довжин хвиль представлений у таблиці 2.20.

Біля джерела ЕМВ виділяють ближню зону чи зону індукції, що знаходиться на відстані  $r \leq \lambda/2\pi \approx \lambda/6$ , і далеку зону чи зону випромінювання, для якої  $r > \lambda/6$ . У діапазоні від низьких частот до короткохвильових випромінювань частотою  $< 100$  МГц (табл. 2.20) біля генератора варто розглядати поле індукції, а робоче місце, – що знаходиться в зоні індукції. У зоні індукції електричне і магнітне поле можна вважати незалежними одне від одного. Тому нормування в цій зоні ведеться як по електричній, так і по магнітній складовій. У зоні випромінювання (хвильовій зоні), де вже сформувалася електромагнітна хвиля, що біжить, більш важливим параметром є інтенсивність, що у загальному вигляді визначається векторним добутком  $E$  і  $H$ , і для сферичних хвиль при поширенні в повітрі може бути виражена як  $Вт/м^2$ ,

$$I = \frac{P_{дж}}{4\pi r^2}, \text{ Вт/м}^2, \quad (2.47)$$

де  $I$  – інтенсивність електромагнітного випромінювання,  $Вт/м^2$ ;

$P_{дж}$  – потужність випромінювання,  $Вт$ ;

$r$  – відстань від джерела,  $м$ .

Енергетичним показником параметрів для хвильової зони електромагнітного поля є густина потоку енергії (ГПЕ),  $Вт/м^2$ .

Вплив електромагнітного поля на людину оцінюється кількістю електромагнітної енергії, яка поглинається його тілом  $W$ ,  $Вт$ .

$$W = ГПЕ \cdot S_{еф}, \quad (2.48)$$

де ГПЕ – густина потоку енергії випромінювання електромагнітної енергії,  $Вт/м^2$ ;

$S_{еф}$  – ефективна поглинаюча поверхня тіла людини,  $м^2$ .

Крім вищезгаданих зон (ближньої та дальньої), існують так звані «мертві зони», в яких поле відсутнє, але її межі визначають тільки експериментально.

Методика розрахунку інтенсивності опромінювання залежить від типу випромінювача і зони (ближня, дальня), в якій знаходиться робоче місце. Спочатку визначають межі зон. Далі визначають, в якій зоні знаходиться робоче місце, і для даної зони розраховується напруженість електричного ( $E$ ,  $В/м$ ) і магнітного ( $H$ ,  $А/м$ ) полів за формулами:

для ближньої зони:

$$E_{бли} = I/(2\pi\omega\epsilon r^3); \quad (2.49)$$

$$H_{\text{бл}} = IL/(4\pi r^2); \quad (2.50)$$

де  $I$  – сила струму в провіднику (антені), А;  
 $L$  – довжина провідника (антени), м;  
 $\omega$  – кругова частота поля,  $\omega = 2\pi f$ ,  $f$  – частота поля, Гц;  
 $\varepsilon$  – діелектрична проникність середовища, Ф/м;  
 $r$  – відстань від джерела випромінювання до робочого місця, м;  
 для дальньої зони:

$$E_{\text{д}} = \sqrt{30P\sigma}/r; \quad (2.51)$$

$$H_{\text{д}} = \sqrt{P\sigma/30}/4\pi r; \quad (2.52)$$

де  $P$  – потужність випромінювання, Вт;  
 $\sigma$  – коефіцієнт підсилення антени.

Для напрямленого випромінювання густина електромагнітного поля у ближній зоні по осі діаграми направленості випромінювання:

$$\text{ГПЕ}_{\text{бл}} = 3P_{\text{сер}}/S; \quad (2.53)$$

у дальній зоні:

$$\text{ГПЕ}_{\text{д}} = P_{\text{сер}}\sigma/(4\pi r^2); \quad (2.54)$$

де  $P_{\text{сер}}$  – середня потужність випромінювання, Вт;

$$P_{\text{сер}} = P_{\text{імп}} \tau/T;$$

$P_{\text{імп}}$  – потужність випромінювання у імпульсі, Вт;  
 $\tau$  – тривалість імпульсу, с;  
 $T$  – період проходження імпульсів, с;  
 $S$  – площа випромінювання антени, м<sup>2</sup>.

Ці формули (2.49–2.54) дійсні для розрахунку параметрів ЕМВ за умови розповсюдження радіохвиль у вільному просторі, тобто неспотвореного електромагнітного поля.

В реальних умовах і, особливо, у виробничому приміщенні електромагнітне поле від джерела спотворюється, так званим, полем вторинного випромінювання, тобто електромагнітним полем, відбитим від поверхонь металевих предметів (обладнання) і недосконалих діелектриків (у т. ч. і людей). Це поле вторинного випромінювання накладається на основне поле і змінює (збільшує чи зменшує) параметри основного поля. Розрахувати параметри поля вторинного випро-



мінювання і, тим більше, результативного поля неможливо. Наявність у приміщенні кількох джерел електромагнітного випромінювання (наприклад, комп'ютерів) також ускладнює розподіл електромагнітного поля, яке може бути визначений за допомогою тільки прямих вимірювань.

### **2.8.3. Дія ЕМВ радіочастотного діапазону на людину**

Біологічна дія ЕМВ залежить від частоти та інтенсивності випромінювання, тривалості та умов опромінювання. Розрізняють термічну (теплову) дію та морфологічні й функціональні зміни.

Видомим проявом дії ЕМВ на організм людини є нагрівання тканин та органів, що призводять до їх змін та пошкоджень. Теплова дія характеризується загальним підвищенням температури тіла або локалізованим нагріванням тканин. Нагрівання особливо небезпечно для органів із слабкою терморегуляцією (мозок, очі, органи кишкового та сечостатевого тракту). ЕМВ із довжиною хвилі 1–20 см шкідливо діє на очі, викликаючи катаракту (помутніння кришталіка), тобто втрату зору.

Морфологічні зміни – це зміни будова та зовнішнього вигляду тканин і органів тіла людини (опіки, омертвіння, крововиливи, зміни структури клітин та ін). Вони спостерігаються у тканинах периферичної та центральної нервової системи та серцево-судинній системі, зумовлюючи порушення регуляторних функцій та нервових зв'язків в організмі або зміну структури самих клітин, зниження кров'яного тиску (гіпотонія), уповільнення ритму скорочення серця (брадикардія) та ін.

Функціональні зміни проявляються у вигляді головного болю, порушення сну, підвищеного стомлення, дратівливості, пітливості, випадання волосся, болей у ділянці серця, зниження статевої потенції та ін.

Кількісно вплив електромагнітного поля на людину оцінюється величиною поглинутої її тілом електромагнітної енергії,  $W$ , Вт, або питомої енергії, що поглинається  $W_p$ , Вт/кг. Наприклад, для оцінки імовірної дії електромагнітного поля від радіотелефонів визначають потужність електромагнітних полів, що поглинається на один кілограм мозку – параметр SAR (Specific Absorbing Rate). Найкращі моделі радіотелефонів мають значення SAR 0,2 Вт/кг і нижче.

### **2.8.4. Нормування електромагнітних випромінювань**

Нормування електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону здійснюється згідно ГОСТ 12.1.006-84 «Електромагнітні поля радіочастот. Припустимі рівні на робочих місцях і вимоги до

впровадження контролю», ДСН 239-96 «Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» і ДСанПіН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів».

Згідно з цими документами нормування електромагнітних випромінювань здійснюється в діапазоні частот 50кГц – 300 ГГц. Причому у діапазоні 50 Гц – 300 МГц нормованими параметрами є напруженість електричної  $E$ , В/м, та магнітної  $H$ , А/м, складових поля, а у діапазоні 300 МГц – 300 ГГц нормативним параметром є щільність потоку енергії ГПЕ, Вт/м<sup>2</sup>. Нормативною величиною є також гранично допустиме енергетичне навантаження  $EH_E$ , (В/м)<sup>2</sup> · год та  $EH_H$ , (А/м)<sup>2</sup> · год:

$$EH_H = (E_H)^2 \cdot T; \quad (2.55)$$

$$EH_E = (H_E)^2 \cdot T; \quad (2.56)$$

де  $E_H$ ,  $H_H$  – нормативні значення напруженості, В/м та А/м;  
 $T$  – тривалість дії протягом робочого дня, год.

Наприклад, для діапазону 0,06–3,0 МГц, на робочих місцях  $E_H = 500$  В/м, а  $EH_E = 20000$  (В/м)<sup>2</sup> · год.

Згідно з ГОСТ 12.1.006-84 на робочих місцях у діапазоні частот 60 кГц – 300 МГц (частково 5-й, 6–8-й діапазонах частот за табл. 2.20) нормується напруженості електричної  $E$  та магнітної  $H$ , складових електромагнітного поля, а у діапазонах частот 300 МГц – 300 ГГц (діапазони 9–11) поверхнева густина потоку енергії. Гранично допустимі значення  $E_{ГД}$  та  $H_{ГД}$  на робочих місцях визначають за допустимим енергетичним навантаженням та тривалістю дії згідно формул 2.55 і 2.56 і наведені у таблиці 2.21.

*Таблиця 2.21*

**Гранично допустимі значення  $E_{ГД}$  та  $H_{ГД}$  на робочих місцях**

Параметр	Діапазон частот, МГц		
	Від 0,06 до 3	Більше 3 до 30	Більше 30 до 300
$E_{ГД}$ , В/м	500	300	80
$H_{ГД}$ , А/м	50	–	–
$EH_{ЕГД}$ , (В/м) <sup>2</sup> · год	20000	7000	800
$EH_{HГД}$ , (А/м) <sup>2</sup> · год	200	–	–

Одночасна дія електричного і магнітного полів вважається допустимою, якщо:

$$E_{H_E}/E_{H_{E_{гд}}} + E_{H_H}/E_{H_{Над}} \leq 1, \quad (2.57)$$

де  $E_{HE}$  і  $E_{HH}$  енергетичні навантаження, що характеризують фактичну дію електричного і магнітного полів.

Гранично допустимі значення ГПЕ на робочих місцях працівників визначаються в залежності від допустимого енергетичного навантаження  $E_{H_{ГПЕгд}}$  та тривалості дії  $T$  за формулою:

$$ГПЕ_{гд} = K \cdot E_{H_{ГПЕгд}}/T, \quad (2.58)$$

де  $ГПЕ_{гд}$  – граничне значення потоку енергії, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $E_{H_{ГПЕгд}}$  – граничне допустиме енергетичне навантаження на організм людини протягом дня, що дорівнює 2 Вт · год/м<sup>2</sup> і є добутком щільності потоку енергії поля (ГПЕ) на тривалості його дії  $E_{H_{ГПЕ}} = ГПЕ \cdot T$ ;  
 $K$  – коефіцієнт послаблення біологічної ефективності, що дорівнює: 1 – для всіх випадків дії, включаючи опромінювання від обертових та скануючих антен;  
 10 – для випадів опромінювання від обертових та скануючих антен з частотою обертання чи сканування не більш 1 Гц та шпаруватістю не менше 50;  
 $T$  – тривалість перебування у зоні опромінювання за робочу зміну, год.

У всіх випадках максимальне значення  $ГПЕ_{гд}$  не повинно перевищувати 10 Вт/м<sup>2</sup>.

У випадку одночасній дії на працівників ЕМВ декількох джерел енергетичне навантаження не повинно перевищувати гранично допустимих значень:

$$\begin{aligned} \sum E_{H_{Ei}} &\leq E_{H_{Eгд}}; \\ \sum E_{H_{Hi}} &\leq E_{H_{Hгд}}; \\ \sum E_{H_{ГПЕi}} &\leq E_{H_{ГПЕгд}} \end{aligned} \quad (2.59)$$

Для населення електромагнітне поле в 5–8 діапазонах частот (табл. 2.20) згідно ДСН 239-96 оцінюється електричною складовою напруженості поля (табл. 2.22), а у 9...11 діапазонах – поверхневою густиною потоку енергії.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів для населення (крім телебачення) приймаються згідно ДСН 239-96.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів ( $E_{гдр}$ , В/м), які створюють телевізійні радіостанції в діапазоні частот від 48 до 1000 МГц, визначається за формулою:

$$E_{гдр} = 21f^{0,37}, \quad (2.60)$$

де  $f$  – несуча частота каналу зображення або звукового супроводу, МГц.

**Гранично допустимі рівні електромагнітних полів для населення  
(крім телебачення, згідно з ДСН 239-96)**

№ діапазону	Діапазон частот	Довжина хвиль	ГДР ( $E_{\text{ГДР}}$ )
5	30 ...300 кГц	10...1 км	25 В/м
6	0,3 ...3 МГц	1...0,1 км	15 В/м
7	3 ... 30 МГц	100...10 м	$3\lg\lambda$ , В/м*
8	30 ... 300 МГц	10...1 м	3 В/м

\*  $\lambda$  – довжина хвилі, м; ГДР =  $7,43 - 3\lg f$ , де  $f$  – частота, МГц.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів, що створюються радіолокаційними станціями (імпульсне випромінювання) у діапазонах 9–11, оцінюються ГПЕ в залежності від режимів їх роботи і знаходяться у діапазоні 2,5...140 мкВт/см<sup>2</sup>.

Для електромагнітних полів промислової частоти (50 Гц) нормативи встановлюються згідно ГОСТ 12.1.002-84, ДСН 239-96 і ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Нормативною є напруженість електричної складової поля. Гранично допустимий рівень на робочому місці становить 5 кВ/м. Припустимий час дії електромагнітного поля становить: при напруженості 5 кВ/м – 8 год; при напруженості більше 5 і 20 кВ/м включно визначається за формулою  $T = 50/E - 2$  год (де  $E$  – фактична напруженість); за напруженості більше 20 до 25 кВ/м – 10 хв. У населеній місцевості ГДР – 5 кВ/м, всередині житлових будинків – 0,5 кВ/м.

Санітарними нормативами також встановлюються захисні зони поблизу ліній електропередачі в залежності від їх напруги: 20 м для лінії з напругою 330 кВ, 30 м з напругою 500 кВ і 55 м для лінії з напругою 1150 кВ.

Вимірювання параметрів ЕМВ слід виконувати не рідше одного разу на рік, а також під час введення в дію нових установок, внесення змін у конструкцію, розміщення чи режим роботи установок, при організації нових робочих місць та внесенні змін у засоби захисту від дії ЕМВ. Для вимірювання інтенсивності ЕМВ застосовуються прилади – вимірювачі напруженості та вимірювачі малої напруженості електромагнітних полів.

## 2.8.5. Захист від електромагнітних випромінювань

*Основні заходи захисту від ЕМВ* – це захист часом, захист відстанню, екранування джерел випромінювання, зменшення випромінювання в самому джерелі випромінювання, виділення зон випромінювання, екранування робочих місць, застосування ЗІЗ.

*Захист часом* передбачає обмеження часу перебування людини в робочій зоні і застосовується, коли немає можливості знизити інтенсивність випромінювання до допустимих значень. У діапазоні частот до 300 МГц допустимий час перебування визначають за формулами:

$$\begin{aligned}T_d &= E N_{\text{Егд}} / E_{\text{ф}}^2; \\T_d &= E N_{\text{Нгд}} / H_{\text{ф}}^2;\end{aligned}\quad (2.61)$$

де  $E N_{\text{Егд}}$  та  $E N_{\text{Нгд}}$  – гранично допустимі енергетичні навантаження на організм протягом робочого дня;  
 $E_{\text{ф}}$  та  $H_{\text{ф}}$  – фактична напруженість електричного та магнітного полів на робочих місцях.

У діапазоні частот 300 МГц...300 ГГц допустимий час роботи:

$$T_d = K \cdot E N_{\text{гд}} / \text{ГПЕ}_{\text{ф}}, \quad (2.62)$$

де  $\text{ГПЕ}_{\text{ф}}$  – фактична густина потоку енергії,  $K$  – коефіцієнт, аналогічно (2.58).

*Захист відстанню* застосовується у тому випадку, якщо неможливо ослабити ЕМВ іншими мірами, в тому числі і захистом часом. У цьому випадку звертаються до збільшення відстані між випромінювачем і персоналом. Відстань, відповідна гранично допустимій інтенсивності випромінювання, визначається розрахунком (розрахунки інтенсивності випромінювання) і перевіряється вимірюванням.

*Зменшення потужності випромінювання у самому джерелі випромінювання* досягається за рахунок застосування спеціальних пристроїв: поглиначів потужності, еквівалентів антен, атенуаторів, спрямованих відгалуджувачів, подільників потужності, хвилепровідних послаблювачів, бронзових прокладок між фланцями, дросельних фланців і т. д.

Поглиначі потужності та еквіваленти антен випускаються промисловістю на поглинання ЕМВ потужністю 5, 10, 30, 50, 100, 250 Вт у діапазоні довжин хвиль 3.1...3.5 та 6...1000 см. Атенуатори дозволяють послабити ЕМВ в межах від 0 до 120 дБ потужністю 0.1, 1.5, 10, 50, 100 Вт у діапазоні довжин хвиль

0.4...0.6; 0.8...300 см. Спрямовані відгалужувачі дають послаблення потужності випромінювання на 20...60 дБ. Фланцеві з'єднання є джерелом побічних випромінювань. Застосування бронзових прокладок між фланцями підвищує послаблення випромінювання із 40 до 60 дБ, а застосування дросельних фланців – до 70...80 дБ.

*Виділення зон випромінювання.* Для кожної установки, що випромінює ЕМП вище гранично допустимих значень, повинні виділятися зони, у котрих інтенсивність випромінювання перевищує норми. Межі зон визначають експериментально для кожного конкретного випадку розміщення установки чи апаратури під час роботи їх на максимальну потужність випромінювання. Зони розташованих поруч установок не повинні перекриватися або установки повинні працювати на випромінювання у різний час. У відповідності з ГОСТ 12.4.026-76 зони випромінювання обмежуються або установлюються попереджуючі знаки з написом: «Не заходити, небезпечно!». Цю зону можна додатково позначити по границях широкими червоними лініями на підлозі приміщення чи території, а також застосовувати попереджувальну сигналізацію відповідно до ГОСТ 12.1.006-84.

*Екранування джерел випромінювання* застосовують для зниження інтенсивності ЕМП на робочому місці або огороження небезпечних зон випромінювання. Екрани виготовляють з металевих листів або сіток у вигляді замкнених камер, шаф та кожухів. Товщину екрана  $d$ , виготовленого із суцільного матеріалу, визначають за формулою:

$$d = N / (15,4 \sqrt{f\mu\rho}), \quad (2.63)$$

де  $N$  – задане послаблення інтенсивності ЕМВ, визначене як частка від ділення фактичної інтенсивності ЕМП до гранично допустимої;

$f$  – частота ЕМП, Гц;

$\mu$  – магнітна проникність матеріалу екрана, Гн/м;

$\rho$  – питома провідність матеріалу екрана, См/м.

При виборі конструкції екрана необхідно враховувати його герметичність (наявність отворів та їх сумісність з  $\lambda/2$ ). Якщо отвори дорівнюють чи кратні цілому числу  $\lambda/2$ , то така щілина стає щілиною антеною, і при цьому різко зростає інтенсивність опромінювання персоналу. У цьому випадку послаблення ЕМП досягається насадкою на отвори, вентиляційні канали, оглядові вікна, застосуванням позамежних хвилепроводів із сітками на обох кінцях, стільникової або циліндричної конструкції.

Контрольно-вимірювальні прилади для вимірювання напруги та струму промислової частоти екрануються з внутрішнього боку та забезпечуються прохідними конденсаторами, а прилади, ввімкнені у високочастотні кола, екрануються сітками з зовнішнього боку.

Контактуючі поверхні частин екрана повинні мати антикорозійне покриття та щільно прилягати по всьому периметру один до одного.

Для виключення відбиття ЕМВ від внутрішньої поверхні приміщень і камер їх покривають поглинаючими електромагнітну енергію матеріалами (гумові килимки В2Ф2, В2Ф3, ВКФ-1; магнітні діелектричні пластини ХВ-0,8; ХВ-2.0; ХВ-3.2; ХВ-4.4; ХВ-6.2; ХВ-8.5; ХВ-10.6; поглинаючі покриття на основі поролону «Болото», ВРПМ; поглинаючі пластини СВЧ-0.68), коефіцієнт відбиття яких за потужністю не перевищує 2%.

У якості екрануючого матеріалу для вікон приміщень, кабін та камер, приладних панелей, оглядових вікон застосовується оптично прозоре скло з відбивними екранованими властивостями (ТУ 166-63 або ВТУ РЗ-ГИС-1-65). Це скло покривається напівпровідниковим двооксидом олова.

*Екранування робочого місця* застосовується, коли неможливо здійснити екранування апаратури та досягається за допомогою спорудження кабін або ширм з покриттям із поглинаючих матеріалів. У якості екрануючого матеріалу для вікон і приладних панелей застосовується скло, покрите напівпровідниковим двооксидом олова.

*ЗІЗ* слід користуватися у тих випадках, коли застосування інших способів запобігання впливу ЕМВ неможливе. В якості ЗІЗ застосовують халат, комбінезон, захисні окуляри. У якості матеріалу для халата чи комбінезона, застосовується спеціальна радіотехнічна тканина, у якій тоненькі металічні нитки утворюють сітку. Для захисту органів зору застосовують: сітчасті окуляри, які мають конструкцію на півмасок з мідної або латунної сітки, окуляри ОРЗ-5 із спеціальним склом зі струмопровідним шаром двооксиду олова.

## **2.9. ЗАХИСТ ВІД ВИПРОМІНЮВАНЬ ОПТИЧНОГО ДІАПАЗОНУ**

До випромінювань оптичного діапазону відносять електромагнітні поля інфрачервоного (ІЧ) та ультрафіолетового (УФ) діапазону, створені різними джерелами, у тому числі і випромінювання оптичних квантових генераторів (ОКГ) – лазерні випромінювання (ЛВ).

### **2.9.1. Захист від ІЧ випромінювань**

**Характеристика ІЧ випромінювань.** Інфрачервоне випромінювання (теплове) виникає скрізь, де температура вище абсолютного нуля, і є функцією теплового стану джерела випромінювання. Більшість виробничих процесів супроводжується виділенням тепла, тепло виділяється виробничим устаткуванням і матеріалами. Нагріті тіла віддають своє тепло менш нагрітим трьома способами: теплопровідністю, тепловипромінюванням, конвекцією. Дослідження показують, що близько 60% тепла, що втрачається, приходиться на частку тепловипромінювання. Промениста енергія, проходячи простір від нагрітого тіла до менш нагрітого, переходить у теплову енергію в поверхневих

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

Джерела ІЧ випромінювання поділяються на природні (природна радіація сонця, неба) і штучні – будь-які поверхні, температура яких вища порівняно з поверхнями, що опромінюються. Для людини це всі поверхні з  $t^0 > 36-37^{\circ}\text{C}$ .

За фізичною природою ІЧ випромінювання це потік матеріальних часток, яким притаманні квантові і хвильові властивості. ІЧ випромінювання охоплює область спектра з довжиною хвилі 0.78...540 мкм. Енергія кванта лежить у межах 0.0125...1.25 еВ.

За законом Стефана-Больцмана інтегральна щільність випромінювання,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ , абсолютно чорного тіла пропорційна четвертому степеню його абсолютної температури

$$q_i = C_0(T/100)^4, \quad (2.64)$$

де  $C_0 = 5.67 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

$T$  – абсолютна температура тіла, К.

Густина випромінювання різних матеріалів описується рівнянням:

$$q_v = EC_0(T/100)^4, \quad (2.65)$$

де  $E$  – ступінь чорності матеріалу (табл. 2.23).

Таблиця 2.23

### Ступінь чорності матеріалів

Матеріал	$t^0\text{C}$	$E$
Алюміній	225–575	0.039–0.057
Сталь луджена	25	0.043–0.064
Азбестовий картон	24	0.96
Цегла червона	20	0.93

Випромінювальною здатністю чи спектральною густиною енергетичної світимості тіла називають величину  $E_w$ , чисельно рівну поверхневій щільності потужності теплового випромінювання тіла в інтервалі частот одиничної ширини (спектральна характеристика теплового випромінювання):

$$E_w = dw/d\nu, \text{ Дж}/\text{м}^2. \quad (2.66)$$

Випромінювальною здатністю тіла в напрямку нормалі  $\epsilon$

$$q_v = \frac{E}{\pi} C_0(T/100)^4. \quad (2.67)$$



Густина променистого потоку  $q_r$  на відстані  $r$  від теплового джерела обернено пропорційна квадрату відстані

$$q_r = q_1/r^2 = (0.91S(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4)/r^2, \quad (2.68)$$

де  $q_1$  – густина променистого потоку на відстані одиниці довжини від випромінювача;

$S$  – площа випромінюваної поверхні;

$T_1$  – температура випромінюючої поверхні, К;

$T_2$  – температура сприймаючої поверхні, К.

На практиці випромінювання є інтегральним, тому що тіла випромінюють одночасно різні довжини хвиль. Однак, максимум випромінювання завжди відповідає хвилям визначеної довжини. В міру збільшення температури тіла довжина хвилі зменшується. Між  $T$  і  $\lambda$  виконується співвідношення Вина:

$$\lambda_{\max} \cdot T = b, \quad (2.69)$$

де  $b = 0.002898$  мград.

Спектр теплового випромінювання твердих і рідких тіл суцільний і характеризується діапазоном довжин хвиль випромінювання і довжиною хвиль  $\lambda_{\max}$ , що відповідає максимуму інтенсивності випромінювання. Гази, що мають не менше трьох атомів у молекулі (вуглекислий газ, водяна пара та ін.), мають випромінюючу і поглинаючу здатність, а спектр випромінювання їх носить смугастий характер.

**Вплив ІЧ випромінювань на людину.** ІЧ випромінювання чинять на організм в основному тепловий вплив. Ефект дії ІЧ випромінювання залежить від довжини хвилі, що обумовлює глибину його проникнення. У зв'язку з цим діапазон ІЧ випромінювань розбитий на три області А ( $\lambda = 0.76-1.4$  мкм), В ( $\lambda = 1.4-3.0$  мкм) і С ( $\lambda > 3$  мкм). Перша область (А) має велику проникність через шкіру і позначається як короткохвильова. В і С відносять до довгохвильових ІЧ. Довгохвильові ІЧ випромінювання поглинаються в епідермісі, а короткохвильові – в шарах дерми і підшкірній жировій клітковині. Дія ІЧ випромінювань при поглинанні їх у різних шарах шкіри зводиться до нагрівання її. При цьому збільшується обмін речовин, збільшується вміст натрію і фосфору в крові, зменшується число лейкоцитів, відбувається поляризація шкіри людини. ІЧ випромінювання впливає на функціональний стан центральної нервової системи, призводить до змін у серцево-судинній системі, учащається пульс і дихання, підвищується температура тіла, підсилюється потовиділення. ІЧ випромінювання діють на слизову оболонку очей, кришталик і можуть привести до патологічних змін в очах: помутніння рогівки і кришталика, кон'юнктивіту, опіку сітківки. Найбільш тяжкі ураження зумовлюються короткими ІЧ випромінюваннями. У разі інтенсивного впливу

цих випромінювань на непокриту голову може статися так званий сонячний удар – головний біль, запаморочення, частішання пульсу і дихання, непритомність, порушення координації рухів, ураження мозкових тканин аж до менінгіту й енцефаліту.

У разі тривалого перебуванні в зоні ІЧ випромінювань відбувається порушення теплового балансу в організмі. Порушується робота терморегулюючого апарату, підсилюється діяльність серцево-судинної і дихальної систем, підсилюється потовиділення, відбувається втрата потрібних організму солей. Втрата організмом солей позбавляє кров здатності утримувати воду, що призводить до швидкого виділення з організму знову випитої рідини. Порушення теплового балансу викликає захворювання, що називається гіпотермією. Температура в цьому випадку може досягати  $40^0$  (температура живої людини  $26-43^0\text{C}$ ) із запамороченнями, частішанням пульсу і дихання, втратою свідомості, зміною зорового відчуття. При систематичних перегріваннях підвищується сприйнятливість до застуд. Спостерігається зниження уваги, підвищується стомлюваність, знижується продуктивність праці.

**Нормування ІЧ випромінювань.** Інтенсивність ІЧ радіації необхідно вимірювати на робочих місцях чи у робочій зоні поблизу джерела випромінювання. Нормування ІЧ випромінювань здійснюється згідно санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99, ГОСТ 12.4.123-83. Припустима тривалість дії ІЧ на людину наведена у таблиці 2.24.

Теплова радіація з густиною випромінювання  $560-1050 \text{ Вт/м}^2$  є межею, яка переноситися людиною. Згідно діючим санітарним нормам допустима щільність потоку ІЧ випромінювань не повинна перевищувати  $350 \text{ Вт/м}^2$ . Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів та інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати  $35 \text{ Вт/м}^2$  – при опроміненні 50% та більше поверхні тіла,  $70 \text{ Вт/м}^2$  – при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50%, та  $100 \text{ Вт/м}^2$  – при опроміненні не більше 25% поверхні тіла працюючого.

За наявності джерел з інтенсивністю  $35 \text{ Вт/м}^2$  і більше температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх меж оптимальних значень для теплого періоду року, на непостійних – верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

За наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до  $140 \text{ Вт/м}^2$ . Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25% поверхні тіла працюючого з обов'язковим використанням індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

Для виміру густини потоку випромінювання на робочому місці застосовують актинометр (алюмінієва пластина, що має в шаховому порядку почорніння; термомари, приєднані до гальванометра). Для визначення спектральної інтенсивності випромінювань застосовують інфрачервоні спектрометри (ІЧС-10).

**Захист від ІЧ випромінювань.** Способи захисту від ІЧ випромінювань наступні: 1 – захист часом; 2 – захист відстанню; 3 – усунення джерела тепловиділень; 4 – теплоізоляція; 5 – екранування й охолодження гарячих поверхонь; 6 – індивідуальні засоби захисту.

1,2,3 – способи очевидні і впливають з раніше наведених залежностей та табличної залежності  $q_{\text{доп}} = f(t)$  (табл. 2.24).

*Таблиця. 2.24*

**Припустима тривалість дії на людину теплової радіації**

Теплова радіація, Вт/м <sup>2</sup>	Тривалість дії радіації, с
280–560 (слабка)	Довготривала
560–1050 (помірна)	180–300
1050–1600 (середня)	40–60
Більше 3500 (дуже сильна)	2–5

*Теплова* ізоляція є найефективнішим і найбільш економічним заходом щодо зменшення ІЧ випромінювання (зменшуються загальні тепловиділення), запобігання опіків, скорочення витрат палива. Згідно діючих СН температура нагрітих поверхонь устаткування та огорожень не повинна перевищувати 45<sup>0</sup>С. Застосовують також внутрішню теплоізоляцію – футеровку для зниження температур робочих поверхонь конструкцій й устаткування.

В залежності від принципу дії теплозахисні засоби поділяються на:

- тепловідбивні – металеві листи (сталь, алюміній, цинк, поліровані або покриті білою фарбою тощо) одинарні або подвійні; загартоване скло з плівковим покриттям; металізовані тканини; склотканини; плівковий матеріал та ін.;
- тепловбираючі – сталеві або алюмінієві листи або коробки з теплоізоляцією з азбестового картону, шамотної цегли, повсті, вермикулітових плит та інших теплоізоляторів; сталева сітка (одинарна або подвійна з загартованим силікатним склом); загартоване силікатне органічне скло та ін.;
- тепловідвідні – екрани водоохолоджувальні (з металевого листа або сітки з водою, що стікає), водяні завіси та ін.;
- комбіновані.

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

Вибір теплозахисних засобів обумовлюється інтенсивністю та спектральним складом випромінювання, а також умовами технологічного процесу.

Теплозахисні екрани повинні забезпечувати нормовані величини опромінення працівників; бути зручними в експлуатації; не ускладнювати огляд, чищення та змащування агрегатів; гарантувати безпечну роботу з ним; бути міцними і зручними для виготовлення та монтажу; мати достатньо тривалий строк експлуатації; у процесі експлуатації зберігати ефективні теплозахисні якості.

Для зниження інтенсивності випромінювань від зовнішніх поверхонь застосовується водяне охолодження. Недолік методу – небезпека вибуху паротворення у разі контакту води з рідким металом і нагрітими матеріалами.

Для теплових екранів визначають наступні параметри: *кратність послаблення*  $m$ , *кратність зниження температури*  $\mu$ , *коефіцієнт ефективності екрану*  $\eta$ .

Кратність послаблень теплового потоку відбиваючим екраном визначається за формулою:

$$m = q_{12}/q_{e2}, \quad (2.70)$$

де  $q_{12}$  – густина теплового потоку між рівнобіжними площинами 1,2;  
 $q_{e2}$  – густина теплового потоку між екраном і площиною 2.

Кратність зниження температури випромінюючої поверхні  $\mu$

$$\mu = T_1/T_e = \sqrt{1 + (T_2/T_1)^4 + m(T_2/T_1)^4}. \quad (2.71)$$

Коефіцієнт пропускання теплового потоку

$$\tau = 1/m. \quad (2.72)$$

Коефіцієнт ефективності екрана

$$\eta = 1 - \tau = (m - 1)/m. \quad (2.73)$$

Ефективність деяких теплових екранів наведено у таблиці 2.25.

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

В залежності від призначення передбачаються такі ЗІЗ:

– для постійної роботи в гарячих цехах – спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а під час ремонту гарячих печей та агрегатів – авто-

Таблиця 2.25

**Ефективність деяких теплових екранів**

Тип екрана	Граничне теплове навантаження, $E_{гр}$ , кВт/м <sup>2</sup>	Ефективність екрана
Футеровані екрани: матеріал футеровки – цегла матеріал футеровки – азбест	10,5	0,3 0,6
Теплоізоляційні екрани: сітки	1.05	0.67
чіпки (ланцюги)	4.9	0.7
силікатні і кварцові стекла	0.7–1.4	0,7
водяна плівка	1.7	0,9
Тепловідвідні екрани	14,0	0,9

номна система індивідуального охолодження в комплекті з повстятим костюмом;

- під час аварійних робіт – тепловідбиваючий комплект з металізованої тканини;
- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор і бризок розплавленого металу та контакту з нагрітими поверхнями – взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах;
- для захисту рук від опіків – вачеги, рукавиці суконні, брезентові, комбіновані з надолонниками з шкіри та спилку;
- для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу – повстятний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;
- для захисту очей та обличчя – щиток теплозахисний сталевара, з приладнаними до нього захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні козиркові з світлофільтрами.

Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 313 К (40°C) у відповідності зі спеціальними ДСТами (ГОСТ 12.4.176-89, ГОСТ 12.4.016-87).

У виробничих приміщеннях, в яких на робочих місцях неможливо встановити регламентовані інтенсивності теплового опромінення працюючих через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану

недоцільність, використовуються обдування, душення, водоповітряне душення і т. ін.

У разі теплового опромінення від 140 до 350 Вт/м<sup>2</sup> необхідно збільшувати на постійних робочих місцях швидкість руху повітря на 0,2 м/с за нормовані величини; у разі теплового опромінення, що перевищує 350 Вт/м<sup>2</sup>, доцільно застосовувати повітряне душення робочих місць (ДНАОП 0.03-1.23-82), охолодження стін, підлоги, стелі, створення оазису; вживати підсолену воду (водний розчин 0.5% NaCl). Застосовують раціональний питний режим, режим праці, гідропроцедури.

### 2.9.2. Захист від УФ випромінювань

**Характеристика УФ випромінювань.** Ультрафіолетові промені в електромагнітному спектрі розташовуються між тепловою і проникаючою радіацією і носять риси як тієї, так і іншої. Довжина хвилі 390-6 нм з енергією кванта 3,56-123 еВ. За способом генерації вони відносяться до теплової частини випромінювання, а по дії на поглинаючі тіла – ближче підходять до проникаючої радіації, хоча викликають також і тепловий ефект. Іонізуюча радіація при дії на людину викликає іонізацію, а УФ випромінювання викликають цю дію в меншій мірі. Енергії їх кванта достатньо для порушення атома. Енергія хімічного зв'язку, що утримує атоми в молекулі будь-якої хімічної сполуки, що входить до складу організму, не перевищує 4 еВ. Фотони з енергією 12–15 еВ здатні викликати іонізацію води, атомів водню, азоту, вуглецю. Виходячи з того, що вода і перераховані атоми складають основу живої тканини, випромінювання з енергією 12 еВ можна розглядати як нижню межу для високоорганізованих біологічних систем. Особливістю УФ випромінювань є їх висока сорбційність – їх поглинає більшість тіл.

Спектр УФ випромінювань має велику довжину і викликає різні дії. Він розбитий на наступні області: УФА (390–315 нм), УФВ (315–280 нм), УФС (280–6 нм). Температурні випромінювачі починають створювати УФ випромінювання за температури 1900<sup>0</sup>С.

УФ випромінювання виникає під час роботи радіоламп, ртутних випрямлячів, експлуатації ОКГ, під час обслуговування ртутно-кварцових ламп, під час зварювальних робіт.

Інтенсивність УФ випромінювання і його спектральний склад на робочому місці залежить від температури нагрівача, наявності газів (озону), пилу і відстані від робочого місця до джерела випромінювання. Пил, газ, дим поглинають УФ випромінювання і змінюють його спектральну характеристику. Повітря практично не прозоре для  $\lambda < 185$  нм через поглинання УФ випромінювання киснем. У зв'язку з тим, що УФ випромінювання розсіюються і поглинаються в запилено-

му середовищі й у газах, розрахувати рівні УФ випромінювання на визначеній відстані від джерела складно і їх тільки вимірюють.

УФ радіація викликає зміну складу виробничої атмосфери. Утворюються озон, оксиди азоту, перекис водню, відбувається іонізація повітря. Хімічна й іонізуюча дія УФ випромінювання обумовлює утворення в атмосфері ядер конденсації, на яких розсіюється світло й освітленість робочих місць знижується, утворюються тумани.

**Вплив УФ випромінювання на організм людини.** Шкідливий вплив УФ випромінювань на біологічні тканини пов'язаний з поглинанням випромінювання нуклеїновою кислотою і зведеними білками клітин і протіканням у цих з'єднаннях світлохімічних реакцій. Відбувається часткова загибель клітин шкіри, прискорена їх поліферація, зміна форми і розміру. УФ випромінювання діють як подразник на нервові закінчення шкіри, зумовлює зміни в організмі, викликає дерматити, екземи, набряклість. Має місце також утворення ракових пухлин довжиною хвилі 280–303 нм. Разом з цим УФ випромінювання впливають на центральну нервову систему, в результаті виникають загальнотоксичні симптоми – головний біль, підвищення температури, стомленість, нервові порушення.

Ступінь ураження шкіри УФ випромінювання ми залежить від кількості поглиненої енергії. Для появи ледь помітного почервоніння шкіри достатній потік енергії 30 Дж/см<sup>2</sup> (в окремих випадках 8 Дж/см<sup>2</sup>). Для характеристики біологічної дії УФ випромінювання користаються визначенням – мінімальної еритемної дози (МЕД) – найменшої енергетичної дози опромінення, яке призводить через 8 годин до почервоніння шкіряного покриву (еритеми), що зникає на наступну добу. Еритемна одиниця – рівномірне випромінювання з довжиною хвилі 296,7 нм і густиною потоку 20 мВт/м<sup>2</sup> (супроводжується різко вираженим почервонінням шкіри з больовим відчуттям). Максимальний еритемний ефект приходиться на випромінювання з довжиною хвилі 260 нм. З  $\lambda < 290$  нм УФ випромінювання поглинається шкірою цілком. Більш глибоких тканин досягають тільки 10% енергії з довжиною хвилі 290–320 нм і до 50% при  $\lambda = 320$ –380 нм. Багаторазове, триваюче роками УФ опромінення прискорює старіння шкіри і збільшує ймовірність розвитку раку шкіри.

Велику небезпеку створюють УФ випромінювання для органів зору. Вони поглинаються в основному рогівкою і кон'юктивою. Найбільше ураження рогівки викликає  $\lambda = 288$  нм. У кришталіку, в основному, поглинаються УФ випромінювання з  $\lambda = 320$ –390 нм. Мінімальна величина енергії, що викликає відповідну реакцію в кришталіку, в 2–3 рази вище, ніж відповідна величина її для рогівки. Тобто опік рогової оболонки відбудеться раніше, ніж виникне ураження кришталіка.

Разом з негативною дією УФ випромінювання має доброяку дію на людину за рахунок протікання фотохімічних реакцій, має бактери-

цидну дію, тобто УФ випромінювання має терапевтичну і тонізуючу дію. Згідно СН там, де недостатній рівень УФ випромінювання (при використанні тільки штучного освітлення; наприклад, в умовах Заполяр'я), використовують разом із загальним освітленням і ультрафіолетове освітлення спеціальними еритемними лампами. Величина еритемного опромінення визначається поверхневою густиною еритемного потоку в мілер/м<sup>2</sup>, для якого припустиме значення дорівнює 7,5 мер/м<sup>2</sup>. Для лікувального опромінення УФ випромінювання використовують також і спеціальні світлолікувальні кабінети – фотарії.

**Нормування УФ випромінювання.** Нормування ультрафіолетового випромінювання у виробничих приміщеннях здійснюють згідно з санітарними нормами СН 4557-88 (ДНАОП 0.03-3.17-88).

Допустимі значення густини ультрафіолетового випромінювання наведені у таблиці 2.26.

Таблиця 2.26

**Допустимі значення для УФ випромінювання**

Діапазон ультрафіолетового випромінювання, нм	Допустимі значення густини УФ випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>
220–280 (УФ-С)	0,01
280–320 (УФ-В)	0,01
320–400 (УФ-А)	10,0

**Захист від УФ випромінювань** досягається:

- 1 – захистом відстанню;
- 2 – екрануванням робочих місць;
- 3 – засобами індивідуального захисту;
- 4 – спеціальним фарбуванням приміщень і раціональним розташуванням робочих місць.

Визначаючи захисну відстань, використовують дані безпосередніх вимірів у конкретних умовах. Найбільш раціональним методом захисту є екранування джерел випромінювання різними матеріалами і світлофільтрами. Екрани виконуються у вигляді щитів, ширм, кабін. Повний захист від УФ випромінювання всіх областей забезпечує флінтглас (скло, яке вміщує оксид свинцю).

У якості ЗІЗ використовують спецодяг (куртки, брюки, рукавички, фартухи) із спеціальних тканин, що не пропускають УФ випромінювання (льняні, бавовняні, поплін); захисні окуляри та щитки із світлофільтрами. Для захисту рук застосовують мазі із вмістом речовин, що служать світлофільтрами (салол, саліцилово-метиловий ефір).



Стіни і ширми у цехах фарбують у світлі кольори (сірий, жовтий, блакитний), застосовуючи цинкове чи титанове білило для поглинання УФ випромінювань.

### 2.9.3. Захист від лазерних випромінювань

**Характеристика лазерного випромінювання (ЛВ).** В даний час лазерна техніка знаходить дуже широке застосування. Зараз нараховується більше 200 галузей застосування ОКГ. Вони використовуються в дальнометрії, системах передачі інформації, телебаченні, спектроскопії, в електронній та обчислювальній техніці, для забезпечення термоядерних процесів, біології, медицині, у металообробці, металургії, під час обробки твердих і надтвердих матеріалів, під час зварювальних робіт і ін. Мала кутова розбіжність ЛВ дозволяє здійснити його фокусування на площах малих розмірів (порівняних з довжиною хвилі) і одержувати щільність потужності світлового потоку, достатню для інтенсивного розігрівання і випаровування матеріалів (густина потужності випромінювання досягає  $10^{11}$ – $10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>). Висока локальність нагрівання і відсутність механічних дій дозволяє використовувати лазери для збирання мікросхем (зварювання металевих виводів і напівпровідникових матеріалів). За допомогою лазерного променя здійснюють проплав багатшарових матеріалів. Використовують ОКГ для приєднання резисторів, конденсаторів, виготовлення друкованих схем. Широко використовують ОКГ для одержання мікроотворів у надтвердих матеріалах.

Розширене застосування лазерних установок у різних галузях діяльності людини сприяє залученню великої кількості працівників для їх обслуговування. Поряд з унікальними властивостями (спрямованість і величезна густина енергії в промені) і перевагами перед іншим устаткуванням лазерні установки створюють певну небезпеку для здоров'я обслуговуючого персоналу.

Принцип дії лазерного випромінювання заснований на використанні змуженого (стимульованого) електромагнітного випромінювання, одержуваного від робочої речовини в результаті порушення його атомів електромагнітною енергією зовнішнього джерела. Стимульоване випромінювання має такі якості:

- 1 – когерентність (сталість різниці фаз між коливаннями і монохроматичність – практично ширина смуги випромінювання 2 Гц);
- 2 – мала розбіжність променя (22" – теоретична, 2' – практична);
- 3 – висока густина потужності ( $10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>).

У залежності від характеру робочої речовини розрізняють ОКГ: твердотілі (робоча речовина – рубін, скло з неодимом, пластмаси); напівпровідникові (ZnO, CaSe, Te, Pb і ін.); рідинні (з рідко земельними активаторами, органічними барвниками); газові (He-Ne, Ar, Xe, CO<sub>2</sub> та ін.).

За режимом роботи лазери підрозділяються на безупинної дії й імпульсні. Зараз отримано лазерне випромінювання в діапазоні від 0,6 мм (субміліметрові) до 1 мкм, що входить в області ІЧ, видиму УФ. Уже з'явилися повідомлення про створення лазерів у діапазоні рентгенівського (6 нм – 0,01 нм) і ведуться роботи зі створення лазерів в області гамма-випромінювання (0,01–0,0005 нм). Лазерне випромінювання в цих діапазонах крім монохроматичності, когерентності, гострої спрямованості і високої густини потужності буде мати і високу проникаючу здатність. Як ми вже говорили, лазерне випромінювання може бути сконцентрованим у вузько спрямованому промені з великою густиною потужності. Густина потужності в промені лазера досягає великих величин внаслідок додавання енергії безлічі когерентних променів окремих атомів, що приходять в обрану точку простору в однаковій фазі.

Густина потужності лазерного випромінювання на малій площині об'єкта визначається формулою:

$$P_s = \frac{P \cdot D^2}{\lambda^2 \cdot f^2}, \quad (2.74)$$

де  $P$  – вихідна потужність випромінювання лазера;

$D$  – діаметр об'єкта оптичної системи;

$\lambda$  – довжина хвилі;

$f$  – фокусна відстань оптичної системи.

Наприклад:  $P = 1$  МВт,  $\lambda = 0,69$  мкм,  $D/f = 1,2$ , тоді  $P_s = 3 \cdot 10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>. Для порівняння густина потужності випромінювання на поверхні Сонця  $10^8$  Вт/см<sup>2</sup>.

Лазерне випромінювання з високою густиною потужності супроводжується високою напруженістю електричного поля:

$$E_n = \sqrt{\eta_0 \cdot \rho_s} = \sqrt{2 \cdot \rho_s \cdot \sqrt{\mu / \epsilon}}, \quad (2.75)$$

де  $\mu$  – магнітна проникність середовища (для повітря  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м);

$\epsilon$  – діелектрична проникність середовища (для повітря  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м).

Значення електричної напруженості у вакуумі, якщо  $P = 1$  МВт, складає  $2,74 \cdot 10^6$  В/м.

Випромінювання лазера з величезною густиною потужності руйнує і випаровує матеріали. Одночасно в області падіння ЛВ на поверхню в матеріалі створюється світловий тиску сотні тисяч

мегапаскалей (мільйони атмосфер) (лазерний промінь – потік фотонів, кожний з яких має енергію й імпульс сили) до  $10^6$  МПа. При цьому виникає температура до декількох мільйонів градусів К. При фокусуванні лазерного променя в газі відбувається утворення високо-температурної плазми, що є джерелом легкого рентгенівського випромінювання (1 нм).

При проходженні променю через неоднорідне середовище (повітря, деяке середовище) відбувається розбіжність і блукання, тобто відбивання променя. Відрізняють дзеркальне і дифузне відбивання лазерного променя.

Для оцінки дифузного відображення випромінювання слід враховувати геометричні розміри поверхні, що відбиває (крапкова чи протяжна).

Густина енергії для прямого випромінювання визначається формулою

$$E = \frac{4 \cdot I_0}{\pi \cdot (R \cdot \varphi)} \cdot e^{-\sigma R}, \quad (2.76)$$

де  $I_0$  – вихідна енергія ОКГ, (Вт) Дж;

$\varphi$  – кут розбіжності випромінювання;

$R$  – відстань ОКГ до розрахункової точки, м;

$\sigma$  – коефіцієнт ослаблення випромінювання ОКГ повітряним середовищем (залежить від дальності видимості)  $\sigma = 3,9/V$ ,  $V$  – видимість.

В умовах відбитого випромінювання густина енергії в заданій точці можна визначити за формулою:

$$E = \frac{I_n \cdot K \cdot \cos \beta}{\pi \cdot R^2 \cdot K_1}, \quad (2.77)$$

де  $I_n$  – енергія, що падає на відбиваючу поверхню, Дж;

$K$  – коефіцієнт відбиття поверхні;

$\beta$  – кут між нормаллю до поверхні і напрямком візування;

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує розміри плями (наприклад, якщо  $R > 30\theta$  (радіусів плям), то  $K_1 = 1$  (точкове джерело).

**Біологічна дія лазерного випромінювання.** Під біологічною дією розуміють сукупність структурних, функціональних і біохімічних змін, що виникають у живому організмі. ЛВ впливають на весь організм – шкіру, внутрішні органи, але особливо небезпечно для зору. Результат впливу ЛВ визначається

як фізіологічними властивостями окремих тканин (відбиваючою і поглинаючою здатністю, теплоємністю, акустичними і механічними властивостями), так і характеристиками ЛВ (енергія в імпульсі, щільність потужності, довжина хвилі, тривалість дії, площа опромінювання). Тому що біологічні тканини мають різні характеристики поглинання, ЛВ діє вибірково на різні органи.

При дії лазерного випромінювання на біологічні об'єкти розрізняють термічний та ударний ефекти.

*Термічний ефект.* Ураження ЛВ подібне до теплового опіку: відбувається омертвіння тканин у результаті опіку. Для ЛВ характерні різкі границі уражених ділянок і можливість концентрації енергії в глибоких шарах тканини. На характер ушкодження сильно впливає ступінь природного пофарбування (пігментації), мікроструктура і щільність тканин. Максимальному ураженню піддаються тканини, що містять безбарвну речовину – меланін (пігмент шкіри), який поглинає  $\lambda_{\max} = 0,5 - 0,55$  мкм, тобто в діапазоні випромінювань найбільш розповсюджених ОКГ. Специфічне фарбування печінки і селезінки призводить до того, що їх  $\lambda_{\max} = 0,48$  і  $0,51$  мкм – характерні частоти аргонових ОКГ (синьо-зелене забарвлення). Залежність ступеня ураження від потужності випромінювання близька до лінійного. Для ОКГ із  $\lambda = 0,48 - 10,6$  мкм гранична щільність лазерної енергії для біологічної тканини дорівнює  $50$  Дж/см<sup>2</sup>.

Прояв теплової дії: від опікових міхурів і випаровування поверхневих шарів до ураження внутрішніх органів. Ступінь ураження поверхні тіла залежить від того, сфокусоване чи несфокусоване випромінювання. Для внутрішніх органів фокусування ЛВ має менше значення.

Тепловий ЛВ ефект характерний у випадку безупинного режиму роботи ОКГ.

*Ударний ефект.* Причиною багатьох видів ураження ЛВ є ударні хвилі. Різка підвищення тиску поширюється спочатку з надзвуковою швидкістю, а потім сповільнюється. Ударна хвиля може виникнути як на поверхні тіла, так і у внутрішніх органах. Поширення ударної хвилі в організмі призводить до руйнування внутрішніх органів без будь-яких зовнішніх проявів. Взаємодія ЛВ з біологічною тканиною, крім ударної хвилі, призводить до появи УЗ хвиль ( $2 \cdot 10^4 - 10^{13}$  Гц), що викликають кавітаційні процеси і руйнування тканин.

Ударний ефект характерний для імпульсного режиму роботи ОКГ.

*Вплив ЛВ невеликої інтенсивності* призводить до різних функціональних зрушень у серцево-судинній системі, ендокринних залозах, центральній нервовій системі. З'являється стомлюваність, великі стрибки артеріального тиску, головні болі та ін.

З локальних дій найбільше небезпечне ЛВ для очей. Для  $\lambda < 0,4$  мкм і  $\lambda > 1,4$  мкм ЛВ являє небезпеку для рогівки очей і шкіри, а у значен-

нях  $\lambda = 0,4 - 1,4$  мкм – для сітківки ока. Кришталік ока діє, як додаткова фокусуєча оптика, що підвищує концентрацію енергії на сітківці. Це значно (у 5–10 разів) знижує максимально припустимий рівень опромінювання для зіниці ока.

**Нормування лазерного випромінювання.** Нормування лазерного випромінювання здійснюється згідно санітарних норм і правила СНиП 5804-91. За нормативами для проектування лазерної техніки має бути діючим принцип відсутності впливу на людину прямого, дзеркального та дифузного випромінювання.

Визначаючи клас небезпеки лазерного випромінювання враховують три спектральних діапазони (нм): I –  $180 < \lambda \leq 380$ , II –  $380 < \lambda \leq 1400$ , III –  $1400 < \lambda \leq 10^5$ .

Нормованими параметрами ЛВ з погляду небезпеки є енергія  $W$  (Дж) і потужність  $P$  (Вт) випромінювання, що пройшло обмежуючу апертуру діаметрами  $d_a = 1,1$  мм (у спектральних діапазонах I і II) і  $d_a = 7$  мм (у діапазоні III); енергетична експозиція  $H$  і опромінення  $E$ , усереднені по обмежуючій апертурі:

$$H = W/S_a; E = P/S_a, \quad (2.78)$$

де  $S_a$  – площа обмежуючої апертури.

Згідно нормативам лазерне устаткування за ступенем небезпеки розділяється на 4 класи:

1 клас – повністю безпечні лазери, які не мають шкідливої дії на очі та шкіру;

2 клас – мають небезпеку для очей та шкіри у випадку дії колімірованим (прямим), тобто замкнутим у малому куті розповсюдження пучком; однак, дзеркальне або дифузне випромінювання таких лазерів безпечно для людини;

3 клас – це лазери, які діють у видимій межі спектру і являють небезпеку як для очей (прямим і дзеркальним випромінюванням на відстані 10 см від відбиваючої поверхні), так і шкіри (тільки прямий пучок);

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

Згідно СНиП 5804-91 регламентуються гранично допустимі рівні (ГДР) для кожного режиму роботи лазера і його спектрального діапазону і встановлюється для двох умов – одночасного та хронічного (того, що систематично повторюється) опромінювання. Граничні значення щільність потоку нормується на шкірі, сітківці, рогівці. Наприклад, відповідно до санітарних норм, під час роботи з ОКГ ГДР випро-

мінювання для очей є енергія  $W$  (Дж), яка нормується в залежності від довжини хвилі і тривалості впливу (таблиця 2.27). Гранично допустимі рівні лазерного випромінювання у діапазоні  $1400 < \lambda \leq 10^5$  нм наведені у таблиці 2.28.

Таблиця 2.27

**Гранично допустимі дози у випадку однократного впливу на очі колімірованого (прямого) лазерного випромінювання**

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

Примітки: 1. Тривалість впливу менше 1 с.

2. Діаметр обмежуючої апертура  $7 \cdot 10^{-3}$  м.

**Вимоги безпеки під час роботи з ОКГ.** Крім дії лазерного променя (прямого, дзеркально та дифузно відбитого) експлуатація ОКГ супроводжується комплексом інших шкідливих та небезпечних факторів:

1 – висока напруга зарядних пристроїв, що живлять батарею конденсаторів великої ємності;

2 – забруднення повітряного середовища хімічними речовинами, що утворюються під час накачування (озон, оксид азоту) та під час випаровування матеріалу мішені (оксид вуглецю, оксиди металів і ін.);

3 – УФ випромінювання імпульсних ламп і газорозрядних трубок (супутнє випромінювання);

4 – світлове випромінювання під час роботи ламп накалювання;

**Граничні дози у випадку однократного впливу  
на очі і шкіру прямого чи розсіяного лазерного випромінювання**

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

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

5 – рентгенівське випромінювання (супутнє вторинне);

6 – утворення часток високих енергій під час опромінення мішені ЛВ;

7 – іонізуюче випромінювання, використовуване для накачування;

8 – ЕМП, що утворюються під час роботи генераторів ВЧ, УВЧ;

9 – шуми при роботі механічних затворів, насосів, шум ударних хвиль;

10 – токсичні рідини (робоче тіло в рідинних ОКГ), наприклад, оксиди хлору, фосфору та ін.

Таким чином, експлуатація лазерів потребує впровадження комплексу різноманітних захисних заходів.

Діючі ОКГ слід розміщати в окремих, спеціально виділених приміщеннях, які не повинні мати дзеркальних поверхонь. Поверхні приміщень повинні мати коефіцієнт відбивання не більш 0,4. Стіни, стеля і підлога повинні мати матову поверхню. У приміщенні повинна бути висока освітленість ( $K_{ПО} \geq 1,5\%$ ,  $E_{заг} \geq 150$  лк). Приміщення повинне обладнуватись загальнообмінною вентиляцією і місцевими відсмокту-

вачахи. Забороняється проводити орієнтацію променя на вікна та двері. Суворо обмежується доступ осіб до ОКГ. Установлюються попереджувальні знаки і система сигналізації про роботу ОКГ. По можливості доцільно екранувати промінь (поміщувати у світлонепроникному екрані). Застосовують різні типи екранів для запобігання виходу променя (металеві, пластмасові). Вивішують знаки безпечної (небезпечної) зони (ГОСТ 12.4.026-76). Для запобігання ураженню органів зору застосовують спеціальні окуляри зі світлофільтрами. Як матеріали для протилазерних окулярів використовують:

- 1 – поглинаючі стекла і пластмаси;
- 2 – відбиваючі діелектричні тонкоплівочні, що відбивають 90–95% падаючої світлової енергії (оксиди титану та ін.);
- 3 – комбіновані, що складаються з поглинаючих і відбиваючих матеріалів.

Важливі характеристики фільтрів: висока вибірковість положення і відбивання, а також значна термостійкість. У цьому плані найкращі показники мають багатошарові фільтри. Для багатошарових фільтрів граничне значення пробою може досягати  $10^{15}$  Вт/м<sup>2</sup>. Для кожної довжини хвилі підбираються окуляри з відповідними характеристиками. Наприклад, окуляри типу СЗС-22 (максимальна ефективність у діапазоні  $\lambda = 0,69\text{--}1,6$  нм).

Поряд із захисними окулярами в лабораторіях з використанням ОКГ необхідно виключити попадання лазерного випромінювання на відкриті ділянки шкіри. При густині 50 Дж/см<sup>2</sup> у людини спостерігаються значні необоротні ушкодження відкритої шкіри. Для захисту шкіри застосовують фетровий одяг, шкіряні рукавички.

Для зменшення густини відбитої (дифузійної) енергії необхідно підбирати колір фарбування стін. Так, темносиня олійна фарба відбиває тільки 16% хвиль довжиною 1,06 мкм і 12% хвиль 0,69 мкм. Низьке відбиття для хвиль довжиною 0,69 мкм має темно-зелене фарбування (15%). Для створення екрануючих штор рекомендують чорні густі тканини, які не пропускають хвилі завдовжки 1,06–0,69 мкм.

## **2.10. ЗАХИСТ ВІД ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ**

### **2.10.1. Загальні положення**

Радіоактивність та супутнє їй іонізуюче випромінювання (ІВ) існували на Землі завжди. У біосфері існують понад 60 природних джерел іонізуючого випромінювання. В основному, сучасна людина



опромінюється джерелами природного походження (космічного та земного). На частку земного припадає 5/6 природного опроміювання, в основному внаслідок дії радіонуклідів, що попадають в організм з їжею, водою та повітрям. Радіоактивні ізотопи (калій–40, уран–238, торій–232 та ін.) містяться у гірських породах, які широко використовуються в будівництві та інших галузях господарства. В золі, яка утворюється при спалюванні вугілля, знаходяться низка радіоактивних речовин: уран, радій, торій, полоній, калій, з питомою активністю 130–1700 Бк/кг. Викиді у атмосферу теплових електростанцій, що спалюють вугілля значно збільшують дозу іонізуючого опроміювання для населення, яке мешкає в цьому районі.

Дослідження показали, що значна частина природного опроміювання припадає на газ радон, який утворюється у результаті розпаду урану та торію і виділяється з породи (граніт, пемза), будівельних матеріалів, у результаті розпилювання води, спалюванні газу. В закритих приміщеннях активність радону може досягати кількох тисяч Бк/м<sup>3</sup>. Крім зазначеного, проблема іонізуючого опроміювання пов'язана з рядом технологій, які використовуються в сучасному суспільстві. Швидкий розвиток ядерної енергетики і широке впровадження джерел іонізуючих випромінювань у різних галузях науки, техніки, суспільного виробництва створили потенційну загрозу радіаційної небезпеки для людини і забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами. Так, в Україні більше 40% електроенергії виробляється на атомних електростанціях (АЕС). У той же час, усі компоненти ядерного паливного циклу створюють значну радіаційну проблему (добування та збагачення урану, його транспортування, спалювання уранового палива та зберігання відходів). Особливо катастрофічні наслідки аварій на таких об'єктах як для окремого регіону чи країни, так і усієї біосфери Землі. Прикладом такої катастрофи є аварія на Чорнобильській АЕС в 1986 р.

Серед штучних джерел ІВ важливим для сучасної людини є медичні дослідження та радіотерапія. Так, при рентгенографії зубів доза опроміювання у черепі може досягати 60–130 мкЗв. У середньому світовий рівень додаткової дози від медичних процедур дорівнює 0,4 мЗв на рік, що складає 20% від фонового опроміювання. В промисловості та науці джерелами ІВ є установки рентгеноструктурного аналізу, радіаційні дефектоскопи, товщиноміри, високовольтні електровакуумні прилади та ін. Таким чином, людина підпадає під вплив ІВ різноманітних джерел і тому питання захисту від них (чи радіаційна безпека) перетворюються в одну з найважливіших проблем сучасності.

## 2.10.2. Основні поняття і характеристики іонізуючих випромінювань

*Іонізуюче випромінювання* – випромінювання, взаємодія якого з середовищем призводить до утворення в останньому електричних зарядів різних знаків, тобто до іонізації цього середовища. Основними характеристиками для джерел ІВ є: радіоактивність, час напіврозпаду, енергія випромінювань, глибина проникнення, іонізуюча здібність. Для оцінки дії ІВ використовують поняття доз, потужність доз, тканинний зважуючий фактор, час напіввиведення з організму тощо.

*Радіоактивність (A)* – самовільне перетворення (розпад) атомних ядер деяких хімічних елементів (урану, торію, радію та ін.), що приводить до зміни їхнього атомного номера і масового числа. Такі елементи називаються радіоактивними. У результаті їх розпаду утворюються різні частки або електромагнітне випромінювання яке здатне іонізувати середовище.

Радіоактивні речовини розпадаються з визначеною для кожної речовини, швидкістю. Число ядер даного елемента, яке розпадається за одиницю часу ( $A$ ), пропорційне повному числу ядер  $N$ , тобто

$$A = -dN/dt = \lambda N, \quad (2.79)$$

де  $\lambda$  – постійна радіоактивного розпаду, яка характеризує вірогідність розпаду на одне ядро за одиницю часу. Чим більша  $\lambda$ , тим більша швидкість розпаду.

Цей процес також може бути описаний формулою:

$$N_t = N_0 (-\lambda t), \quad (2.80)$$

де  $N_t$  і  $N_0$  – число радіоактивних ядер в початковий момент та через період часу  $t$  відповідно.

Тобто швидкість розпаду  $A$  є активність радіонуклідів. У системі одиниць СИ за одиницю активності прийняте одне ядерне перетворення в секунду. Ця одиниця одержала назву бекерель (Бк). Позасистемною одиницею виміру активності є Кюрі (Ки). Це активність радіонукліда в джерелі, в якому відбувається  $3,7 \cdot 10^{10}$  актів розпаду в одну секунду. Одиниця активності кюрі відповідає активності 1 г Ра.

Частки, що випускаються радіоактивним джерелом утворюють потік, якій вимірюється числом часток у 1 с. Число часток, що приходиться на одиницю поверхні (квадратний сантиметр), є густина потоку часток (часток/ (хв · см<sup>2</sup>), часток./ (с · см<sup>2</sup>).

У дозиметрії застосовуються питома активність  $A_m$  (Бк/кг), об'ємна  $A_v$  (Бк/м<sup>3</sup>) і поверхнева  $A_s$  (Бк/м<sup>2</sup>) активності джерел.

Постійна розпаду  $\lambda$  зв'язана з періодом напіврозпаду  $T_{1/2}$ , тобто періодом за який кількість активних ядер зменшується удвічі співвідношенням

$$T_{1/2} = 0,693/\lambda. \quad (2.81)$$

Кожний ізотоп має свої значення  $T_{1/2}$ . Наприклад, для калію–40  $T_{1/2}=1,28 \cdot 10^9$  років, цезію–137  $T_{1/2}=30$  років, стронцію–90  $T_{1/2}=28$  років, йоду–131  $T_{1/2}=8$  діб.

У результаті радіоактивних перетворень виникають різні частки –  $\alpha$  (альфа),  $\beta$  (бета),  $n$  (нейтрони), фотони –  $\gamma$  (гама),  $R$  (рентгенівські) та ін., які мають різні енергетичні параметри і здатність іонізувати середовище.

$\alpha$ -випромінювання – потік позитивно заряджених часток (ядер атомів гелію), що утворюються при розпаді ядер або при ядерних реакціях. Вони мають велику іонізуючу дію, але малу проникаючу здатність.

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

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

Рентгенівське випромінювання це також електромагнітне (фотонне) випромінювання, яке утворюється при змінах енергетичного стану електронних оболонок атома (зупинці або гальмуванні електронів великих швидкостей). Гамма та рентгенівські випромінювання мають невелику іонізуючу дію, але дуже велику проникаючу здатність. Основні характеристики іонізуючих випромінювань подані у таблиці 2.29.

Таблиця 2.29

### Основні характеристики іонізуючих випромінювань

Вид випромінювання	Фізична природа	Швидкість розповсюдження, км/с	Енергія випромінювань, МеВ	Глибина проникнення		Іонізуюча здібність, пар іонів на 1 мм пробігу в повітрі
				Повітря	Біологічна тканина	
Альфа ( $\alpha$ )	Ядра гелію $He^+$	20000	1,83–11,65	2,5–11 см	30–130 мкм	1000–3000
Бета ( $\beta$ )	Електрони, позитрони	290000	0,005–8,0	0,002–34 м	0,002–41,3 мм	30–50
Гамма ( $\gamma$ )	Фотонне, ЕМВ (довжина хвилі 0,01–0,0005 нм)	300000	0,01–10	4,8–0,02* (по воді)	4,99–0,02* (по воді)	2–4

\* – коефіцієнт ослаблення енергії фотонів (масовий коефіцієнт передачі енергії).

Іонізуючі випромінювання, проходячи через речовини, взаємодіють з їх атомами і молекулами. Така взаємодія призводить до порушення атомів і виривання окремих електронів з електронних оболонок нейтрального атома. У результаті атом, позбавлений одного чи декількох електронів, перетворюється в позитивно заряджений іон – відбувається іонізація. Електрони, що втратили в результаті багаторазових зіткнень свою енергію, залишаються вільними чи приєднуються до якого-небудь нейтрального атома, утворюючи негативно заряджені іони. Таким чином, енергія випромінювання при проходженні через речовину витрачається, в основному, на іонізацію середовища. Число пар іонів, що створюються ІВ у речовині на одиниці шляху пробігу, називається *питомою іонізацією*, а середня енергія, що витрачається іонізуючим випромінюванням на утворення однієї пари іонів, – *середньою роботою іонізації*.

В міру просування у середовище заряджена частка втрачає свою енергію. Відстань, пройдена часткою від місця утворення до місця втрати нею надлишкової енергії, називається *довжиною пробігу*.

Розповсюдження випромінювання у речовині може бути охарактеризовано поняттям «шар половинного ослаблення» – тобто товщина шару певної речовини, при проходженні через який інтенсивність випромінювання послаблюється у два рази. Таким чином можна визначити необхідну кількість шарів половинного ослаблення  $n$  для зменшення інтенсивності випромінювання в  $K$  разів:

$$K = 2^n; n = 3,322 \lg K. \quad (2.82.)$$

Ступінь, глибина і форма променевих уражень, що розвиваються в тканинах біологічних об'єктів при впливі на них ІВ, у першу чергу залежать від величини поглиненої енергії випромінювання. Для характеристики цього показника використовується поняття *поглиненої дози* ( $D_{\text{погл}}$ ), тобто енергії поглиненою одиницею маси речовини, що опромінюється:

$$D_{\text{погл}} = dE / dm, \quad (2.83)$$

де  $dE$  – середня енергія, що передана ІВ речовині у елементарному об'ємі,  $dm$  – елементарний об'єм маси речовини.

За одиницю поглиненої дози опромінення приймається джоуль на кілограм (Дж/кг) – Грей (Гр). Грей – поглинена доза випромінювання, це енергія в 1Дж будь-якого іонізуючого випромінювання, яка передана одному кілограму речовини, що опромінюється. У радіобіології і радіаційній гігієні широке застосування одержала позасистемна одиниця поглиненої дози – рад. Рад – це така поглинена доза, при якій кількість поглиненої енергії в 1 г будь-якої речовини складає 100 ерг незалежно від виду й енергії випромінювання, 1 рад = 0,01 Гр.

Для характеристики дози за ефектом іонізації, що викликається у повітрі, використовується так звана *експозиційна доза* ( $D_{\text{експ}}$ ) рентгенівського і  $\gamma$ -випромінювань – кількісна характеристика рентгенівського і  $\gamma$ -випромінювань, заснована на їх іонізуючій дії і виражена сумарним електричним зарядом іонів одного знака, утворених в одиницях об'єму повітря в умовах електронної рівноваги.

$$D_{\text{експ}} = dQ/dm, \quad (2.84)$$

де  $dQ$  – прирощення сумарного заряду усіх іонів одного знака, які були утворені у елементарному об'ємі повітря,  
 $dm$  – маса елементарного об'єму повітря.

За одиницю експозиційної дози рентгенівського і  $\gamma$ -випромінювань приймається кулон на кілограм (Кл/кг).

*Кулон на кілограм* – експозиційна доза рентгенівського (R) або гамма ( $\gamma$ )–випромінювань, при якій сполучена з цим випромінюванням корпускулярна емісія на кілограм сухого атмосферного повітря утворює у повітрі іони, що несуть заряд у 1 Кл електрики кожного знака.

Позасистемної одиницею експозиційної дози рентгенівського (R) і гамма ( $\gamma$ )–випромінювань є рентген (P).

*Рентген* – одиниця експозиційної дози фотонного випромінювання, при проходженні якого через 0,001293 г повітря в результаті завершення всіх іонізаційних процесів у повітрі створюються іони, що несуть одну електростатичну одиницю кількості електрики кожного знака. 0,001293 г – маса 1 см<sup>3</sup> сухого атмосферного повітря за нормальних умов [температура 20°C і тиск 1013 МПа (1 атм фізична чи 760 мм рт. ст.)], у якій відбуваються первинні процеси взаємодії фотонів з повітрям. За визначенням, 1 P відповідає заряду 1 СГСЕ =  $nq$ , де  $n$  – число іонів,  $q$  – заряд іона ( $q = 4,8 \cdot 10^{-10}$  СГСЕ).

Таким чином, для одержання експозиційної дози в 1 P потрібно, щоб витрачена на іонізацію в 1 см<sup>3</sup> (чи в 1 г) повітря енергія відповідно дорівнювала

$$1P = 0,114 \text{ ерг/см}^3 = 87,7 \text{ ерг/г.}$$

Величини 0,114 ерг/см<sup>3</sup> і 87,7 ерг/г прийнято називати енергетичними еквівалентами рентгена. Співвідношення між поглиненою дозою випромінювання, вираженої в радах, і експозиційною дозою рентгенівського і  $\gamma$ -випромінювань, вираженої в рентгенах, для повітря має вигляд

$$D_{\text{експ}} = 0,877 D_{\text{погл}}. \quad (2.85)$$

Поглинена чи експозиційна дози випромінювань, віднесені до одиниці часу, називаються *потужністю дози* (P) відповідно поглиненої

чи експозиційної. Вона характеризує швидкість нагромадження дози і може чи збільшуватися чи зменшуватися згодом.

Якщо за деякий проміжок часу  $dt$  збільшення дози дорівнює  $dD$ , то середнє значення потужності дози:

$$P = dD/dt. \quad (2.86)$$

Різні види ІВ справляють неоднакові біологічні дії. Для оцінки біологічної дії різних видів ІВ нормативами НРБУ-97 (Норми радіаційної безпеки України) введено поняття радіаційний зважуючий фактор –  $W_R$ , який показує у скільки разів даний вид випромінювання справляє більш сильну біологічну дію, ніж  $\gamma$  (R) – випромінювання при однаковій поглиненій дозі. Для  $\alpha$ -випромінювання  $W_R$  складає 20, для  $\beta$ -випромінювання 1 і нейтронного випромінювання – 5–20.

Для оцінки можливих наслідків іонізуючого опромінювання з урахуванням іонізуючої здатності випромінювання введено поняття *еквівалентної дози* (H):

$$H = D_{\text{погл}} \cdot W_R; \quad (2.87)$$

Одиницею виміру еквівалентної дози в системі СИ є зіверт,  $1 \text{ Зв} = \text{Дж/кг}$ . Позасистемною одиницею еквівалентної дози є бер,  $1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв}$ .

Якщо еквівалентні дози однакові, ступінь ураження окремих органів і тканин тіла людини залежить від радіаційної чутливості цих органів і тканин. Для оцінки ступеня радіаційного ураження людини з урахуванням радіаційної чутливості окремих органів і тканин введено поняття *ефективної дози* (E), яка визначається виразом:

$$E = \sum H_T \cdot W_T, \quad (2.88)$$

де  $H_T$  – еквівалентна доза в тканині чи органі,

$W_T$  – тканинний зважуючий фактор, який характеризує відносний стохастичний ризик опромінювання окремих тканин ( $W_T$  для гонад – 0,2; для червоного кісткового мозку, кишечнику, легень – 0,12; для більшості внутрішніх органів – 0,05; для шкіри, кісток – 0,01).

### 2.10.3. Біологічний вплив іонізуючих випромінювань

Механізм взаємодії випромінювання з речовиною залежить від властивостей середовища, виду та енергії випромінювання.

Вивчення дії випромінювання на організм людини визначило наступні особливості:

- дія ІВ на організм невідчутна людиною. У людей відсутній орган почуття, що сприймає іонізуючі випромінювання. Тому людина може проковтнути чи вдихнути радіоактивну речовину без усяких первин-

них відчуттів. Дозиметричні прилади є як би додатковим органом почуттів, призначеним для сприйняття ІВ;

- висока ефективність поглиненої енергії. Мала кількість поглиненої енергії випромінювання може викликати глибокі біологічні зміни в організмі;

- різні органи живого організму мають свою чутливість до опромінення. При щоденному впливі дози 0,002–0,005 Гр вже настають зміни в крові;

- наявність прихованого чи інкубаційного періоду прояву дії іонізуючого випромінювання. Цей період часто називають періодом удаваного благополуччя. Тривалість його скорочується зі збільшенням дози;

- дія малих доз може підсумовуватися чи накопичуватися. Цей ефект називається кумуляцією;

- вплив опромінювання може проявлятися безпосередньо на живому організмі у вигляді миттєвих уражень (соматичний ефект), через деякий час у вигляді різноманітних захворювань (соматично-стохастичний ефект), а також на його потомстві (генетичний ефект);

- не кожен організм у цілому однаково реагує на опромінення.

Іонізуюче випромінювання, впливаючи на живий організм, викликає в ньому ланцюг зворотних і незворотних змін, що призводять до тих чи інших біологічних наслідків, залежно від виду, рівня опромінення, часу дії, розміру поверхні, яка опромінюється, та властивостей організму. Первинним етапом – спусковим механізмом, що ініціює різноманітні процеси в біологічному об'єкті, є іонізація і порушення молекулярних зв'язків. У результаті впливу ІВ порушується нормальний плин біохімічних процесів і обмін речовин, блокується ділення клітин та процеси регенерації тканин. Відомо, що 2/3 загального складу тканини людини складають вода і вуглець. Вода під впливом випромінювання розщеплюється на водень Н і гідроксильну групу ОН, що безпосередньо, або через ланцюг вторинних ланцюгових перетворень призводить до утворення продуктів з високою хімічною активністю: гідратного оксиду  $\text{HO}_2$  і перекису водню  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Ці з'єднання взаємодіють з молекулами органічної речовини тканини, окисляючи і руйнуючи її на клітинному рівні.

Залежно від величини поглиненої дози випромінювання та індивідуальних особливостей організму викликані зміни можуть бути зворотними чи незворотними. У випадку невеликих доз уражені тканини відновлюють свою функціональну діяльність. Великі дози при тривалому впливі можуть викликати незворотне ураження окремих органів чи всього організму.

Будь-який вид ІВ викликає біологічні зміни в організмі як при зовнішньому (джерело знаходиться поза організмом), так і при внутрішньому опромі-

ненні (радіоактивні речовини попадають усередину організму, наприклад пероральним чи інгаляційним шляхом). Найбільш небезпечними щодо внутрішнього опромінення є речовини, які мають більшу іонізуючу здатність, тобто  $\alpha$ - і  $\beta$ -випромінювачі. Зовнішнє опромінення  $\alpha$ -, а також  $\beta$ -частками менш небезпечно. Вони мають невеликий пробіг у тканині і не досягають кровотворних чи інших внутрішніх органів. Небезпечними для зовнішнього опромінення є  $\gamma$ - і нейтронне випромінювання, що проникає у тканину на велику глибину і руйнує її.

Важливим фактором впливу ІВ на організм є тривалість опромінення. У результаті одноразового опроміненні всього тіла людини можливі біологічні порушення залежать від сумарної поглиненої дози випромінювання.

Поглинена доза випромінювання, що викликає ураження окремих частин тіла, а потім смерть, перевищує смертельну поглинену дозу опромінення всього тіла. Смертельні поглинені дози для окремих частин тіла наступні: голова – 20 Гр, нижня частина живота – 30 Гр, верхня частина живота – 50 Гр, грудна клітка – 100 Гр, кінцівки – 200 Гр. Променеві захворювання можуть початися вже при дозі в 1 Гр. При загальному опроміненні за короткий термін доза 5–6 Гр призводить до смертельного результату у 100% опромінених, якщо постраждалим не була вчасно надана спеціальна медична допомога.

Ступінь чутливості різних тканин до опромінення неоднакова. Якщо розглядати тканини органів у порядку зменшення їхньої чутливості до впливу випромінювання, то одержимо наступну послідовність: зародкові клітини, червоний кістковий мозок, селезінка, легені, лімфатична тканина, зобна залоза. Велика чутливість кровотворних органів до радіації лежить в основі визначення характеру променевої хвороби. У разі одноразового опромінення всього тіла людини поглиненою дозою 0,5 Гр за добу після опромінення може різко скоротитися число лімфоцитів. Зменшиться також і кількість еритроцитів (червоних кров'яних тілець) по закінченні двох тижнів після опромінення. У здорової людини нараховується біля  $10^{14}$  червоних кров'яних тілець (щоденне відтворення  $10^{12}$ ), а у хворого променевою хворобою таке співвідношення порушується, і в результаті гине організм.

Ступінь ураження організму залежить від розміру поверхні, що опромінюється. Зі зменшенням поверхні, що опромінюється, зменшується і біологічний ефект. Так, у разі опромінення фотонами поглиненою дозою 4 Гр ділянки тіла площею 6 см<sup>2</sup> помітного ураження організму не спостерігалось, а у разі опромінення такою ж дозою всього тіла було 50% смертельних випадків.

Радіоактивні речовини можуть потрапляти всередину організму в результаті вдихання повітря, забрудненого радіоактивними елементами, із забрудненою їжею чи водою, через шкіру, а також у результаті зараження відкритих ран.

Найчастіше радіоактивні речовини попадають в організм через травний тракт внаслідок недотримання вимог безпеки.

Небезпека радіоактивних джерел, що попадають тим чи іншим шляхом в організм людини, тим більше, чим вище їх активність. Ступінь небезпеки залежить також від швидкості виведення речовини з організму. Період напівви-



ведення  $T_{\text{нв}}$ , тобто термін за який активність нукліда в організмі зменшиться у два рази, для калію-40  $T_{\text{нв}} = 58$  діб; цезію-137  $T_{\text{нв}} = 70$  діб; для стронцію-90  $T_{\text{нв}} = 1,8 \cdot 10^4$  діб.

Деякі радіоактивні речовини, потрапляючи в організм, розподіляються в ньому більш-менш рівномірно, інші концентруються в окремих внутрішніх органах. Так, у кісткових тканинах відкладаються джерела  $\alpha$ -випромінювання (радій-226, уран-238, плутоній-239);  $\beta$ -випромінювання (стронцій-90, ітрий-91). Ці елементи, хімічно зв'язані з кістковою тканиною, дуже важко виводяться з організму. Тривалий час утримуються в організмі також елементи з великим атомним номером (полоній, уран і ін.). Елементи, що утворюють в організмі легкорозчинні солі, накопичуються в м'яких тканинах і відносно легко видаляються з організму. У м'язових тканинах більш менш рівномірно розподіляються джерела  $\beta$ -випромінювання натрій-24 та цезій-137, а у щитовидній залозі відбувається накопичування  $\gamma$ -випромінюючого елемента йод-131. Накопичування радіоактивних елементів в окремих тканинах та органах обумовлює з часом розвиток в них патологічних змін, наприклад злоякісних пухлин.

#### 2.10.4. Нормування іонізуючих випромінювань

Допустимі рівні ІВ регламентуються «Нормами радіаційної безпеки України НРБУ-97», які є основним документом, що встановлює радіаційно-гігієнічні регламенти для забезпечення прийнятих рівнів опромінення як для окремої людини, так і суспільства взагалі. НРБУ-97 поширюються на ситуації опромінення людини джерелами ІВ в умовах:

- нормальної експлуатації індустриальних джерел ІВ;
- медичної практики;
- радіаційних аварій;
- опромінення техногенно-підсиленими джерелами природного походження.

Згідно з цими нормативними документами опромінюванні особи поділяються на наступні категорії:

А – персонал – особи, котрі постійно або тимчасово безпосередньо працюють з джерелами ІВ;

Б – персонал – особи, що безпосередньо не зайняті роботою з джерелами ІВ, але у зв'язку з розміщенням робочих місць у приміщеннях і на промислових площадках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть одержувати додаткове опромінення;

В – все населення.

НРБУ-97 включають такі регламентовані величини: ліміт дози, допустимі рівні, контрольні рівні, рекомендовані рівні та ін. Для контролю за практичною діяльністю, а також підтримання радіаційного стану навколишнього середовища найбільш вагомою регламентованою

величиною є ліміт ефективної дози опромінення за рік (мЗв/рік). Також встановлюють ліміт річної еквівалентної дози зовнішнього опромінювання окремих органів і тканин (таблиця 2.30).

*Таблиця 2.30*

**Ліміти дози опромінювання (мЗв/рік)**

Показник	Категорія осіб, які зазнають опромінювання		
	А	Б	В
ЛД <sub>E</sub> (ліміт ефективної дози)	20*	2	1
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінювання:			
– ЛД <sub>lens</sub> (для кришталика ока)	150	15	15
– ЛД <sub>skin</sub> (для шкіри)	500	50	50
– ЛД <sub>extrim</sub> (для кистей та стоп)	500	50	–

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

З метою зниження рівнів опромінювання населення Міністерство охорони здоров'я України запроваджує рекомендовані рівні медичного опромінювання. Під час проведення профілактичного обстеження населення річна ефективна доза не повинна перевищувати 1 мЗв. НРБУ-97 також регламентують ефективну питому активність природних радіонуклідів у будівельних матеріалах (за зваженою сумою активності радію-226, торію-232 і калію-40). Наприклад, коли активність в будівельних матеріалах та мінеральній сировині нижче або дорівнює 370 Бк·кг<sup>-1</sup>, то вони можуть використовуватися для усіх видів будівництва без обмежень. В середині приміщень з постійним перебуванням людей потужність поглиненої в повітрі дози  $\gamma$ -випромінювання не повинна перевищувати 30 мкР/рік.

### 2.10.5. Захист від іонізуючих випромінювань

Захист від ІВ може здійснюватись шляхом:

- використання джерел з мінімальним випромінюванням шляхом зниження активності джерела випромінювання;
- скорочення часу роботи з джерелом ІВ;
- віддалення робочого місця від джерела ІВ;
- екранування джерела ІВ;
- екранування зони знаходження людини;
- застосування засобів індивідуального захисту людини;
- впровадження санітарно-гігієнічних та лікарсько-профілактичних заходів;
- впровадження організаційних заходів захисту робітників з відкритими та закритими джерелами ІВ.

Обґрунтування і вибір доцільного комплексу заходів щодо захисту від ІВ в кожному конкретному випадку здійснюється на основі аналізу реальних особливостей джерел випромінювання та радіаційно небезпечних чинників.

Найбільш поширеним засобом захисту від ІВ є екрани. Екрани можуть бути пересувні або стаціонарні, призначені для поглинання або послаблення ІВ. Екранами можуть бути стінки контейнерів для перевезення радіоактивних ізотопів, стінки сейфів для їх зберігання

Альфа-частинки екрануються шаром повітря товщиною декілька сантиметрів, шаром скла товщиною декілька міліметрів. Однак, працюючи з альфа-активними ізотопами, необхідно також захищатись і від бета- або гамма-випромінювання.

З метою захисту від бета-випромінювання використовуються матеріали з малою атомною масою. Для цього використовують комбіновані екрани, у котрих з боку джерела розташовується матеріал з малою атомною масою товщиною, що дорівнює довжині пробігу бета-частинок, а за ним – з великою масою.

З метою захисту від рентгенівського та гамма-випромінювання застосовуються матеріали з великою атомною масою та з високою щільністю (свинець, вольфрам).

Для захисту від нейтронного випромінювання використовують матеріали, котрі містять водень (вода, парафін), а також бор, берилій, кадмій, графіт. Враховуючи те, що нейтронні потоки супроводжуються гамма-випромінюванням, слід використовувати комбінований захист у вигляді шаруватих екранів з важких та легких матеріалів (свинець-поліетилен).

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

В залежності від характеру виконуваних робіт вибирають засоби індивідуального захисту: халати та шапочки з бавовняної тканини, захисні фартухи, гумові рукавиці, щитки, засоби захисту органів дихання (респіраторів), комбінезони, пневмокостюми, гумові чоботи.

Особливі вимоги пред'являються до приміщень, в яких впроваджуються роботи з джерелами ІВ. Такі приміщення розташовуються в окремих будівлях або їх частинах і мають окремий вхід з санітарними шлюзами. Біля входу обов'язково повинні бути встановлені знаки радіаційної небезпеки і вказані класи робіт, що здійснюються у приміщенні. Вхід в такі приміщення суворо заборонено для сторонніх осіб.

Для захисту людини від дії ІВ використовують різноманітні речовини штучного та природного походження, які здатні зв'язувати та виводити радіонукліди з організму людини (радіопротектори). До таких радіопротекторів відносяться: поліаміди, лимонна та щавлева кислота, сірчанокислений барій, сорбенти на основі фероціанідів та ін. Для зниження дії радіонуклідів велике значення має харчування людини продуктами, які мають радіозахисні властивості. До таких відносяться, наприклад, продукти, які вмістять значну кількість пектинів (чорна смородина, агрус, шипшина, сік журавлини, яблука та ін.).

Дієвим чинником забезпечення радіаційної безпеки є дозиметричний контроль за рівнями опромінення персоналу та за рівнем радіації в навколишньому середовищі.

Оцінка радіаційного стану здійснюється за допомогою приладів, принцип дії котрих базується на наступних методах:

- ◆ іонізаційний (вимірювання ступеня іонізації середовища за допомогою детекторів, які вимірюють струм іонізації);

- ◆ сцинтиляційний (вимірювання інтенсивності світлових спалахів, котрі виникають в речовинах, при проходженні через них іонізуючих випромінювань);

- ◆ фотографічний (вимірювання оптичної густини почорніння фотопластинки під дією випромінювання);

- ◆ калориметричні методи (вимірювання кількості тепла, що виділяється в поглинальній речовині).

Прилади радіаційного контролю розподіляються за призначенням на:

- дозиметричні прилади, які призначаються для вимірів потужності дози, наприклад, дозиметри «Рось», «РКС-104», «ДК-02» та ін.;

- радіометричні прилади, які дозволяють вимірювати поверхневі забруднення та питому активність, наприклад, радіометри «Прип'ять», «Десна», «Бриз», «Белла», «Бета» та ін.;

- спектрометричні прилади, які дозволяють визначити спектр (склад) радіонуклідів на забрудненому об'єкті.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ**

### **До гл. 2.1**

1. Охарактеризуйте поняття «фізіологія праці».
2. Охарактеризуйте поняття «стомлення» і «перевтома» працівника.
3. Охарактеризуйте поняття «гігієна праці».
4. Охарактеризуйте поняття «умови праці» та їх класи.
5. Охарактеризуйте поняття «виробнича санітарія».

### **До гл. 2.2**

1. Охарактеризуйте вимоги до розміщення і планування території підприємств.
2. Охарактеризуйте вимоги до виробничих і допоміжних приміщень.
3. Охарактеризуйте вимоги до організації праці на робочому місці.

### **До гл. 2.3**

1. Охарактеризуйте загальні положення щодо мікроклімату виробничих приміщень.
2. Охарактеризуйте дію мікроклімату на працівника.
3. Охарактеризуйте принципи санітарно-гігієнічного нормування параметрів мікроклімату на робочих місцях.
4. Охарактеризуйте заходи та засоби нормалізації мікроклімату.

### **До гл. 2.4**

1. Охарактеризуйте забруднюючі речовини, їх дію на людину та нормування.
2. Охарактеризуйте методи регулювання якості повітряного середовища у виробничих приміщеннях.
3. Охарактеризуйте порядок проектування вентиляції.
4. Охарактеризуйте природну та штучну вентиляцію і кондиціонування повітря.

## **До гл. 2.5**

1. Охарактеризуйте загальні уявлення про світло та основні світло-технічні поняття.
2. Охарактеризуйте природне освітлення виробничих приміщень.
3. Охарактеризуйте штучне освітлення виробничих приміщень.

## **До гл. 2.6**

1. Охарактеризуйте основні характеристики та класи шумів.
2. Охарактеризуйте дію шуму на людину.
3. Охарактеризуйте нормування та вимірювання параметрів шуму.
4. Охарактеризуйте методи захисту від шуму.
5. Охарактеризуйте захист від ультра- та інфразвуку.

## **До гл. 2.7**

1. Охарактеризуйте основні визначення, параметри та категорії вібрації.
2. Охарактеризуйте вплив вібрації на людину.
3. Охарактеризуйте методи гігієнічної оцінки та принципи нормування параметрів виробничої вібрації.
4. Охарактеризуйте методи захисту від вібрації.

## **До гл. 2.8**

1. Охарактеризуйте основні параметри електромагнітних полів.
2. Охарактеризуйте дію на людину електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону.
3. Охарактеризуйте принципи нормування параметрів електромагнітних випромінювань.
4. Охарактеризуйте методи захисту від електромагнітних випромінювань.

## **До гл. 2.9**

1. Охарактеризуйте випромінювання, що відносяться до оптичного діапазону.
2. Охарактеризуйте інфрачервоні випромінювання: параметри, вплив на людину, нормування та методи захисту.
3. Охарактеризуйте ультрафіолетові випромінювання: параметри, вплив на людину, нормування та методи захисту.
4. Охарактеризуйте лазерні випромінювання: параметри, біологічна дія, нормування та вимоги безпеки під час роботи з ОКГ.

## До гл. 2.10

1. Охарактеризуйте загальні положення та параметри іонізуючих випромінювань.
2. Охарактеризуйте біологічну дію іонізуючих випромінювань.
3. Охарактеризуйте нормування параметрів іонізуючих випромінювань.
4. Охарактеризуйте методи захисту від іонізуючих випромінювань.

### ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ, ЗНАННЯ І УМІННЯ

#### **Лабораторні роботи:**

1. Дослідження мікроклімату в робочій зоні.
2. Дослідження ефективності захисту від інфрачервоних випромінювань.
3. Дослідження забруднення повітря робочої зони шкідливими газами, парами та пилом.
4. Дослідження ефективності роботи вентиляційних пристроїв.
5. Дослідження ефективності природного освітлення виробничих приміщень.
6. Дослідження ефективності штучного освітлення виробничих приміщень.
7. Дослідження параметрів шуму та методів шумозахисту.
8. Дослідження параметрів вібрації та методів віброзахисту.
9. Дослідження параметрів електромагнітних полів та ефективності захисних екранів.

#### **Знання:**

- поняття «виробнича санітарія» та «гігієна праці», фактори, що обумовлюють санітарно-гігієнічні умови праці;
- мікроклімат та його вплив на організм людини;
- гігієнічна класифікація шкідливих речовин за характером дії на організм людини та класи небезпечності шкідливих речовин;
- основні методи профілактики отруєнь та професійних захворювань;
- гігієнічне нормування забруднення повітря шкідливими речовинами;
- основні правила першої допомоги при отруєннях;
- поняття «вентиляція», «кондиціонування повітря»;
- класифікація вентиляційних систем та їх призначення, організація повітрообміну в приміщенні, схеми вентиляції;

- види виробничого освітлення, його значення;
- вимоги санітарних норм до виробничого освітлення;
- системи штучного освітлення, обмеження щодо їх використання;
- параметри звукового поля — звуковий тиск, сила звуку, частота, логарифмічні рівні сили звуку і рівні звуку;
- межі сприймання шумів органами слуху людини;
- дія шуму на організм людини;
- класифікація методів захисту від шуму;
- види вібрацій, їх параметри та вплив на організм людини;
- нормування вібрацій та загальні методи захисту;
- вплив електромагнітних полів на людину, методи захисту від електромагнітних полів;
- види і джерела іонізуючих випромінювань;
- соматичні та генетичні наслідки радіаційного опромінення;
- гігієнічне нормування радіаційного опромінення;
- поглинута та еквівалентна дози, одиниці виміру, зв'язок;
- загальні заходи і засоби захисту від іонізуючих випромінювань.

**Уміння:**

- ◆ оцінити відповідність санітарно-гігієнічних умов праці нормам;
- ◆ обґрунтувати раціональні методи нормалізації умов праці в конкретній виробничій ситуації;
- ◆ проаналізувати умови праці за шкідливими факторами;
- ◆ вибрати заходи обмеження надходження шкідливих речовин у повітря робочої зони;
- ◆ контролювати дотримання вимог виробничої санітарії;
- ◆ провести інструктажі на робочому місці з питань захисту від шкідливих факторів.



## Розділ 3. ОСНОВИ БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА

### 3.1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ДО ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Основними складовими безпеки праці на виробництві є:

- безпечне виробниче обладнання;
- безпечні технологічні процеси;
- організація безпечного виконання робіт.

ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» – основний нормативний документ з загальних вимог безпеки до виробничого обладнання за виключенням обладнання, яке є джерелом іонізуючих випромінювань.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання конкретних груп, видів, моделей розробляються відповідно до вимог ГОСТ 12.2.003-91 з урахуванням призначення, виконання та умов його експлуатації.

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- ◆ вибором принципів дії, джерел енергії, параметрів робочих процесів;
- ◆ мінімізацією енергії, що споживається чи накопичується;
- ◆ застосуванням вмонтованих в конструкцію засобів захисту та інформації про можливі небезпечні ситуації;
- ◆ застосуванням засобів автоматизації, дистанційного керування та контролю;
- ◆ дотриманням ергономічних вимог, обмеженням фізичних і нервовопсихологічних навантажень працівників.

Виробниче обладнання при роботі як самостійно, так і в складі технологічних комплексів повинно відповідати вимогам безпеки протягом всього періоду його експлуатації.

Матеріали конструкції виробничого обладнання не повинні бути фактором можливої небезпечної і шкідливої дії на організм працюючих, а виникаючі в процесі роботи обладнання навантаження в окремих його елементах не повинні досягати небезпечних значень. При неможливості реалізації останньої вимоги в конструкції обладнання необхідно передбачати засоби захисту, огороження і т. ін.

Небезпечні зони виробничого обладнання (рухомі вузли, елементи з високою температурою тощо) як потенційні джерела травмонебезпеки повинні бути огорожені відповідно до ГОСТ 12.2.062-81, теплоізовані або розміщені в місцях, що виключають контакт з ними персоналу.

Зажимні, вантажозахоплювальні та вантажопідіймальні пристрої тощо повинні виключати можливість виникнення небезпеки при раптовому відключенні енергії, а також самовільну зміну стану цих пристроїв при відновленні енергоживлення.

Виробниче обладнання повинно бути пожежовибухобезпечним в передбачених умовах його експлуатації та не накопичувати зарядів статичної електрики в небезпечній для працюючих кількості.

Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи мікроорганізмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно включати вмонтовані пристрої для локалізації цих виділень. За відсутності таких пристроїв, в конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації виділень. За необхідності згадані пристрої мають бути виконані з урахуванням чинних вимог щодо стану повітря робочої зони та захисту довкілля.

Якщо виробниче обладнання є джерелом шуму, ультра та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то воно повинно бути виконано таким чином, щоб дія на працюючих перерахованих шкідливих виробничих факторів не перевищувала меж, встановлених відповідними чинними нормативами.

Виробниче обладнання повинно бути забезпечене місцевим освітленням, виконаним відповідно до вимог чинних нормативів з урахуванням конкретних виробничих умов, якщо його відсутність може спричинювати перенапруження органів зору або інші небезпеки, пов'язані з експлуатацією цього обладнання.

Однією із складових безпеки виробничого обладнання є конструкція робочого місця, його розміри, взаємне розміщення органів управління, засобів відображення інформації, допоміжного обладнання тощо. Розробляючи конструкції робочого місця слід дотримуватися вимог ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ12.2.033-84, ГОСТ12.2.049-80, ГОСТ12.2.061-81 та інших чинних нормативів. При цьому розміри робочого місця і його елементів мають забезпечувати виконання операцій в зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працюючих. Перевагу слід віддавати виконанню робочих операцій в сидячому положенні, або чередуванні положень сидячи і стоячи — якщо виконання робіт не вимагає постійного переміщення працівника. Конструкція крісла і підставки для ніг повинна відповідати ергономічним вимогам.

Система управління виробничим обладнанням має забезпечувати надійне і безпечне його функціонування на всіх режимах роботи і при можливих зовнішніх впливах, передбачених ТЗ. На робочих місцях

повинні бути написи, схеми та інші засоби інформації щодо послідовності керуючих дій. Конструкція і розміщення засобів попередження про небезпечні ситуації повинні забезпечувати безпомилкове, достовірне і швидке сприйняття інформації.

Центральний пульт управління технологічним комплексом обладнується сигналізацією, мнемосхемою або іншими засобами відображення інформації про порушення нормального режиму функціонування кожної одиниці виробничого обладнання, засобами аварійної зупинки всього комплексу або окремих його одиниць—якщо це не призведе до подальшого розвитку аварійної ситуації.

Пуск виробничого обладнання в роботу, а також повторний пуск після його зупинки, незалежно від її причини, має бути можливим тільки шляхом маніпулювання органами управління пуском. Органи аварійної зупинки після спрацювання повинні залишатися в положенні зупинки до їх повернення у вихідне положення обслуговуючим персоналом. Повернення органів аварійної зупинки у вихідне положення не повинно приводити до пуску обладнання.

Повне чи часткове припинення енергопостачання з наступним його відновленням, а також пошкодження мережі управління енергопостачанням не повинно призводити до виникнення небезпечних ситуацій.

Засоби захисту, що входять в конструкцію виробничого обладнання, повинні: забезпечувати можливість контролю їх функціонування; виконувати своє призначення безперервно в процесі роботи обладнання; діяти до повної нормалізації відповідного небезпечного чи шкідливого фактора, що спричинив спрацювання захисту; зберігати функціонування при виході із ладу інших засобів захисту. За необхідності включення засобів захисту до початку роботи виробничого обладнання, схемою управління повинні передбачатися відповідні блокування тощо.

Виробниче обладнання під час монтажу, ремонту, транспортування та зберігання якого застосовуються вантажопідіймальні засоби, повинно мати відповідні конструктивні елементи або позначені місця для приєднання вантажозахоплювальних пристроїв з зазначенням маси обладнання. Якщо технічними умовами передбачено переміщення обладнання без застосування вантажопідіймальних засобів, то таке обладнання повинно мати відповідні елементи або форму для захоплення рукою.

ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. «Процессы производственные. Общие требования безопасности» — чинний нормативний документ з загальних вимог безпеки до виробничих процесів.

Безпека виробничих процесів визначається, у першу чергу, безпекою обладнання, яка забезпечується шляхом урахування вимог безпеки при складанні технічного завдання на його проектування, при розробці ескізного й робочого проекту, випуску та випробуваннях випробного зразка й передачі його у серійне виробництво згідно з ГОСТ 15.001–73 «Разработка и постановка продукции на производство. Основные положения».

Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є: усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що є вірогідними чинниками небезпек; заміна технологічних процесів та операцій, що пов'язані з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, за яких зазначені фактори відсутні або характеризуються меншою інтенсивністю; комплексна механізація та автоматизація виробництва, застосування дистанційного керування технологічними процесами і операціями за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів; герметизація обладнання; застосування засобів колективного захисту працюючих; раціональна організація праці та відпочинку з метою профілактики монотонності й гіподинамії, а також обмеження важкості праці; своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях (системи отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів необхідно виконувати за принципом пристроїв автоматичної дії з виводом на системи попереджувальної сигналізації); впровадження систем контролю та керування технологічним процесом, що забезпечують захист працюючих та аварійне відключення виробничого обладнання; своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів, забезпечення пожежної й вибухової безпеки.

При визначенні необхідних засобів захисту потрібно керуватися вказівками відповідних розділів стандартів ССБТ за видами виробничих процесів та групами виробничого обладнання, що використовуються у цих процесах. Перелік діючих стандартів стосовно процесів дається у покажчиках Держстандарту, що видаються кожен рік.

Вимоги безпеки при проведенні технологічного процесу повинні бути передбачені у технологічній документації. Контроль повноти викладення цих вимог повинен здійснюватися відповідно до Вказівок РД 50-134-78. Загальні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки виробничих процесів визначені ГОСТ 12.1.004-91, а вибухової безпеки – ГОСТ 12.1.010–76.

Виробничі будівлі та споруди, залежно від вибраного архітектурно-будівельного та об'ємно-планувального вирішення, можуть впливати на формування умов праці: освітлення, шуму, мікроклімату, загазованості та запиленості повітряного середовища, виробничих випромінювань. Крім того, неправильне кольорове або архітектурне вирішення інтер'єру призводить до несприятливого психологічного впливу на працюючих.

У виробничому приміщенні умови праці залежать від таких факторів, як розташування технологічного обладнання, організація робочого місця, сировина та заготовки, готова продукція. У кожному конкретному випадку вимоги безпеки до виробничих приміщень та площадок формуються, виходячи з вимог діючих будівельних норм та правил.

Рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях повинні відповідати вимогам стандартів безпеки за видами небезпечних та шкідливих факторів. Робочі місця повинні мати рівні та показники освітленості, встановлені діючими будівельними нормами та правилами СНиП II-4 – 79/85.

Розташування виробничого обладнання, вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва у виробничих приміщеннях і на робочих місцях не повинно являти собою небезпеку для персоналу. Відстані між одиницями обладнання, а також між обладнанням та стінами виробничих приміщень, будівель і споруд повинні відповідати вимогам діючих норм технологічного проектування, будівельним нормам та правилам.

Зберігання вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва потребує розробки і реалізації системи заходів, що виключають виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів; використання безпечних пристроїв для зберігання; механізацію та автоматизацію вантажо-розвантажувальних робіт тощо.

При транспортуванні вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва необхідно забезпечувати використання безпечних транспортних комунікацій, застосування засобів пересування вантажів, що виключають виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, механізацію та автоматизацію перевезення. При цьому потрібно враховувати вимоги ГОСТ 12.2.022–80 «Конвейеры. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.020–80 «Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности».

До факторів, що визначають умови праці, відносяться також раціональні методи технології і організації виробництва. Зокрема, велику

роль відіграє зміст праці, форми побудови трудових процесів, ступінь спеціалізації працюючих при виконанні виробничих процесів, вибір режимів праці та відпочинку, дисципліна праці, психологічний клімат у колективі, організація санітарного й побутового забезпечення працюючих відповідно до СНиП II-92–76.

У формуванні безпечних умов праці велике значення має врахування медичних протипоказань до використання персоналу у окремих технологічних процесах, а також навчання й інструктаж з безпечних методів проведення робіт.

До осіб, які допущені до участі у виробничому процесі, ставляться вимоги щодо відповідності їх фізичних, психофізичних і, в окремих випадках, антропометричних даних характеру роботи. Перевірка стану здоров'я працюючих має проводитися як при допуску їх до роботи, так і періодично згідно з чинними нормативами. Періодичність контролю за станом їх здоров'я повинна визначатися залежно від небезпечних та шкідливих факторів виробничого процесу в порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я.

Особи, які допускаються до участі у виробничому процесі, повинні мати професійну підготовку (у тому числі з безпеки праці), що відповідає характеру робіт. Навчання працюючих із безпеки праці проводять на всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру та ступеня небезпеки виробництва відповідно до ДНАОП 0.00-4.12-99.

Основними напрямками забезпечення безпеки праці має бути комплексна механізація й автоматизація виробництва, це є передумовою аля корінного покращання умов праці, зростання продуктивності праці та якості продукції, сприяє ліквідації відмінності між розумовою й фізичною працею. Але при автоматизації необхідно враховувати психічні та фізіологічні фактори, тобто узгоджувати функції автоматичних пристроїв з діяльністю людини-оператора. Зокрема, необхідно враховувати антропометричні дані останнього та його можливості до сприйняття інформації.

У автоматизованому виробництві необхідне також суворе виконання вимог безпеки під час ремонту й налагодження автоматичних машин та їх систем.

Одним з перспективних напрямів комплексної автоматизації виробничих процесів є використання промислових роботів. При цьому між людиною та машиною (технологічним обладнанням) з'являється проміжна ланка — промисловий робот, і система набуває такої структури: людина — промисловий робот — машина. У цьому випадку людина виводиться із сфери постійного (протягом зміни) безпосереднього контакту з виробничим обладнанням.

Основними керівними матеріалами з безпеки роботизованих технологічних комплексів є ГОСТ 12.2.072–82 «Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности». У ньому приводяться вимоги безпеки до конструкції промислових роботизованих систем.

### **3.2. СИСТЕМИ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ**

До систем, що працюють під тиском, віднесені:

- посудини, що працюють під тиском;
- парові і водогрійні котли, теплообмінні апарати тощо, на які розповсюджується дія відповідних нормативних актів;
- трубопроводи пари і гарячої води.

#### **3.2.1. Посудини, що працюють під тиском**

ДНАОП 0.00.-1.07-94 «Правила будови і безпечної експлуатації посудини, що працюють під тиском» зі змінами і доповненнями від 11.07.97 р. — основний нормативний документ, що регламентує вимоги безпеки до проектування, будови, виготовлення, монтажу, ремонту, реконструкції, налагодження та експлуатації посудин, що працюють під надлишковим тиском.

Це посудини, що працюють під тиском: води з температурою більше 115°C або іншої рідини з температурою, яка перевищує її температуру кипіння при тиску 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) без врахування гідростатичного; пари чи газу під тиском більше 0,07 МПа.

Вимоги Правил також поширюються: на балони із стиснутими, скрапленими або розчиненими газами під тиском більше 0,07 МПа; на цистерни і бочки для скраплених газів, тиск пари яких при температурі до 50°C перевищує 0,07 МПа; на цистерни та інші посудини для транспортування і зберігання газів, рідин і сипучих матеріалів, в яких тиск більше 0,07 МПа створюється для їх опорожнення; на барокамери.

Дія правил не розповсюджується на: посудини атомних енергетичних установок; посудини ємністю не більше 0,025 м<sup>3</sup>, які використовуються в дослідницьких цілях; посудини ємністю до 0,025 м<sup>3</sup>, для яких добуток тиску в МПа на ємність в м<sup>3</sup> не перевищує 0,02, посудини, що працюють на плавзасобах і літальних апаратах, що працюють під вакуумом, посудини спеціального призначення військового відомства, прилади парового і водяного опалення, трубчаті печі, посудини, які виготовлені з труб внутрішнього діаметра не більше 150 мм.

Проектування посудин, на які розповсюджується дія ДНАОП 0.00-1.07-94, можуть виконувати організації, що мають на це дозвіл органів Держпромгірнагляду\* за умови дотримання вимог зазначеного вище ДНАОП. Відступ від вимог Правил допускається у виключних випадках з дозволу Держпромгірнагляду при відповідному обґрунтуванні.

Відповідність посудин або їх елементів вимогам Правил повинна бути підтверджена сертифікатом відповідності органу сертифікації, акредитованого Держстандартом України.

Конструкція посудини має забезпечувати їх працездатність, надійність, довговічність і безпеку протягом розрахункового періоду служби відповідно до паспортних даних, можливість проведення технічних опосвідчень, повного опорожнення, очищення, промивання, продування, ремонту та експлуатаційного контролю метала і з'єднань.

Кожна посудина оснащується вентилем, краном чи іншим пристроєм для контролю відсутності тиску перед її відкриванням з відводом середовища в безпечне місце, штуцерами для наповнення, зливу води і видалення повітря при гідравлічних випробуваннях.

Конструкція посудин, які обігрівуються гарячими газами, повинна забезпечувати надійне охолодження стінок до розрахункової температури.

Розрахунок на міцність посудин і їх окремих елементів проводиться згідно з нормативною документацією, погодженою з Держпромгірнаглядом, з урахуванням циклічних і знакоперемінних навантажень та умов експлуатації.

Конструкція днищ, люків, лючків інших отворів у стінках посудин, зварних з'єднань, конструкція внутрішніх пристроїв посудин та їх розміщення регламентуються ДНАОП 0.00-1.07-94. Люки та лючки виконуються круглої або овальної форми, зварні з'єднання, переважно, стичними, а внутрішні пристрої — зйомними з метою забезпечення можливості огляду та очищення внутрішніх поверхонь посудин.

Важливою складовою щодо забезпечення безаварійної роботи посудин, що працюють під тиском, є дотримання вимог Правил до конструкційних матеріалів посудин, технології їх виготовлення та контролю якості.

Для виготовлення посудин повинні застосовуватися матеріали, передбачені Правилами. Якщо робочі параметри посудин виходять за межі, допустимі Правилами для даного матеріалу, його застосування можливе за дозволу Держпромгірнагляду на підставі висновку відповідних головних організацій.

Виготовлення (довиготовлення), реконструкція, монтаж, ремонт і

---

\* До 20 квітня 2005 р. — «Держнаглядохоронпраці».



налагодження посудин можуть здійснювати організації, які отримали дозвіл Держнаглядохоронпраці на підставі позитивного висновку відповідного експертно-технічного центру (ЕТЦ). Перераховані роботи мають виконуватися за технологією, розробленою виконавцем до їх початку.

Під час виготовлення, монтажу, реконструкції і ремонту посудин застосовуються технології зварювання, які пройшли атестацію відповідно до вимог Правил, а до виконання зварювальних робіт допускаються зварники, які пройшли атестацію згідно з «Правилами атестації зварників». Всі зварні шви підлягають клеймуванню, що дає можливість встановити зварника, який виконував ці шви.

Якщо в процесі виготовлення посудин (їх елементів) можлива поява недопустимих напружень чи є потреба в наданні металу відповідної структури (якості), то такі посудини (їх елементи) підлягають термообробці. Необхідність проведення, вид і технологія проведення термообробки визначаються проектом згідно з нормативною документацією і вимогами Правил.

Для контролю якості елементів посудин і зварних з'єднань застосовуються технологічний і візуальний контроль, передбачені Правилами методи неруйнівного (радіографічний, ультразвуковий, радіоскопічний, стилкопіювання, вимірювання твердості, капілярний і магнітопорошковий, гідравлічні чи пневматичні випробування) і руйнівного (статичний розтяг, статичний та динамічний вигин, металографічні дослідження) контролю. Необхідність, види і обсяги контролю якості визначаються проектною організацією згідно з нормативною документацією, погодженою з Держпромгірнаглядом.

Всі посудини після їх виготовлення підлягають гідравлічним випробуванням. Величина пробного тиску і час витримання посудин під пробним тиском залежать від конструктивних особливостей посудин, технології їх виготовлення, матеріалу і робочих параметрів тиску і температури і визначається за формулою

$$P_{np} = K \cdot P_p \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t},$$

де  $P_{np}$  – пробний тиск, МПа;

$P_p$  – робочий тиск, МПа;

$[\sigma]_{20}$  і  $[\sigma]_t$  – допустиме напруження в матеріалі за температури 20°C і робочий, відповідно, МПа;

$K$  – коефіцієнт, величина якого залежить від конструктивних особливостей посудини.

Час витримки посудин під пробним тиском коливається в межах 10...60 хв. залежно від конструктивних особливостей посудин — товщини стінки, матеріалу, кількості шарів матеріалу, технології виготовлення.

Після зняття пробного тиску проводиться зовнішній огляд посудини. За відсутності течі, тріщин, слізок, потіння в зварних з'єднаннях і на основному металі, течі в роз'ємних з'єднаннях, видимих залишкових деформацій і падіння тиску за манометром вважається, що посудина витримала гідравлічні випробування.

Під час гідравлічних випробувань температура води повинна бути в межах 5...40°C, а різниця температур зовнішньої стінки посудини і оточуючого повітря не повинна визивати конденсації вологи на стінках посудини.

Кожна посудина повинна поставлятися замовнику з паспортом встановленої форми та інструкцією з монтажу та експлуатації. На табличці, прикріпленій до посудини, наносяться товарний знак підприємства-виробника, назва чи умовний знак посудини, порядковий номер за реєстрацією виробника, рік виготовлення, робочий і розрахунковий тиск в МПа, пробний тиск в МПа, допустимі робочі температури стінки, °C, маса посудини, кг. Якщо діаметр посудини менше 325 мм перераховані дані наносяться безпосередньо на стінку посудини.

Для управління роботою і забезпечення безпечних умов експлуатації посудини, залежно від призначення, повинні бути оснащені:

- ◆ запірною і запірно-регулювальною арматурою;
- ◆ приладами для вимірювання тиску, температури, рівня рідини;
- ◆ запобіжними приладами.

Посудини з швидкознімними затворами повинні мати запобіжні пристрої проти включення посудини під тиск при відкритих швидкознімних пристроях і відкривання цього пристрою за наявності тиску в посудині

Запірна і запірно-регулювальна арматура встановлюється на патрубках на вході і виході середовища. Кількість арматури та місця її установлення визначаються розробником проекту. Посудини для вибухо- і пожежонебезпечних речовин, речовин 1 і 2 класів небезпечності за ГОСТ 12.1.007, а також випарники з вогневим або газовим обігрівом повинні мати на вході зворотний клапан.

Всі посудини, що працюють під тиском, повинні бути оснащені манометрами класу точності не менш 1,5 і 2,5 при робочому тиску більше 25 МПа і до 25 МПа відповідно. Розміщення манометра на висоті 3-х метрів від рівня площадки спостереження забороняється.

Якщо посудина працює за змінної температури стінок, то вона має бути оснащена приладами для контролю швидкості і рівномірності прогрівання по довжині та висоті посудини і реперами для контролю теплових переміщень згідно з проектом.

З метою попередження підвищення тиску в посудинах понад допустимий, останні оснащуються запобіжними клапанами — пружними, важільно-вантажними, імпульсними клапанами непрямої дії, мембранними та іншими пристроями, застосування яких погоджено з Держпромгірнагляду.

Якщо розрахунковий тиск в посудині перевищує тиск джерела наповнення і в посудині підвищення тиску за рахунок хімічної реакції або нагріву неможливе, то запобіжні клапани можуть не застосовуватися. Тип запобіжних клапанів, кількість, місця установлення та їх оснащення додатковими пристроями, засобами продування тощо визначаються на стадії проектування посудини.

За наявності в посудині границі розділення середовища, посудина має бути оснащена пристроєм контролю рівня. На пристрої наносяться мітки максимального і мінімального рівня. Кількість і місця установлення показників рівня та їх конструктивне виконання передбачаються проектом.

Посудини розміщують на відкритих площадках, де виключене скупчення людей, або в окремих будівлях. Допускається розміщення посудини в прибудовах до виробничих будівель при наявності між ними капітальної стіни, а також у виробничих приміщеннях — якщо це передбачено галузевими нормативами.

Не допускається розміщення посудин у житлових, громадських і побутових будівлях, а також в прибудовах до них.

Після монтажу до пуску в експлуатацію посудини проходять реєстрацію в ЕТЦ Держпромгірнагляду і технічне опосвідчення.

Перелік посудин, які підлягають реєстрації в ЕТЦ, і порядок реєстрації визначається Правилами.

Посудини, на які розповсюджується дія Правил, повинні проходити технічне опосвідчення (зовнішній і внутрішній огляд і гідравлічні випробування) після монтажу до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації і позачергово згідно з вимогами Правил.

Пуск в експлуатацію посудини, що підлягають реєстрації в ЕТЦ, проводиться за наказом власника підприємства, виданим за результатами технічного опосвідчення і проведеного експертом ЕТЦ обстеження готовності посудини та відповідності обслуговування, нагляду і установлення вимогам проекту і Правил.

На підприємстві наказом власника призначається особа (інженерно-технічний працівник), з нагляду за станом і безпечною експлуата-

цією посудин, укомплектовується необхідний штат працівників. Як вище згадана особа, так і персонал, що здійснює експлуатацію посудини, повинні пройти спеціальне навчання, перевірку знань і мати відповідне посвідчення. Щорічно ця категорія працівників проходить перетестацію згідно з чинними нормативами.

### **3.2.2. Безпека під час експлуатації резервуарів і балонів**

Резервуари, що працюють під тиском, повинні виготовлятися у відповідності з вимогами стандартів і Правил на спеціалізованих підприємствах, які мають на це дозвіл органів Держпромгірнагляду. Основними причинами аварій резервуарів, що працюють під тиском є: неправильне виготовлення, несправність арматури та приладів, корозійне руйнування, недотримання вимог безпеки під час їх експлуатації.

Для забезпечення безпеки під час експлуатації резервуарів, що працюють під тиском, вони обладнуються запірними пристроями для відключення резервуарів від трубопроводів, пристосуванням для видалення води, що знаходиться у резервуарі, пристроями продування та видалення конденсату, манометром із триходовим краном та важільними або пружними запобіжними клапанами.

У відповідності з цим повітряні резервуари компресорних установок мають лаз або люк для їх очищення, спускний кран у найнижчій точці для відведення конденсату, запобіжний клапан та манометр. Повітряні резервуари встановлюються зовні будівлі на фундаменті. Відстань між ними повинна бути не менша 1,5 м і між повітрозбірником та стіною будівлі — не менше 1 м. З боку проходів та проїздів повітрозбірники огорожуються на відстані не менше 2 м огорожею заввишки не менше 1 м.

Для зменшення впливу сонячного проміння повітрозбірники фарбуються сріблястою фарбою. На видному місці чорною фарбою наноситься реєстраційний номер, допустимий тиск, місяць та рік наступного внутрішнього огляду та гідравлічного випробування. Технічним оглядам резервуари підлягають після монтажу до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації, достроково після ремонту. Внутрішній огляд проводиться через кожні чотири роки, гідравлічні випробування з попереднім внутрішнім оглядом — через кожні вісім років.

Гідравлічні випробування резервуарів можна вважати безпечними тільки за низьких випробувальних тисків. За високих тисків розрив резервуарів супроводжується вибухом великої потужності. У зв'язку з цим при гідравлічних випробуваннях високим тиском люди повинні знаходитись на безпечній відстані від місця випробування.

Балони для стиснутих, зріджених та розчинених газів за вимогами безпеки (ДНАОП 0.00-1.07-94) виділені в окрему групу об'єктів підвищеної небезпеки — посудин, що працюють під тиском.

Розрахунки балонів на міцність, їх виготовлення та експлуатація повинні здійснюватися відповідно до НД (нормативна документація — правила, державні і галузеві стандарти, технічні умови, керівні документи на проектування, виготовлення, ремонт, реконструкцію, монтаж, наладку, технічне діагностування та експлуатацію).

Основне призначення балонів — зберігання, перевезення та використання стиснутих, зріджених та розчинених газів. В переважній більшості тиск в балонах після їх заповнення досягає 15–18 МПа. Останнє є серйозною небезпекою з точки зору можливого фізичного вибуху. Крім того, фізичні вибухи можуть супроводжуватися хімічними (якщо в балоні були горючі гази) вибухами, або раптовим забрудненням до небезпечних концентрацій повітря робочої зони тощо.

Вірогідними причинами вибуху балонів є удари, перенаповнення балонів зрідженим газом, швидке наповнення, яке супроводжується різким нагріванням, нагрівання балонів сторонніми джерелами тепла, корозійні пошкодження металу, попадання на вентиль кисневого балона масел та інші порушення вимог безпеки під час експлуатації балонів.

Особливо небезпечним під час експлуатації балонів є їх нагрівання за рахунок сонячної радіації чи інших джерел, тому що коефіцієнт об'ємного розширення зрідженого газу в середньому у 20 разів більше, ніж води, що може привести до фізичного вибуху балона.

Специфічну небезпеку як середовище для зберігання в балонах являє собою ацетилен. Ацетилен у звичайних балонах вибухає у разі підвищення тиску понад 0,1 МПа. Тому для зберігання і перевезення ацетилену використовуються балони, заповнені пористою масою, просоченою ацетоном — розчинником ацетилену.

Балони повинні мати вентиль з боковим штуцером з лівою різьбою для балонів з горючими газами і правою — для балонів кисневих та інших негорючих газів. Балони ємністю понад 100 л повинні мати запобіжний клапан і постачатися з паспортом. Балони з вказаною ємністю для зріджених газів, які використовуються як паливо на транспортних засобах, повинні мати покажчики максимального рівня наповнення або покажчики рівня зрідженого газу.

Усі балони для вибухонебезпечних горючих речовин та шкідливих речовин 1-го і 2-го класів за ГОСТ 12.1.007 повинні мати заглушку на боковому штуцері.

На сферичній частині кожного металевого балона повинні бути вибиті чітко видимі дані: товарний знак виробника, номер балона,

маса порожнього балона (кг), дата виготовлення і чергового опосвідчення, робочий і пробний тиск (МПа), ємність балона, клеймо ВТК виробника, номер стандарта для балонів ємністю більше 55 л.

Зовнішня поверхня балонів фарбується і на ній наносяться написи і смуги відповідно до вимог Правил. Зовнішня поверхня балонів для негорючих газів фарбується в чорний колір, більшості горючих — червоний, водню — темно-зелений, ацетилену — білий, нафтогазу — сірий, кисню — голубий і т. ін.

Важливим заходом щодо забезпечення безпечної експлуатації балонів є проведення їх опосвідчення. Опосвідчення балонів (за винятком балонів для ацетилену) включає внутрішній і зовнішній огляд, перевірку маси і ємності (для незварних балонів ємністю від 12 до 55 літрів) та гідравлічні випробовування.

Первинне опосвідчення балонів проводиться ВТК підприємства-виробника і крім переліченого вище включає пневматичні випробовування. Дата проведеного і наступного опосвідчення вибивається на горловині балона, а результати опосвідчення реєструються у книзі реєстрацій. Величина тиску при гідравлічних випробовуваннях повинна бути не менша 1,5 робочого, а при пневматичних — рівна робочому, при пневматичних випробовуваннях балон занурюється у воду.

Повторні опосвідчення балонів проводяться на підприємствах-наповнювачах чи наповнювальних станціях, які мають відповідний дозвіл від органів Держнаглядохоронпраці. У разі позитивних результатів опосвідчення підприємство, яке його проводило, наносить на горловині своє клеймо, дату проведеного і наступного опосвідчення і робить відповідний запис в журналі випробовувань — згідно з вимогами НД.

Балони для ацетилену проходять первинні пневматичні випробовування на підприємствах, що заповнюють ці балони пористою масою, а періодичні — на ацетилових наповнювальних станціях кожні 5 років. Стан пористої маси перевіряється кожні 24 місяці, про що на балоні наносяться дати перевірки, клеймо наповнювальної станції, клеймо (з зображенням букв Пм) про перевірку і задовільний стан пористої маси. Пневматичні випробовування балонів для ацетилену проводиться азотом під тиском 3,5 МПа. Результати опосвідчення балонів, заносяться до журналу випробовувань.

Якщо під час огляду балонів виявлені тріщини, плівки, вм'ятини, раковини та риски завглибшки більше 10% товщини стінки, надриви і вищерблення, то балони бракуються. Залежно від втрати маси балони переводяться на менший робочий тиск, а у разі зменшення маси більше 16% або збільшенні об'єму понад 3% — бракуються.

Експлуатація, зберігання, транспортування та наповнення балонів газами повинна проводитись за інструкціями, розробленими відповідно до НА і затвердженими власником у встановленому порядку.

Працівники, що обслуговують балони, повинні пройти навчання, перевірку знань, проходити щорічну переатестацію і мати відповідні посвідчення.

Під час експлуатації балонів забороняється спрацьовувати газ, що в них знаходиться, до тиску, менше 0,05 МПа, а випуск газу в ємності з меншим тиском повинен здійснюватися через редуктори. Під час заповнення балонів газом необхідно дотримуватися вимог Правил щодо допустимої маси газу на 1 л об'єму балона.

Балони з газом можуть зберігатися як в спеціальних приміщеннях, так і на відкритому повітрі за наявності захисту їх від атмосферних опадів і сонячної радіації. Балони з киснем і горючими газами зберігаються у вертикальному положенні на спеціальних стелажах. Під час зберігання в приміщеннях балони розташовують на відстані не менше 1 м від опалювальних приладів і не менше 5 м від джерел відкритого вогню.

Складські приміщення для зберігання балонів, в т. ч. і балонів з отруйними газами, повинні бути виконані відповідно до вимог чинних НА щодо їх об'ємів, конструкції, провітрювання тощо.

Перевезення наповнених газом балонів допускається на ресорному транспорті в горизонтальному положенні з обов'язковими прокладками між балонами або вертикальному з прийняттям заходів щодо попередження падіння балонів. Транспортування балонів для вуглеводневих газів повинно здійснюватися відповідно до Правил безпеки в газовому господарстві.

Переміщення балонів в пунктах наповнення і споживання газів допускається за наявності захисних ковпаків на спеціально обладнаних візках або ношах.

### 3.2.3. Парові і водогрійні котли

Щодо сучасних вимог безпеки парові та водогрійні котли поділяються на 2 групи:

- ◆ парові котли з надлишковим тиском понад 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) та водогрійні котли з температурою води понад 115°C;

- ◆ парові котли з надлишковим тиском до 0,07 МПа та водогрійні котли з температурою води, що не перевищує 115°C.

Згідно з цим поділом функціонують відповідні міжгалузеві нормативні акти, які регламентують для зазначених вище груп парових і

водогрійних котлів вимоги безпеки щодо їх будови і безпечної експлуатації.

### ***Парові та водогрійні котли першої групи***

НПАОП 0.00-1.08-94. «Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів» — основний нормативний документ, що встановлює вимоги безпеки до будови, проектування, виготовлення, реконструкції, монтажу, налагодження, ремонту і експлуатації парових котлів, автономних пароперегрівачів і економайзерів, трубопроводів пари і гарячої води в межах котла.

Правила не поширюються на відповідне обладнання, встановлене на плавзасобах (окрім драг), на котли паровозів і залізничного рухомого складу, електричні котли, котли з об'ємом пароводяного простору до  $0,01\text{ м}^3$ , в яких добуток робочого тиску в МПа на об'єм в  $\text{м}^3$  не перевищує 0,02, теплоенергетичне устаткування, виготовлене відповідно до Правил будови і безпечної експлуатації устаткування атомних електричних станцій, пароперегрівачі трубних печей підприємств хімічної, нафтохімічної і нафтагазопереробної промисловості.

Проекти котлів, на які розповсюджується дія ДНАОП 0.00-1.08-94, їх елементів, проекти монтажу, реконструкції та ремонту, а також проекти котельних з використанням таких котлів, повинні виконуватися спеціалізованими проектними організаціями, які мають дозвіл органів Держнаглядохоронпраці на проведення відповідних робіт. Проекти котлів повинні погоджуватись і затверджуватись у порядку, встановленому ГОСТ 15.001-88 та ГОСТ 15.005-86.

Відхилення від Правил можливі у виняткових випадках з дозволу Держнаглядохоронпраці України при відповідному їх обґрунтуванні та висновку спеціалізованої організації.

Відповідність котлів вимогам чинних Правил повинна бути підтверджена сертифікатом відповідності, виданим органом сертифікації, акредитованим Держстандартом України.

Відповідність котлів і їх елементів, а також напівфабрикатів для їх виготовлення, придбання яких здійснюється за кордоном, до укладання контракту на поставку також повинна бути підтверджена сертифікатом відповідності.

Конструкція котлів повинна забезпечувати надійність, монтажно-ремонтпридатність, довговічність і безпеку експлуатації з розрахунковими параметрами протягом розрахункового ресурсу безпечної роботи, а також можливість проведення технічного опосвідчення, очищення, промивання, ремонту і експлуатаційного контролю металу.

Конструкція і гідравлічна схема котла повинні забезпечувати надійне охолодження його елементів до температур, прийнятих в розрахунках на міцність, виключати можливість утворення повітряних і парових пробок, нерів-



номірність прогрівання і, як наслідок, формування недопустимих температурних напружень.

Елементи котлів з підвищеною температурою поверхні в зоні можливого перебування обслуговуючого персоналу покриваються тепловою ізоляцією, що забезпечує температуру на її поверхні не більше 55°C.

Конструкція газоходів котлів повинна виключати можливість вибухонебезпечного скупчення газів, а також враховувати можливість підвищення тиску в газоходах внаслідок вибухів (хлопків) цих газів.

Положення рівня води в котлах і їх елементах, розміщення, розміри, конструкція і кількість лазів, лючків, топочних дверцят, запобіжних пристроїв топок і газоходів, конструкція днищ і трубних решіток, тип і розміщення зварних з'єднань і отворів, конструкція криволінійних елементів і вальцьованих з'єднань повинні відповідати вимогам Правил.

Кожен котел оснащується трубопроводами для підведення живильної води, продування котла і спускання води при його зупиненні, видалення повітря з котла при заповненні його водою, продування пароперегрівачів і паропроводу, відбору проб води і пари, введення в котлову воду коректуючих і миючих реагентів, відведення води або пари при розпалюванні і зупинці, розігріванні барабанів при розпалюванні. Використання ємності, яка працює під тиском, для відведення середовища продування допускається при 10-кратному перепаді тиску між ємністю і елементом котла.

На ділянках паропроводу, які можуть бути відключені запірними органами, влаштовуються дренажі для відведення конденсату.

Для виготовлення, монтажу і ремонту котлів і їх деталей, які працюють під тиском, використовуються сталеві напівфабрикати, листова сталь, сталеві труби, поковки, штампівки і прокат, сталеві та чавунні виливки, кріплення, кольорові метали і сплави та сталі нових марок відповідно до вимог Правил. Використання матеріалів і напівфабрикатів, не передбачених Правилами, скорочення обсягів випробування і контролю в порівнянні з вимогами Правил можливе з дозволу Держпромгірнагляду на підставі позитивних висновків спеціалізованої організації.

Дані про якість і властивості матеріалів і напівфабрикатів повинні бути підтвержені сертифікатом підприємства-виготовлювача і відповідним маркуванням. При відсутності або неповноті вказаних даних підприємство-споживач матеріалів і заготовок повинно провести необхідні випробування з оформленням результатів протоколом.

Перед виготовленням, монтажем, ремонтом і реконструкцією котлів проводиться вхідний контроль основних і зварювальних матеріалів і напівфабрикатів відповідно до ГОСТ 24297-87.

При виборі матеріалів для котлів, що поставляються в райони з холодним кліматом, враховується вплив низьких температур при вантажно-розвантажувальних роботах, монтажі та експлуатації котла згідно з рекомендаціями спеціалізованих науково-дослідних організацій.

Виготовлення, монтаж, налагодження, реконструкція та ремонт котлів повинні виконуватися спеціалізованими підприємствами, які мають необхід-

ну матеріально-технічну базу і дозвіл органів Держнаглядохоронпраці, за технологією, розробленою виконавцем до початку виконання робіт. При цьому повинна застосовуватися система контролю якості (вхідний, операційний і приймальний контроль) згідно з вимогами Правил та іншої нормативної документації.

Технологічні методи різання листів, труб, інших напівфабрикатів, вальцювання та штампування обичайок і днищ, гнуття труб повинні відповідати вимогам Правил. На листах, прокаті та поковках для виготовлення елементів, які працюють під тиском, а також на трубах зовнішнім діаметром більше 76 мм необхідно зберігати маркування підприємства-виробника. У випадках, коли вказані напівфабрикати розрізаються на частини, маркування має бути перенесене на окремі частини.

При виготовленні, монтажі, реконструкції і ремонті котлів повинна застосовуватися технологія зварювання, атестована відповідно до вимог Правил. До проведення робіт із зварювання і прихватки допускаються зварники, які пройшли атестацію відповідно до «Правил атестації зварників» і мають відповідне посвідчення. Зварники допускаються тільки до тих видів зварювальних робіт, які вказані в їх посвідченні. Зварні з'єднання елементів, які працюють під тиском, з товщиною стінки більше 6 мм, підлягають клеймуванню (тавруванню), що дозволяє встановити прізвище зварника, який виконував зварювання. Зварювання елементів котлів, які працюють під тиском, повинно проводитись при плюсовій температурі навколишнього повітря. При мінусовій температурі навколишнього повітря метал в районі зварного з'єднання перед зварюванням повинен бути прогрітий до плюсової температури.

Для зниження залишкових напружень, а також для забезпечення необхідних властивостей металу, напівфабрикати, окремі елементи і складальні одиниці котлів та вироби в цілому піддаються термічній обробці — якщо її проведення передбачено Правилами, НД, конструкторською чи виробничо-технічною документацією.

Важливим фактором безпечної експлуатації котлів є контроль якості при їх виготовленні, монтажі, реконструкції та ремонті.

Контроль якості зварювання і зварних з'єднань включає:

- перевірку атестації персоналу;
- перевірку обладнання, апаратури, приладів та інструментів;
- контроль якості основних матеріалів;
- контроль якості зварювальних матеріалів і матеріалів для дефектоскопії;
- операційний контроль технології зварювання;
- неруйнівний контроль якості зварних з'єднань;
- руйнівний контроль якості зварних з'єднань;
- контроль виправлення дефектів.

Основні види неруйнівного контролю металу і зварних з'єднань:

- ◆ візуальний і вимірювання;
- ◆ радіографічний;
- ◆ рентгенотелевізійний;
- ◆ ультразвуковий;
- ◆ радіоскопічний;

- ◆ капілярний або магнітопорошковий;
- ◆ стилоскопіювання;
- ◆ вимірювання твердості;
- ◆ прогонка металевої кулі;
- ◆ гідравлічне випробування.

Руйнівний контроль включає випробування механічних властивостей (на статичний розтяг, статичний згин або сплющування і ударний згин), металографічні дослідження і випробування на стійкість проти міжкристалітної корозії. Зазначені види руйнівного контролю реалізуються на зразках, виготовлених з контрольних або зварних з'єднань, вирізаних з вибірки.

Види і обсяги контролю якості металу і зварних з'єднань визначаються Правилами, нормативною та проектно-технічною документацією. Обсяг руйнівного і неруйнівного контролю, передбачений Правилами, може бути зменшений за погодженням з Держнаглядохоронпраці при масовому виконанні однотипних зварних з'єднань тощо.

Гідравлічним випробуванням підлягають:

- всі трубні, зварні, литі, фасонні та інші елементи і деталі, а також арматура, якщо вони не пройшли гідравлічного випробування за місцем їх виготовлення;
- елементи котлів у зібраному стані;
- котли, перегрівачі та економайзери після закінчення їх виготовлення, монтажу, реконструкції чи ремонту.

Величина пробного тиску при гідравлічному випробуванні приймається:

- ◆ при робочому тиску не більше 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>) — 1,5 робочого тиску, але не менше 0,2 МПа;
- ◆ при робочому тиску більше 0,5 МПа — 1,25 робочого тиску, але не менше робочого тиску + 0,3 МПа.

Гідравлічне випробування повинно проводитись водою при температурі не нижче 5 і не вище 40°C. Час підняття тиску до величини пробного і час витримки котла під тиском повинен бути не менше 10 хвилин. Після зняття тиску до робочого проводиться огляд всіх зварних, вальцьованих, клепаних і роз'ємних з'єднань. При відсутності видимих залишкових деформацій, тріщин або ознак розриву, протікання в зварних, вальцьованих, роз'ємних і клепаних з'єднаннях і в основному металі об'єкт вважається таким, що витримав випробування.

Кожний котел, автономний пароперегрівач і економайзер постачаються підприємством-виготовлювачем з паспортом встановленої форми, а на їх корпусі повинна бути прикріплена заводська табличка з маркуванням ударним способом паспортних даних, згідно з вимогами Правил.

Для управління роботою котла, регулювання режимів, контролю параметрів, надійної та безпечної його експлуатації та ремонту проектом повинна бути передбачена достатня кількість відповідних технічних засобів.

З метою запобігання підвищенню тиску в елементах котла за межі допустимого, котел та його елементи, обмежені запірними органами, повинні бути обладнані запобіжними клапанами: важільно-вантажними, пружинними (клапани прямої дії). На кожному котлі і обмеженому запірними органами елементі повинно бути не менше двох клапанів. При тиску понад 4 МПа повинні бути імпульсні запобіжні клапани. Клапани приєднуються до елементів котла безпосередньо без проміжних запірних органів, обладнуються відвідними трубопроводами, пристроями для примусового продування.

Сумарна пропускна спроможність запобіжних клапанів має бути не менше паропродуктивності котла. Запобіжні клапани повинні спрацювати при перевищенні розрахункового тиску більш як на 10%.

Крім запобіжних клапанів парові і водогрійні котли мають бути оснащені відповідно до вимог Правил показчиками рівня води, манометрами, приладами для вимірювання температури теплоносія і елементів котла, запірною і регулюючою арматурою, живильними пристроями та приладами безпеки при небезпечному відхиленні режимів експлуатації котла від розрахункових.

Будівлі і приміщення для котлів повинні відповідати вимогам СніП П-35-76 «Котельні установки». В окремих випадках допускається встановлення котлів всередині виробничих приміщень: прямоточних паропродуктивністю не більше 4 т/год, парових за умови  $(t-100)V \leq 100$  ( $t$  – температура насиченої пари при робочому тиску, °С;  $V$  – водяний об'єм котла, м<sup>3</sup>), водогрійних безбарабанних котлів теплопродуктивністю не більше 10,5 ГДж/год, котлів-утилізаторів – без обмежень.

Приміщення котельні повинно бути забезпечене природним освітленням і електричним відповідно до СніП П-4-79/85. Обов'язковому аварійному електричному освітленню підлягають фронт котлів, проходи між, за та над котлами, щити і пульти управління, вимірювальні прилади, вентиляторні, димососні та інші площадки, приміщення водопідготовки та насосні тощо.

Розміщення котлів і допоміжного устаткування, розміри зон обслуговування котлів, параметри площадок і сходів, для обслуговування котлів повинні відповідати вимогам Правил.

Всі парові котли з природною і багатократною примусовою циркуляцією паропродуктивністю більше 0,7 т/год, парові прямоточні і водогрійні котли обладнуються установками докотлової обробки води з метою забезпечення її якості відповідно до вимог Правил.

Після монтажу до пуску в роботу котли, в яких  $(t_s-100)V > 5$ , проходять реєстрацію в органах Держпромгірнагляду – інспекціях чи експертно-технічних центрах. Котли пересувних котельних установок реєструються за місцем їх експлуатації. При передачі котла іншому власнику котел підлягає перереєстрації.

Після реєстрації до пуску в роботу, а також періодично в процесі експлуатації в терміни, встановлені Правилами, в т. ч. і позачергово, котли піддаються технічному опосвідченню за участю інспектора (експерта) Держпромгірнагляду.

Позачергове опосвідчення котлів проводиться у випадках простою котла більше 12 місяців, демонтажу і встановлення його на новому місці, ремонту з застосуванням зварювання основних елементів котла, після досягнення розрахункового терміну служби, після аварії котла, за рішенням осіб державного нагляду або відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію котла.

Технічне опосвідчення котла включає зовнішній і внутрішній його огляд і гідравлічні випробування відповідно з наведеним вище. Технічні опосвідчення котлів за участі осіб Держпромгірнагляду проводяться: внутрішній і зовнішній огляд — раз на 4 роки; гідравлічні випробування — раз на 8 років. Крім того, власник котла (особа, відповідальна за справний стан і безпечну експлуатацію котла) проводить щорічно внутрішній і зовнішній огляд котла з веденням відповідної документації та гідравлічні випробування котла кожен раз після його ремонту з розкриттям основних його елементів.

Після реєстрації і технічного опосвідчення котел може вводитись в експлуатацію відповідно до чинних нормативів. На видному місці на котлі вивіщується табличка з зазначенням реєстраційного номера, дозволеного тиску та дати наступного внутрішнього огляду і технічного опосвідчення.

Для забезпечення безпечної експлуатації котлів власник повинен призначити наказом особу, відповідальну за справний стан і безпечну експлуатацію котлів, укомплектувати необхідний штат експлуатаційного персоналу. До експлуатації котлів допускаються особи віком не менше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання та атестацію і мають відповідні посвідчення.

Навчання машиністів (операторів) котельні з дозволу Держпромгірнагляду проводиться в ПТУ, НКК, а також на спеціально створених на підприємстві курсах за програмами, розробленими на підставі типових, погоджених з Держпромгірнаглядом, а їх атестація — комісією за участі інспектора Держпромгірнагляду. Посвідчення підписує голова комісії і інспектор Держпромгірнагляду.

Періодична перевірка знань персоналу, який обслуговує котли, повинна проводитись раз на 12 місяців, а позачергові — при зміні умов праці, при перерві в роботі більше 6 місяців, за рішенням адміністрації або вимогою інспектора Держпромгірнагляду.

### ***Парові та водогрійні котли другої групи***

НПАОП 0.00-1.26-96. «Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7 кгс/м<sup>2</sup>), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115°С» — основний нормативний документ, що встановлює вимоги

безпеки до будови, проектування, виготовлення, реконструкції, монтажу, налагодження, ремонту.

Правила встановлюють вимоги до парових і водогрійних котлів, водопідігрівачів, що обігріваються паром з надлишковим тиском не вище 0,07 МПа, котлів-утилізаторів і мобільних установок з зазначеними вище параметрами.

Вимоги правил не поширюються на проточні газові водопідігрівачі, змійовики нагрівання води в квартирних плитах, котли пливучих засобів і вагонів залізничного рухомого транспорту, опалювальні котли індивідуального користування теплопродуктивністю не більше 0,1 МВт.

Вимоги Правил щодо відповідності котлів цієї групи НД, можливих відступів від Правил, котлів, придбаних за кордоном, конструкції котлів, проектування, виготовлення, монтажу, ремонту і налагодження котлів в цілому аналогічні вимогам до котлів першої групи.

Елементи котлів і трубопроводів з підвищеною температурою, доступні для обслуговуючого персоналу, покриваються тепловою ізоляцією, що забезпечує температуру зовнішньої поверхні не більше 45°C.

Котли з камерним спалюванням пилогазоподібного і рідкого палива або шахтною топкою для твердого палива обладнуються вибуховими запобіжними клапанами, кількість, розміщення і розміри яких встановлюються проектною організацією. При цьому для котлів з камерним спалюванням палива площа перерізу клапана має бути не менше 0,1 м<sup>2</sup>, а для інших котлів — 0,05 м<sup>2</sup>.

Для управління роботою і забезпечення безпечних режимів експлуатації котли повинні бути оснащені запобіжними клапанами, манометрами, приладами для вимірювання температури, показчиками рівня води, запірною і регулюючою арматурою, приладами безпеки і живильними пристроями.

Для попередження підвищення тиску понад допустимий на котлах цієї групи застосовуються важільно — вантажні і пружинні запобіжні клапани.

Кількість і розміри запобіжних клапанів розраховуються за формулами:  
 $ndh = 0.000006Q$  — для водогрійних котлів з природною циркуляцією;  
 $ndh = 0.000003Q$  — для водогрійних котлів з примусовою циркуляцією;  
( $n$  — число запобіжних клапанів;  $d$  — діаметр клапана, см;  $Q$  — продуктивність котла, ккал/год;  $h$  — висота підйому клапана, см, для малопідйомних клапанів приймається в межах  $1/20 d$ ).

Сумарна пропускна здатність запобіжних пристроїв парового котла має бути не менше номінальної годинної його паропроductивності. Якщо на котлі встановлено два запобіжних клапани, то один з них повинен бути контрольним. Запобіжні клапани повинні спрацьовувати при перевищенні тиску на

10% від розрахункового. Клапани повинні мати пристрої для примусового відкривання. Перевірка справності клапанів (їх продувка) проводиться щозміни з записом у відповідний журнал.

На парових котлах продуктивністю до 100 кг/год замість запобіжних клапанів допускається встановлювати вихлопний запобіжний пристрій — гідрозатвор.

На барабанних водогрійних котлах, а також на котлах без барабанів теплопродуктивністю більше 0,4 МВт, встановлюється не менше 2-х запобіжних клапанів з мінімальним діаметром кожного 40 мм.

Для контролю рівня води водогрійні котли повинні оснащуватися водопробними кранами (у верхній частині барабана, а при його відсутності – на виході води із котла до запірного органу), а парові котли – двома покажчиками рівня води прямої дії відповідно до вимог Правил.

Манометри, що встановлюються на котлах і живильних лініях, повинні мати клас точності не менше 2,5. При розрахунковому тиску стрілка манометрів повинна знаходитись у середній третині шкали. На шкалі чи корпусі манометра наноситься мітка, що відповідає робочому тиску.

Не рідше одного разу на 12 місяців проводиться перевірка манометрів (з опломбуванням) органами Держстандарту, а власник не рідше одного разу на 6 місяців перевіряє справність манометрів за допомогою контрольного чи перевіреного робочого.

Не допускається користування манометрами при відсутності пломби, простроченому терміні перевірки, якщо стрілка манометра не повертається до нульової позначки, розбите скло чи існують інші пошкодження.

Котли з камерним спалюванням усіх видів палива і механічними топками для твердого палива повинні мати автоматику безпеки, яка попереджає виникнення аварій при передбачених Правилами порушеннях режимів роботи газоповітряного, пароводяного тракту котла та інших небезпечних ситуаціях.

Система живлення котла водою повинна відповідати проектно-технічній документації. Забороняється експлуатація котлів без докотової обробки води.

Вимоги щодо утримання, обслуговування, експлуатації і нагляду, вимоги до персоналу, його функцій, ведення експлуатаційної документації для цієї групи котлів аналогічні вимогам до першої групи.

Котли, на які розповсюджується дія НПАОП 0.00.-1.26-96 після монтажу до пуску в роботу проходять реєстрацію в органах Держпромгірнагляду і первинне технічне опосвідчення (зовнішній і внутрішній огляд і гідравлічні випробування) за участю експерта Держпромгірнагляду.

Періодичні технічні опосвідчення котлів за участю осіб державного нагляду проводяться: зовнішній і внутрішній огляд — раз на 4 роки;

гідравлічні випробування – раз на 8 років. За необхідності (згідно з Правилами) можуть проводитись позачергові опосвідчення. Крім того, власник кожні 12 місяців проводить технічні опосвідчення – зовнішній і внутрішній огляд і гідравлічні випробування (за потреби) з веденням необхідної документації.

### **3.3. БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ УСТАНОВОК КРІОГЕННОЇ ТЕХНІКИ**

*Кріо...*(від грецького *krnos*. холод, мороз, лід) частина складних слів, що означає зв'язок з льодом, низькими температурами (наприклад, кріобіологія, кріогенез, кріогенна техніка тощо). Основні проблеми, що вирішуються кріогенною технікою – зрідження газів (азоту, кисню, гелію та ін.), їх зберігання та транспортування у рідкому стані, конструювання кріорефрижераторів – холодильних машин, що створюють і підтримують температуру 0–120°K, охолодження та термостатування при кріогенних температурах надпровідних матеріалів та електротехнічних пристроїв, електронних приладів, біологічних об'єктів тощо.

Під кріогенними продуктами розуміють речовини або суміш речовин, що знаходяться при кріогенних температурах 0–120°K (ГОСТ 21957-76). До основних кріогенних продуктів відносять продукти низькотемпературного розділення повітря: азот, кисень, аргон, неон, криптон, ксенон, озон, а також фтор, метан, водень, гелій.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що виникають при експлуатації установок кріогенної техніки і при роботі з кріогенними продуктами, ділять на загальні та специфічні, характерні для конкретних кріогенних продуктів.

***Загальними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є:*** винятково низька температура конструктивних елементів установок кріогенної техніки та кріогенних продуктів; самовільне підвищення тиску як газоподібних, так і рідких кріогенних продуктів під час їх зберігання й транспортування.

Вплив загальних небезпечних і шкідливих факторів на людину та обладнання викликає небезпеку:

- опіків у результаті попадання кріогенних рідин на відкриті ділянки шкіри та очі, доторкання до предметів, що мають кріогенну температуру (стінки резервуарів, труб), при попаданні низькотемпературної пари кріогенних продуктів у легені;



- обмороження у результаті глибокого охолодження ділянок тіла при контакті з кріогенними продуктами;
- руйнування обладнання внаслідок термічних деформацій та холодоламкості матеріалів;
- вплив на персонал витоків кріогенних продуктів (і вторинних проявів витоків) у результаті розгерметизації обладнання через неоднакові термічні деформації деталей;
- вибухового руйнування через підвищення тиску у результаті закипання або випаровування кріогенних рідин у замкнутих об'ємах при зміні режимів роботи або за рахунок природних теплоприпливів;
- конденсації повітря на неізольованих поверхнях кріогенного обладнання, наприклад водневого, азотного: рідке повітря накопичується на поверхні обладнання і стікає, випаровується, збагачується киснем, контактує з різними матеріалами та речовинами, при цьому можуть виникати усі види вказаних вище небезпек.

***Специфічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори при роботі з кріогенними продуктами*** залежать від індивідуальних особливостей та фізико-хімічних властивостей кріогенного продукту.

Так, специфічна небезпека під час роботи з киснем — можливість загорянь і вибухів конструкційних, ізоляційних та інших матеріалів обладнання й приміщень при контакті з киснем або збагаченими киснем середовищами. Іншою специфічною небезпекою під час роботи з киснем є його певна токсичність. Вдихання чистого кисню за нормального тиску протягом 5 год призводить до отруєння. При тиску 0,2 МПа отруєння настає через 3 год, при 0,3 МПа через 1 год, при 0,5 МПа через кілька хвилин. Чистий кисень можна використовувати для дихання тільки при зниженому тиску.

Специфічною небезпекою роботи з воднем є небезпека виникнення горіння або вибуху суміші водню з повітрям, киснем та кисневмісними газами, а також небезпека вибуху систем; рідкий водень — твердий кисень, рідкий водень — тверде, збагачене киснем повітря. У суміші з повітрям та киснем водень утворює горючі системи та системи, що мають небезпеку детонації. Концентраційні межі горіння водню у повітрі складають 4–75 об. %, а у кисні 4,1–96 об. %. Межі детонації у повітрі дорівнюють 1 8,2–59 об. %, а в кисні — 1 5,5–93 об. %.

Мінімальна енергія, необхідна для запалювання суміші водню з повітрям стехіометричного складу при атмосферному тиску, складає близько 0,02 мДж, аналогічна величина для суміші водню із киснем — 0,00 1 мДж.

В цілому специфічні небезпеки і шкідливості, пов'язані з властивостями конкретних кріогенних продуктів, зводяться переважно до

можливого недопустимого забруднення повітря робочої зони, до відхилення його стану від природно-фізіологічних норм для людини, до загорань, пожеж, вибухів тощо. Захист працюючих від перерахованих можливих проявів небезпек і шкідливостей, пов'язаних з індивідуальними властивостями криогенних продуктів, є предметом фізіології, гігієни праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки (див. розділ 2 і 4 підручника) і тому тут більш детально не розглядається.

*Захист від опіків та обморожень.* Під час роботи з криогенними рідинами й газами мають бути вжиті заходи, що виключають контакт обслуговуючого персоналу з криогенними продуктами, а також з поверхнями, що перебувають при низьких температурах. З цією метою застосовують герметизацію, теплоізоляцію, огороження обладнання, попереджувальні написи та фарбування за ГОСТ 12.2.052–81. Не дозволяється проводити будь-які ремонтні роботи, підтяжку ущільнень тощо під час роботи обладнання.

Роботи з рідкими криогенними продуктами, пов'язані з відкритим зливанням чи переливанням, коли можливе розбризкування крапель рідини, потрібно проводити у заправлених під рукави захисних рукавицях та захисних окулярах з бічними щитками. Верхній одяг повинен бути наглухо закритим, а брюки — прикривати взуття (навипуск). Особи, постійно зайняті на зливанні або наливанні рідких продуктів, мають бути вдягнені у брезентовий костюм з брюками навипуск.

При переливанні рідких криогенних продуктів із посудин Д'юара потрібно користуватися підставкою, що нахиляється, у якій посудина повинна міцно закріплюватися. При переливанні у резервуари з вузькою горловиною необхідно користуватися лійками, що полегшують вихід газу з наповнюваного резервуару.

*Захист від впливу термічних деформацій.* При охолодженні до криогенних температур деталі обладнання внаслідок термічного стискання можуть зазнавати величезних напружень, що призводить у ряді випадків до їх поломки, розгерметизації тощо. Наприклад, охолодження трубопроводу з алюмінію від 293°K до 77°K супроводжується зміною його довжини на» 4 мм на кожний метр труби. Для захисту від термічних деформацій використовують різні компенсатори (сильфонні, кутові та ін.), «плаваючі» закріплення, застосовують матеріали з однаковими коефіцієнтами лінійного розширення. Особливо небезпечні різкі нагрівання та охолодження, коли виникають значні нерівномірності температурного поля у матеріалі.

*Захист від перевищення тиску під час випаровування та нагрівання криогенних продуктів.* У результаті закипання або випаровування криогенних рідин при зміні режимів роботи або за рахунок природних

теплоприпливів у замкнутих об'ємах можливе підвищення тиску, величина якого в десятки і сотні разів перевищує робочий. Великі маси газу можуть виділятися при закипанні так званої «перегрітої рідини», коли температура рідини виявляється вищою за температуру кипіння за даного тиску (наприклад, тоді, коли струшують рідину або у резервуарі відбувається розгерметизація).

Для розрахунку тиску  $P$  при нагріванні та випаровуванні криогенної рідини у загальному випадку необхідно користуватися спеціальними термодинамічними таблицями стану речовини. Орієнтовний розрахунок (без урахування стискування) може бути проведений за рівнянням стану  $PV = RT$  або  $P = RT/V$ , де  $V$  – питомий об'єм речовини у резервуарі в початковому стані,  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;  $R$  – густина речовини у резервуарі в початковому (кінцевому) стані,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $T$  – температура нагрівання,  $^\circ\text{K}$ .

Це рівняння може бути використане для практичних оцінок, оскільки температура навколишнього середовища ( $300^\circ\text{K}$ ) завжди значно перевищує як температури кипіння криогенних речовин, так і критичні температури. Наприклад, якщо замкнутий резервуар, наполовину заповнений рідким киснем ( $\rho = 1140 \text{ кг}/\text{м}^3$ ), нагріти до  $300^\circ\text{K}$ , то тиск у ньому складе 40 МПа. Ще більше (у тисячу разів і більше) підвищення тиску може мати місце при нагріванні рідини у повністю заповнених резервуарах. Для захисту від перевищення тиску внаслідок нагрівання та розширення криогенної рідини у замкнутих об'ємах правилами встановлені спеціальні норми заповнення резервуарів криогенними рідинами (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

### Норми заповнення резервуарів криогенними рідинами

Рідина	Маса рідини на 1 л ємності, кг, не більше	Місткість резервуара на 1 кг рідини, л, не менше
Азот	0,77	1,3
Аміак	0,57	1,76
Водень	0,065	15
Гелій	0,11	9
Кисень	1,08	0,926

Крім того, на резервуарах, а також на трубопроводах із криогенними рідинами, які з двох боків обмежені запірною арматурою, повинні бути встановлені запобіжні пристрої (запобіжні клапани, розривні мембрани). Загальна перепускна здатність запобіжних пристроїв повинна забезпечувати скинення всієї кількості газу, що надходить до апарата і утворюється в апараті, без підвищення тиску більше допустимих величин. Перепускна здатність запобіжних клапанів, що встановлені на трубопроводах та апаратах, які відсікаються і у яких може залишитися рідина при їх відключенні арматурою, повинна забезпечити викид п'ятикратної кількості пари, що може утворитися від природного припливу теплоти.

*Захист від конденсації повітря на неізольованих поверхнях криогенного обладнання.* Конденсація атмосферного повітря при тиску близькому до 0,1 МПа, можлива при температурах нижче 79°К. Такі температури найбільш часто бувають під час роботи з рідким азотом, воднем, гелієм. Місцем конденсації звичайно можуть бути ділянки криогенних трубопроводів або апаратів, на яких пошкоджена теплоізоляція. Припинення конденсації досягається шляхом відновлення ізоляції на пошкодженій ділянці. Як тимчасовий захід може бути рекомендоване обдування оголеної ділянки азотом.

*Вимоги до очищення систем перед заповненням криогенними продуктами.* Перед заповненням обладнання піддають спеціальному очищенню. Призначення очищення, а також спосіб його здійснення залежать від виду криогенного продукту.

Обладнання для роботи з рідким та газоподібним киснем, як правило, знежирюють з метою виключення утворення вибухонебезпечної системи «масло (або інші речовини органічного походження) — кисень». Знежирювання — очищення поверхонь криогенного обладнання від масла та жиру проводять під час його виготовлення, а також після монтажу та в процесі експлуатації. Знежирювання потрібно виконувати, якщо вміст масла на поверхні обладнання перевищує норми, передбачені ОСТ 26-04-2159-79 та ОСТ 26-04-1362-75.

Для знежирювання застосовують різні органічні розчинники (хлорид 113, трихлоретилен, тетрахлоретилен, бензин, дихлоретан, чотирихлористий вуглець) та водяні миючі розчини. До складу останніх входять електроліти (їдкий натр, рідке скло, тринатрій фосфат) та поверхнево-активні речовини (емульгатори).

Технологія знежирювання, матеріали для знежирювання та їх властивості регламентовані ОСТ 26-02-312-71. Якість знежирювання перевіряють шляхом контрольних обмивань поверхні чистим розчинником або протиранням серветкою із склотканини, змоченою розчин-

ником, з наступним визначенням складу масла на серветці та перерахунком на відповідну поверхню. Можна використовувати також огляд поверхні за допомогою люмінесцентних приладів, контрольних заливань чистого розчинника (після заливання вміст масла в розчиннику не повинен перевищувати 20 мг/дм<sup>3</sup>).

*Очищення від газоподібних домішок.* Очищення обладнання (резервуарів, трубопроводів, арматури та ін.) від газоподібних домішок перед його заповненням кріогенним продуктом здійснюється полосканням, продуванням, вакуумуванням.

Метою цієї операції є виключення утворення систем «водень – повітря», «рідкий водень – тверде повітря» тощо.

Вакуумування – найефективніший спосіб очищення – забезпечує необхідний ступінь очищення за один технологічний прийом, дозволяє очищувати глухі ділянки, не вимагає застосування спеціальних газів для очищення. Після вакуумування обладнання можна зразу заповнити робочим газом або рідиною. Але при очищенні вакуумуванням необхідно використовувати складне додаткове обладнання – вакуумні насоси, а система, що очищається, повинна конструктивно забезпечувати можливість виконання відкачування.

У тих випадках, коли система не має глухих об'ємів (наприклад, труби), зручним способом очищення є продування. Для продування використовують азот, водень, гелій. Відомо, що при цьому способі досягається зменшення початкової концентрації домішки приблизно у 10 разів при продуванні двома з половиною об'ємами, у 10<sup>2</sup> разів при продуванні п'ятьма об'ємами, у 10<sup>4</sup> разів при продуванні десятьма об'ємами чистого газу (що не містить домішок, або містить домішки у кількості менше 0,1 від тієї, що вимагається після продування).

При наявності у системі глухих об'ємів потрібно використовувати для очищення метод полоскань – заповнення обладнання чистим газом до заданого тиску та викидання його. Операцію повторюють кілька разів залежно від концентрації домішки у зоні очищення та величини тиску, який створюють в обладнанні.

**Зневоднення.** Певну небезпеку для кріогенних систем може мати невидалена з них волога. Наявність вологи у вакуумних порожнинах призводить до значного збільшення часу їх відкачування до заданого тиску. Волога, що залишається у трубопроводах, вентилях, запобіжних клапанах, під час відкачування може замерзнути, що призводить до закупорювання комунікацій, розриву труб, примерзання рухомих елементів обладнання (наприклад, штоки вентилів, запірні елементи), тобто створює небезпеку експлуатації обладнання. Тому кріогенне обладнання, у якому може бути волога, висушують продуванням,

нагріванням, відкачуванням або досягають зневоднення заливанням або протиранням спиртом.

Зневоднення, звичайно, виконують двома методами: протиранням поверхні змоченим у спирті матеріалом або заливанням спиртом частини обладнання та полосканням (обмиванням) поверхні спиртом. Застосовується етиловий спирт концентрацією 96 об. %. При зневодненні вода легко розчиняється у спирті і окремі краплі, плівки води замінюються краплями та плівкою розчину води та спирту, у якому концентрація води не перевищує 4,5–5 об. %. Кількість води після одноразового зневоднення зменшується приблизно у 20 разів.

Основними вимогами до одягу працюючих з горючими та небезпечними під час пожежі криогенними продуктами є нездатність його до електризації та до іскроутворення. Одяг персоналу обслуговування необхідно виготовляти з брезенту, бавовняних та азбестових тканин. Якщо застосовують тканини, що містять домішки штучних волокон, то необхідна їх антистатична обробка. Забороняється використання одягу із синтетичних та шовкових тканин, які легко електризуються під час тертя. Найбільшою небезпекою при роботі у збагаченій киснем атмосфері є поєднання в одязі бавовняних тканин і тканин із штучних волокон. Для виготовлення одягу найпридатніші тканини із густого, гладкого штучного волокна, які піддали антистатичній обробці. Останнім часом створено ряд спеціальних киснетійких тканин на основі скловолокна (бета-тканина), поліамідного волокна (дюрет), вітчизняна тканина «Лола» тощо.

Після роботи в атмосфері, насиченій парами горючих криогенних продуктів, наприклад у випадку проливання, одяг треба зняти і провітрити протягом 30 хв. Забороняється носити взуття із сталевими гвіздками, які можуть спричинити появу іскри при ході.

Зріджені рідини зберігають і перевозять у стаціонарних та транспортних резервуарах (цистернах), обладнаних високоефективною тепловою ізоляцією (ГОСТ 16024–79 Е).

Для транспортування та зберігання відносно невеликих кількостей криогенних речовин (від кількох літрів до кількох десятків літрів) використовують посудини Дьюара.

Під час роботи із посудинами Дьюара потрібно враховувати, що вибухи посудин Дьюара відбуваються внаслідок щільно зачиненої горловини посудини: закупорювання горловини льодом, порушення вакуумної ізоляції посудини та різкого підвищення температури усередині посудини, розширення поглинутих адсорбентом газів при обігріванні посудин.

Забороняється перевозити посудини Дьюара у пасажирському ліфті, дозволяти присутність сторонніх осіб на площадці, де розміще-

ні посудини Дьюара під час заповнення рідкими газами, лишати на відігрівання посудини Дьюара, що втратили вакуум, там, де можуть перебувати люди, палити у місцях знаходження посудин Дьюара, користуватися відкритим вогнем, зберігати горючі матеріали та речовини. Забороняється також ремонтувати невідігріті посудини та посудини, що містять криогенні продукти.

### **3.4. БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ І ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ**

#### **3.4.1. Загальні положення**

Основним заходом для покращання та полегшення умов праці при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт, а також для забезпечення безпеки працюючих є широке впровадження механізації навантажування, вивантажування та транспортування вантажів.

Усі роботи, пов'язані з навантажуванням, вивантажуванням, складуванням і транспортуванням вантажів, мають виконуватися відповідно до ГОСТ 12.3.009-76 «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.020-80 «Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности».

Вантажно-розвантажувальні роботи виконують під керівництвом досвідченого працівника, який повинен пройти навчання і перевірку знань чинних нормативно-правових актів з охорони праці в межах своїх функціональних обов'язків і мати відповідне посвідчення.

Керівник робіт готує розвантажувальну площадку, встановлює порядок і способи навантажування, вивантажування і переміщення вантажів, розподіляє робітників відповідно до їх кваліфікації та досвіду, інструктує робітників з питань технології виконання робіт та дотримання вимог безпеки й безпечних прийомів праці на цих роботах, забезпечує місце робіт справними пристроями, механізмами та кранами.

Вантажно-розвантажувальні роботи виконують, як правило, механізованим способом за допомогою кранів, навантажувачів, розвантажувачів та інших машин, а за незначних обсягів – із застосуванням засобів малої механізації. Механізований спосіб вантажно-розвантажувальних робіт застосовується для вантажів масою більше 20 кг, а також під час піднімання вантажів на висоту більше 3 м. Вантажі великої ваги масою більше 500 кг дозволяється вантажити та вивантажувати тільки вантажопідіймальними кранами.

Навантажування та розвантажування важких і громіздких вантажів здійснюється спеціально призначеними досвідченими робітниками під керівництвом

твом відповідальної особи (майстра, бригадира), зобов'язаної слідкувати за безпекою навантажування, транспортування і розвантажування вказаних вантажів. У темний час доби навантажування та розвантажування матеріалів допускаються тільки при освітленості місця робіт у горизонтальній площині на рівні землі не менше 20 лк.

Діючим законодавством дозволена наступна норма перенесення вантажів: чоловікам – масою не більше 50 кг на відстань, що не перевищує 25 м, і на висоту не вище 3 м; жінкам (віком більше 18 років) – масою не більше 15 кг. Переміщення вантажів на відстань більше 25 м повинно виконуватися на двоколісних візках або інших пристосовуваннях малої механізації.

Перенесення та пересування важких предметів особами віком до 18 років допускається тільки у тих випадках, коли ці операції безпосередньо пов'язані з виконуваною або професійною роботою (не вантажником) і займають не більше однієї третини робочого часу. Гранична маса вантажу, який вони можуть переносити, наведена у першому розділі.

З метою забезпечення безпеки та зручності у роботі, площадки для вантажно-розвантажувальних робіт мають бути сплановані, огорожені з метою обмеження доступу сторонніх осіб, та облаштовані відводом води. Площадки, розраховані на строк служби більше року, повинні мати тверде покриття.

У зимовий період вантажно-розвантажувальні площадки необхідно регулярно чистити від снігу та льоду і посипати піском, попелом та шлаком.

Вантажно-розвантажувальні площадки обладнуються спеціальним інвентарем і найпростішими пристосуваннями (перехідні містки, сходи, дошки для кочення, переносні драбини, домкрати, тачки, медведки, вагончики, візки, конвеєри тощо), що забезпечують безпеку та полегшують виконання робіт. Інвентар і пристосування, що застосовується при вантажно-розвантажувальних роботах, слід утримувати у справному стані. При переміщенні вантажів масою від 20 до 500 кг (кожне місце окремо) вантажникам мають видавати зазначені найпростіші пристосування.

Вантажні платформи повинні бути на висоті 1,1 м від рівня верху головки рейки, а з боку автомобільного під'їзду – на висоті підлоги кузова транспортного засобу. У місцях, де не передбачається навантажування або вивантажування негабаритних вантажів, а також пропуск вагонів із такими вантажами, вантажні платформи будують заввишки 1,2 м. Платформи та склади потрібно обладнувати рампами: з боку залізничної колії завширшки не менше 3 м, а з боку автомобільного під'їзду – завширшки не менше 1,5 м. Вивантажений матеріал приводиться у такий стан, при якому усувається будь-яка можливість падіння та розвалювання його, а також порушення габариту наближення будівель, якщо матеріал складається біля рейкової колії або біля автомобільного під'їзду.

Для забезпечення безпеки у місцях масового переходу людей та під час перевезення вантажів через рейкову колію влаштовуються переїзди з відпо-



відним настилом. При необхідності перенесення вантажів або переміщення механізмів через рейкову колію роблять тверді покриття або переносні настили на рівні головки рейок завширшки не менше 1,5 м для проходження вантажників, а для переміщення механізмів — завширшки не менше 3 м.

### **3.4.2. Вимоги до місць виконання робіт**

Вибір місця виконання вантажно-розвантажувальних робіт повинен відповідати вимогам санітарних норм та іншій нормативній технічній документації. Відповідно до ГОСТ 12.3.009-76\* (СТ СЕВ 3518-81) місця виконання вантажно-розвантажувальних робіт розташовуються на спеціально відведеній території з твердим та рівним покриттям. Допускається виконання цих робіт на площадках з твердим ґрунтом, що здатний сприймати проектне навантаження від вантажів та підйомних і транспортних машин.

Розміри та покриття площадок для вантажно-розвантажувальних робіт згідно із СНиП III 4-80 мають відповідати проекту виконання робіт. Під'їзні шляхи до площадок (пунктів) повинні мати тверде покриття і утримуватися у справному стані. У місцях перетину під'їзними шляхами канав, траншей та залізничних колій влаштовуються настили та мости для переїздів.

Ширина під'їзних шляхів повинна бути не менше 6,2 м при двосторонньому русі автомобілів і не менше 3,5 м при односторонньому русі.

Розміри вантажно-розвантажувальних площадок визначаються з урахуванням характеру робіт, транспортних засобів та вимог безпеки. При розташуванні автомобілів на площадках відстань між автомобілями, які стоять один за одним (в глибину) має бути не менша 1 м, а між автомобілями, які стоять поряд (по фронту), — не менше 1,5 м. Якщо автомобілі встановлюють поблизу будівлі або складу, то між будівлею та заднім бортом кузова автомобіля слід дотримувати інтервал не менший 0,5 м, при цьому повинен бути тротуар, відбійний брус тощо. Відстань між автомобілем і штабелем вантажу повинна бути не менше 1 м.

На площадках для навантаження та вивантаження тарних штучних вантажів (тюків, бочок, рулонів та ін.), які зберігаються у складах та пакгаузах, влаштовуються платформи, естакади чи рампи висотою, що дорівнює висоті кузова автомобіля.

Склади, що розташовані у підвальних та напівпідвальних приміщеннях і мають сходи з кількістю маршів більше одного або заввишки більше 1,5 м, обладнуються люками і трапами для спускання вантажів

безпосередньо у складське приміщення та підйомниками для підняття вантажів. Склади, які розташовані вище першого поверху і мають сходи з кількістю маршів більше одного або заввишки більше 2 м обладнуються підйомниками для спускання та підняття вантажів.

Місця виконання вантажно-розвантажувальних робіт повинні мати достатнє освітлення. У тих випадках коли при освітленні відкритого простору площею більше 5 тис. м<sup>2</sup> неможливо розташувати звичайні світильники над поверхнею, яка освітлюється, застосовується прожекторне освітлення. Основними типами прожекторів для освітлення відкритих площ є прожектори заливного світла типу ПЗС-45, ПЗС-35, ПЗС-25 з лампами розжарювання потужністю 1000, 500–300 та 150 Вт відповідно. Останнім часом широко застосовують освітлювальні засоби у вигляді прожекторів із ртутними дуговими лампами ДРЛ, що мають високу світловіддачу (лм/Вт). Як прожектори ближньої дії поза приміщеннями використовують лампи із дзеркальними відбивачами потужністю до 5000 Вт.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт у будівлях вміст шкідливих газів, пари та пилу у повітрі робочої зони не повинен перевищувати ГДК за ГОСТ 12.1.005–88.

Способи складування вантажів мають забезпечувати стійкість штабелів, пакетів та вантажів, що знаходяться у них, можливість механізованого розбирання штабеля та підймання вантажу навісними захватами підймально-транспортного обладнання, безпеку працюючих на штабелі або біля нього, можливість застосування та нормального функціонування засобів захисту працюючих і пожежної техніки, циркуляцію повітряних потоків за природної або штучної вентиляції закритих складів, дотримання вимог до охоронних зон лінії електропередач, до вузлів інженерних комунікацій та енергопостачання.

Не допускається перебування та пересування транспортних засобів і людей у зоні можливого падіння вантажів під час навантажування та розвантажування із рухомого складу, а також при переміщенні вантажів підймально-транспортним обладнанням.

Вантажі, що розташовуються поблизу залізничної та кранової рейкової колії, повинні бути розташовані відповідно до вимог ГОСТ 9238-83, інших нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП).

Порядок складування та зберігання матеріалів, виробів, приладів та обладнання регламентується СНиП III 4–80, згідно якому вантажі на території повинні складатися таким чином:

- чорні прокатні метали (листова сталь, швелери, двотаврові балки, сортова сталь) — у штабель заввишки до 1,5 м з прокладками та підкладками;

- труби діаметром до 300 мм — у штабель заввишки до 3 м на підкладках та прокладках з кінцевими упорами;
- труби діаметром більше 300 мм — у штабель заввишки до 3 м у сідло без прокладок; нижній ряд труб повинен бути укладений на підкладки, укріплені інвентарними металевими чобітками або кінцевими упорами, надійно закріплені на підкладках;
- дрібний сортовий метал — у стелаж заввишки не більше 1,5 м;
- цегла у пакетах на піддонах — не більше ніж у два яруси, в контейнерах — в один ярус, без контейнерів — заввишки не більше 1,7 м;
- фундаментні блоки та блоки стін підвалів — у штабель заввишки не більше ніж 2,6 м на підкладках та прокладках;
- стінові панелі — у касети або піраміди, панелі перегородок — у касети вертикально;
- стінові блоки — у штабель у два яруси на підкладках та прокладках;
- плити перекриття — у штабель заввишки не більше 2,5 м на підкладках та прокладках;
- круглий ліс — у штабель заввишки не більше 1,5 м з прокладками між рядами та встановленням упорів проти розкочення, ширина штабеля, менша його висоти, не допускається;
- пиломатеріали — в штабель, висота якого при рядовому складанні буде на більше половини ширини штабеля, а при складанні у клітки — не більше ширини штабеля;
- притуляти (опирати) матеріали до інших штабелів та елементів огорожі забороняється.

Відстань від штабелів матеріалів та обладнання до брівки виїмки (котлованів, траншей) визначається на підставі розрахунку на стійкість відкосів. Складування має виконуватися за межами призми зсуву, але не менше 1 м до брівки природного відкосу або кріплення виїмки. Між штабелями (стелажми) на складах передбачаються проходи завширшки не менше 1 м та проїзди, ширина яких залежить від розміру транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів, що обслуговують склад.

Складування матеріалів та обладнання на відкритих складах виконується за розробленими та затвердженими технологічними картами із зазначенням на них місць і розмірів складування, а також розмірів проходів. Технологічна карта складування виконується у вигляді плану складу, на якому позначені місця та розміри штабелів вантажів, проходи для людей, під'їзні шляхи залізничного та автомобільного транспорту, колії рейкових кранів (козлових, мостових, баштових) та зони дії кранів, місця встановлення стрілових самохідних кранів, транспорту під навантажування або розвантажування.

### 3.4.3. Вимоги до вантажно-розвантажувальних засобів

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт застосовуються вантажопідіймальні крани, лебідки, талі тощо.

**НПАОП 0.00-1.03-02 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів»** (далі – Правила) – основний нормативний документ, що визначає порядок розробки проектів, вимоги безпеки до конструкції, матеріалів, виготовлення, контролю якості, монтажу, пуску в експлуатацію та організації безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів усіх типів, вантажних електричних візків, що пересуваються надземними рейковими коліями разом з кабіною керування, кранів-екскаваторів, що працюють лише з гаком або електромагнітом, ручних і електричних талей, лебідок для підймання вантажу і (або) людей, змінних вантажозахоплювальних органів та пристроїв, тари несучої, колісок (кабін) для підймання людей.

Правила не поширюються на вантажопідіймальні машини спеціального призначення (шахтні, плавучих споруд, ливарного виробництва, військового відомства і т. ін.), монтажні поліспасти та конструкції, до яких вони підвішуються тощо.

Розроблення конструкторської документації вантажопідіймальних машин можуть здійснювати головні науково-дослідні та спеціалізовані організації, а виготовлення – підприємства, які мають дозвіл органів Держпромгірнагляду на виконання зазначених вище робіт.

За якість розроблення, виготовлення, реконструкції, монтажу та ремонту вантажопідіймальних машин, змінних та знімних вантажозахоплювальних органів і пристроїв, колісок для підймання людей, а також за відповідність їх Правилам несе відповідальність організація (підприємство), яка виконувала зазначену роботу.

Для перевірки якості виготовлення кранів і відповідності їх проекту та чинним НД виготівник проводить попередні і приймальні випробування експериментального зразка крана, періодичні (вибірка із серії) та приймально-здавальні (кожного крана) випробування. Попередні і приймальні випробування проводяться за участю представників проектної організації та Держпромгірнагляду. Приймально-здавальні випробування проводяться службою технічного контролю виготівника за розробленою і затвердженою виготівником програмою. Результати цих випробувань заносяться до паспорту крана.

Кожна виготовлена вантажопідіймальна машина забезпечується паспортом, технічним описом, інструкцією з монтажу (за потреби) та експлуатації. Інструкції мають бути розроблені спеціалізованою організацією або виготівником відповідно до вимог Правил та інших НД.

Змінні вантажозахоплювальні органи (гак, грейфер, вантажопідіймальний електромагніт) та знімні вантажозахоплювальні пристрої (стропи, ланцюги, траверси і т. ін) виготовлюються відповідно до чинних НД, технологічних карт та вимог Правил.

Вантажопідіймальні крани з машинним приводом повинні бути обладнані приладами та пристроями безпеки:

- кінцевими вимикачами механізму підіймання вантажозахоплюючого органу, механізму зміни вильоту стріли в крайніх робочих положеннях, механізму пересування вантажопідіймальних кранів або вантажних візків;

- пристроями автоматичного зняття напруги з крана при виході на його галерею— крани мостового типу;

- електричним блокуванням, що не дозволяє почати пересування крана при відчинених дверях кабіни;

- обмежниками вантажопідіймальності;

- захистом від падіння вантажу та стріли при обриві фази електричної мережі, що живить кран;

- покажчиком вантажопідіймальності залежно від вильоту стріли;

- блискавкоприймачем та приладом автоматичного вмикання сирени при зазначеній в паспорті швидкості вітру – баштові крани, висота яких більше 15 м, козлові – прогоном більше 16 м, порталні та кабельні крани;

- координатним захистом та захистом від небезпечної напруги — стрілові самохідні крани крім гусеничних;

- захисним заземленням усіх металоконструкцій, які не входять в електричне коло — крани, що живляться від зовнішньої мережі.

Стальні дротяні канати, що застосовуються як вантажні, стрілові, несучі та тягові, повинні бути перед встановленням на вантажопідіймальну машину перевірені розрахунком:

$$P/S > K,$$

де  $P$  — зусилля на розрив каната, що приймається за сертифікатом заводу-виробника, кН;

$S$  — найбільший натяг гілки каната без урахування динамічних навантажень, кН;

$K$  — коефіцієнт запасу міцності, який залежно від призначення та режиму роботи каната коливається від 3 до 9 ( $K = 9$  для канатів вантажопідійомних машин, що призначені для підіймання людей).

Стропи зі сталевих канатів розраховуються за вказаною вище формулою з урахуванням кількості гілок каната та кута нахилу їх до вер-

тикалі. Натяг, що виникає у кожній гілці каната, нахилений до вертикалі під кутом  $\alpha$ , визначається за формулою:

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q}{n} = m \frac{Q}{n},$$

де  $Q$  — маса вантажу, підвішеного на гаку, т;

$n$  — кількість гілок каната;

$m$  — коефіцієнт, що дорівнює: 9,81 при  $\alpha = 0^\circ$ ; 11,32 при  $\alpha = 30^\circ$ ; 13,87 при  $\alpha = 45^\circ$ .

При розрахунку стропів, призначених для піднімання вантажів із обв'язуванням або зачіплюванням гаками, кільцями або сергами, коефіцієнт запасу міцності канатів повинен прийматися не менше шести. Бракування сталених вантажних канатів та канатів-стропів виконується за кількістю обірваних дротин на довжині одного кроку звивання каната.

Крок звивання каната (рис. 3.1) визначають таким чином. На поверхні якого-небудь жмута наносять мітку  $a$ , від якої відраховують уздовж центральної осі каната стільки жмутів, скільки їх є у перерізі каната (наприклад, 6 у канаті, що містить 6 жмутів), і на наступному після відрахування жмуті (у даному випадку на сьомому) наносять другу мітку  $b$ . Відстань між мітками приймається за крок звивання каната.

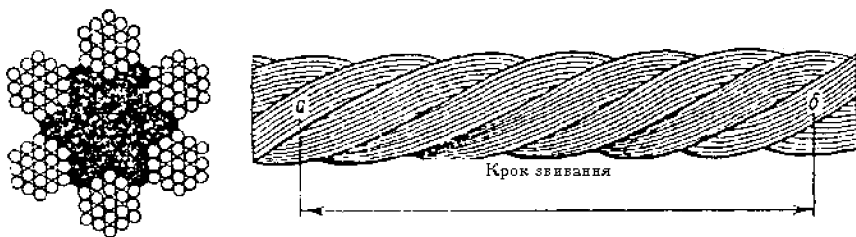


Рис. 3.1. Канат, що складається із шести жмутів

Кількість обривів дротин на довжину одного кроку звивання, за яких канат бракується, коливається від 6 до 40 залежно від типу та конструкції каната, а також від початкового коефіцієнта запасу міцності (табл. 3.2).

За наявності у каната поверхневого зношення або корозії дротин допустима кількість обірваних дротин на крок звивання, як ознака бракування, повинна бути зменшена в таких межах:

Таблиця 3.2

**Бракувальні ознаки каната за кількістю обривів дротів  
на одному кроці звивання**

Коефіцієнт запасу міцності каната при відношенні D : d	Конструкція каната			
	6x19 = 114 (органічне осердя)	6x37 = 222 (органічне осердя)	6x61 = 366 (органічне осердя)	18x19 = 222 (органічне осердя)
До 6	12/6	22/11	36/38	36/18
6–7	14/7	26/13	38/19	38/19
Більше 7	16/8	30/15	40/20	40/20

**Примітки:** 1. У чисельнику наведені значення для хрестового звивання, а у знаменнику – для альбертового.

2. D – діаметр барабана, мм; d – діаметр каната, мм.

Поверхнєве зношення або корозія дротів по діаметру, %	10	15	20	25	30 та більше
Кількість обірваних дротин звивання, % від кількості, що вказана у табл. 3.2.	85	75	70	60	50

При зношуванні або корозії, що досягли 40% та більше від початкового діаметра дротів, а також при виявленні обірваного жмута канат повинен бути забракований.

Петля на кінці каната виконується із застосуванням коуша заплітанням вільного кінця каната або установкою затискачів (рис. 3.2, а, б). Види стропів показані на рисунку 3.2, в.

*Вантажні гаки* усіх стрілових кранів, а також кранів, що переміщують вантаж у контейнерах, цебрах та іншій тарі, що навішується на гак за допомогою скоби, напівавтоматичного та автоматичного стропа або інших жорстких елементів, обладнуються запобіжним пристроєм для замикання, що відвертає самовільне випадання знімного вантажозахоплюючого пристосування. Вантажні гаки повинні мати запобіжні пристрої також і в тому випадку, коли спущений вантаж може перебувати у нестійкому положенні. При цьому гаки для стропів потрібно виконувати таким чином, щоб було виключене самовільне розчеплення гака із вантажем, або обладнати гак пристроєм для замикання зіву.

На вантажних гаках вказуються номер гака за стандартом, назва заводу-постачальника та рік виготовлення. На петлях вказується ван-

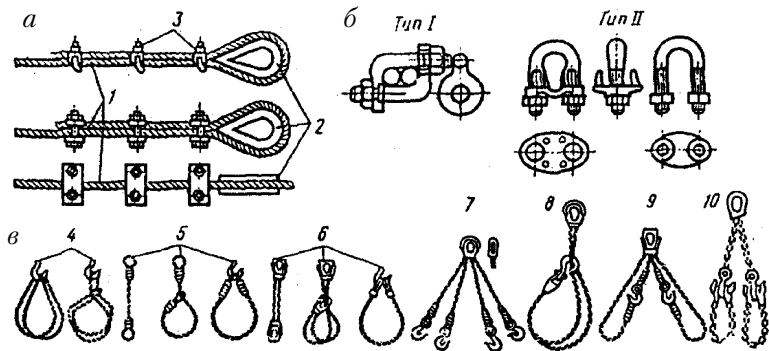


Рис. 3.2. Вантажні канати та стропи:

- а – кріплення каната затискачами; б – типи затискачів – стропи;  
 1 – канат; 2 – коуш; 3 – затискачі; 4 – універсальний канат (глухий);  
 5 – полегшений із коушами; 6 – подвійний з коушами;  
 7 – чотиристропний затискач із гаками; 8 – із ковзним гаком;  
 9 – із коушем, гаками та петлями; 10 – із подвійними гаками та додатковими стропами.

тажопідіймальність і наноситься клеймо відділу контролю. Зношення гака у зіві не повинно перевищувати 10% початкової висоти перерізу.

Гаки спеціального призначення постачаються з паспортом із зазначенням номера, вантажопідіймальності та матеріалу, з якого вони виготовлені.

Знімні пристрої для захоплення вантажу (стропи, ланцюги, траверси тощо), а також тара для транспортування вантажів (ковші, контейнери, цебри), після виготовлення підлягають технічному огляду на заводі-виробнику. Стропи для вантажів масою до 1 т, як правило, виготовляють із тросів діаметром 11–15 мм.

При технічному огляді знімні пристосування для захоплення вантажу піддаються огляду та випробуванню навантаженням, що в 1,25 рази перевищує їх номінальну вантажопідіймальність. Стропи, що не мають на кінцях гаків, випробовують навантаженням, яке вдвічі перевищує номінальну вантажопідіймальність. Випробування усіх знімних пристроїв для захоплення вантажу виконується з витриманням під навантаженням протягом 10 хв. Тару при технічному огляді потрібно оглянути. Випробовувати її вантажем необов'язково.

У процесі експлуатації знімні пристрої для захоплення вантажу і тара періодично оглядаються особою, на яку покладено обов'язки щодо їх обслуговування, у строки, встановлені адміністрацією підприємства (будівництва), але не рідше ніж через кожні шість місяців (траверси), через один місяць (кліщі та інші пристосування для захо-



плення), через кожні десять днів (стропи за виключенням тих, що рідко використовуються і тара). Стропи, що рідко використовуються оглядають перед видачею їх на роботу. Результати огляду знімних пристроїв для захоплення вантажу і тари заносять у спеціальний журнал огляду та обліку.

Установлення кранів в місцях їх постійної експлуатації має проводитися за проектом, розробленим спеціалізованою організацією згідно з чинними НД та Правилами.

Після установлення до пуску в експлуатацію вантажопідіймальні машини проходять технічний огляд — власником або спеціалізованою організацією і реєстрацію в органах Держпромгірнагляду.

Реєстрації підлягають крани всіх типів, крани-екскаватори, що працюють тільки з гаком або електромагнітом, вантажні електричні візки з кабіною керування, які пересуваються надземними рейковими коліями.

Не реєструються в органах Держпромгірнагляду: крани з ручним приводом, крани мостові вантажопідіймальністю до 10 т, стрілові та баштові крани вантажопідіймальністю до 1 т; стрілові крани з постійним вильотом, неповоротні, непересувні; крани на пересувних комплексах, призначених для виконання ремонтних робіт; електричні талі та лебідки для підймання вантажів і (або) людей.

Повний технічний огляд вантажопідіймальних машин включає: огляд їх стану в цілому, металоконструкцій і окремих механізмів, статичні й динамічні випробування.

Статичне випробування проводиться вантажем, який на 25% перевищує вантажопідіймальність крана, і має за мету перевірку його міцності та стійкості — для стрілових кранів. Вантаж підіймається на висоту 100–200 мм, утримується 10 хв і після цього опускається. При відсутності залишкових деформацій вважається, що кран витримав статичні випробування.

Динамічне випробування проводиться вантажем, який на 10% перевищує вантажопідіймальність машини і має за мету перевірку дії її механізмів та гальм.

Вантажопідіймальні машини, які знаходяться в експлуатації, піддаються періодичним технічним оглядам:

- частковим (без статичних і динамічних випробувань) — не рідше одного разу на 12 місяців;
- повним — не рідше одного разу на 3 роки, за винятком кранів, які рідко використовуються.

Дозвіл на пуск в роботу вантажопідіймальної машини, яка підлягає реєстрації в органах Держпромгірнагляду, видається інспектором Держпромгірнагляду на підставі її технічного огляду, проведеного

власником або спеціалізованою організацією. При цьому інспектор проводить контрольну перевірку технічного стану машини, організації її нагляду, обслуговування та експлуатації. Вантажопідіймальні машини, які не підлягають реєстрації в органах Держнаглядохоронпраці, вводяться в експлуатацію наказом власника.

З метою забезпечення вимог безпеки при експлуатації вантажопідіймальних машин власник (роботодавець) зобов'язаний призначити наказом:

- інженерно-технічного працівника з нагляду за вантажопідіймальними машинами;
- інженерно-технічного працівника, відповідального за утримання вантажопідіймальних машин у справному стані;
- інженерно-технічних працівників, відповідальних за безпечне виконання робіт з переміщення вантажів — у кожному цеху, на будівельному майданчику, у кожній зміні.

Власник повинен укомплектувати необхідний штат машиністів кранів, їх помічників, слюсарів, електромонтерів, стропальників та сигнальників. Кваліфікація перерахованих вище працівників, їх рівень підготовки з питань охорони праці, порядок перевірки знань і переатестації повинні відповідати вимогам Правил та іншим чинним нормативам. За відсутністю у роботодавця таких працівників він укладає угоду з стороною організацією для забезпечення безпечної експлуатації вантажопідіймальних машин згідно з вимогами правил.

## **3.5. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА**

### **3.5.1. Основні визначення, нормативна база і актуальність проблеми електробезпеки**

#### ***Основні визначення***

*Електробезпека* — система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля і статичної електрики (ГОСТ 12.1.009-76.ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения).

Наведене визначення включає 4 фактори. Два з них (електричний струм і електрична дуга) відносяться до безпосередньо небезпечних і є предметом розгляду даного розділу. Питання охорони праці, пов'язані з електромагнітними полями і статичною електрикою розглядаються в розділах 2 і 4 підручника.

- Електротравма — травма, спричинена дією на організм людини електричного струму і (або) електричної дуги (ГОСТ 12.1.009-76).

- Електротравматизм — явище, що характеризується сукупністю електротравм.

- Електроустановки — машини, апарати, лінії електропередач і допоміжне обладнання (разом із спорудами і приміщеннями, в яких вони розташовані), призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інші види енергії (ПУЕ-86).

Виходячи з наведеного визначення, кожен окремо взятий електродвигун, комп'ютер, внутрішня електромережа в приміщенні, будь-який побутовий споживач електроенергії підпадає під поняття «електроустановка».

- Електроприміщення — приміщення або відгорожені, наприклад, сітками частини приміщень, доступні тільки для кваліфікованого обслуговуючого персоналу, в яких розміщені електроустановки (ПУЕ-86).

- Відкриті або зовнішні електроустановки — електроустановки не захищені будівлею від атмосферного впливу (ПУЕ-86).

- Закриті або внутрішні електроустановки — установки, захищені будівлею від атмосферного впливу (ПУЕ-86).

Електроустановки, захищені тільки навісами, сітковими огороженнями і т. ін., розглядаються як зовнішні.

### ***Основні нормативні документи***

- ◆ Правила устрою електроустановок (ПУЕ). Дія ПУЕ розповсюджується на електроустановки, що споруджуються чи реконструюються, напругою до 500 кВ.

ПУЕ встановлюють загальні вимоги до будови електроустановок (розділ 1), до каналізації (передачі) електроенергії (розділ 2), до захисту і автоматики (розділ 3), до розподільчих пристроїв і підстанцій (розділ 4), до електросилових установок (розділ 5), до електричного освітлення (розділ 6) та до електрообладнання спеціальних установок (розділ 7).

- ◆ ДНАОП 0.00-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

Цей документ затверджений Мінпраці України і включає деякі питання електричного освітлення та обладнання спеціальних установок зі змінами і доповненнями відповідно до чинних в Україні і міжнародних нормативних актів.

- ◆ «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей» — галузевий (енергетика) нормативний документ, дія якого розповсюджується на електроустановки напругою до 500 кВ, встановлює вимоги до контролю стану і технічного обслуговування електроустановок енергетичної галузі.

- ◆ Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей — міжгалузевий нормативний акт, дія якого розповсюджується на електроуста-

новки напругою до 220 кВ, встановлює вимоги до контролю стану та технічного обслуговування електроустановок, ведення відповідної документації.

◆ ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок — галузевий нормативний документ (енергетика). Дія його розповсюджується на електроустановки енергетичної галузі напругою до 500 кВ. Він встановлює вимоги щодо безпечної експлуатації електроустановок.

◆ ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів — міжгалузевий НА, що визначає вимоги з безпечної експлуатації електроустановок, дія його розповсюджується на електроустановки напругою до 220 кВ.

◆ ДНАОП 1.1.10-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів — НА, що встановлює вимоги до необхідного переліку електрозахисних засобів залежно від конкретних умов, до зберігання, випробування, перевірки стану та користування електрозахисними засобами.

◆ ДНАОП 0.00-8.19-99. «Порядок проведення посвідчення електроустановок споживачів».

◆ ДНАОП 0.00-8.20-99. «Порядок проведення експертизи електроустановок споживачів».

◆ Галузеві нормативні акти з електробезпеки. Міжгалузеві нормативні акти з електробезпеки не заперечують проти розробки галузевих НА за доцільності цього. Галузеві НА, при цьому, не повинні перечити міжгалузевим і зменшувати рівень безпеки.

◆ Нормативні акти підприємств з питань електробезпеки. В основному, це інструкції з безпечного обслуговування електроустановок та виконання робіт в електроустановках, опрацьовані і затверджені відповідно до чинних вимог.

Перераховані вище НА за вимогами безпеки поділяють електроустановки на 2 групи: напругою до 1 кВ і напругою більше 1 кВ, а також електроустановки малої напруги — номінальною напругою до 42 В змінного і 110 В постійного струму включно.

Крім того, за режимом нейтралі електроустановки поділяються на:

- напругою понад 1 кВ в мережах з ефективно заземленою нейтраллю, для яких характерні порівняно великі струми замикання на землю;
- напругою понад 1 кВ в мережах з ізольованою нейтраллю, для яких характерні малі струми замикання на землю;
- напругою до 1 кВ в мережах з ізольованою нейтраллю;
- напругою до 1 кВ в мережах з глухозаземленою нейтраллю.

### ***Актуальність проблеми електробезпеки***

За багаторічними статистичними даними електротравми в загальному виробничому травматизмі складають близько 1%, а в смертельному — 15% і більше. Останнє свідчить про тяжкість електротравм, в цілому, про значні етично-моральні та економічні проблеми особи, сім'ї, суспільства, пов'язані з електротравматизмом. В абсолютному вигляді електротравматизм в Україні, наприклад, за 1998 р. характеризується наступними показниками: всього

зафіксовано виробничих електротравм близько 500, в тому числі смертельних близько 150. В тому ж році загальний виробничий травматизм по Україні складав близько 50000 випадків, в т. ч. 1350 зі смертельними наслідками. Наведені показники підтверджують дані богаторічної статистики щодо частки електротравм у загальному травматизмі по Україні.

Крім виробництва, електроенергія з кожним роком знаходить все більше застосування в побуті. Недотримання вимог безпеки в цьому випадку супроводжується електротравмами, щорічна кількість яких значно перевищує виробничі електротравми. Так у тому ж 1998 р. загальна кількість електротравм із смертельним наслідком (на виробництві і поза виробництвом) в Україні склала майже 1600, а в усьому світі, за даними міжнародних організацій зафіксовано близько 25000 смертельних електротравм. Таким чином, при чисельності населення України менше 1% від світової, кількість смертельних електротравм перевищує 6% від загальносвітової.

Наведене вище свідчить про наявність в Україні серйозної проблеми з електротравматизмом. За кожною електротравмою, і особливо тяжкою, стоїть трагедія особи, сім'ї, суспільства, значні матеріальні втрати і втрати трудових ресурсів, несприятливі для суспільства морально-етичні та соціально-політичні наслідки.

Досягнення позитивних змін в динаміці електротравматизму потребує удосконалення нормативної бази з питань електробезпеки, дотримання вимог безпеки при розробці електроустановок, їх спорудженні та експлуатації, підвищення рівня навчання електротехнічного персоналу, всього населення щодо розуміння небезпеки ураження електричним струмом, безпечного поводження при виконанні робіт в електроустановках та при користуванні ними.

### **3.5.2. Особливості електротравматизму**

Електротравми відбуваються при попаданні людини під напругу в результаті доторкання до елементів електроустановки з різними потенціалами чи потенціал яких відрізняється від потенціалу землі, в результаті утворення електричної дуги між елементами електроустановки безпосередньо або між останніми і людиною, яка має контакт з землею, а також в результаті дії напруги кроку.

Електротравматизм як соціальна категорія характеризується сукупністю електротравм за певний проміжок часу, їх абсолютними і відносними показниками, розподілом за тяжкістю, галузями виробництва тощо.

Як попередньо відзначалося, електротравми в загальному виробничому травматизмі складають близько 1%, а в смертельному — близько 15–20%. Останнє свідчить про зміщення розподілу електротравм у бік тяжких, що є однією із особливостей електротравматизму.

Особливістю електротравматизму є також те, що на електроустановки напругою до 1 кВ приходить до 70–80 відсотків електротравм із смертель-

ними наслідками, а на електроустановки напругою понад 1 кВ — до 20–30 відсотків, тобто при більшій небезпеці, яку являють собою установки напругою понад 1 кВ, електротравм при їх експлуатації відбувається менше.

Наведений розподіл електротравм за величиною напруги електроустановок обумовлюється не тільки більшою розповсюдженістю електроустановок напругою до 1 кВ, але більшою мірою ще й тим, що такі установки доступні більшому загалу працівників, які мають недостатньо чіткі уявлення щодо небезпеки електричного струму та вимог безпеки при експлуатації електроустановок.

До установок напругою понад 1 кВ має доступ обмежена кількість працівників, які повинні мати достатній рівень підготовки з питань електробезпеки — відповідну вимогам чинних нормативів групи з електробезпеки.

Крім відзначеного, в порівнянні з іншими видами травматизму, електротравматизму характерні наступні особливості:

- людина не в змозі дистанційно, без спеціальних приладів, визначити наявність напруги, а тому дія струму, зазвичай, є раптовою і захисна реакція організму проявляється тільки після попадання під напругу;

- струм, що протікає через тіло людини, діє на тканини і органи не тільки в місцях контакту зі струмовідними частинами і на шляху протікання, але рефлекторно, як надзвичайно сильний подразник, впливає на весь організм, що може призвести до порушення функціонування життєво важливих систем організму — нервової, дихання, серцево-судинної тощо;

- електротравми можливі без дотику людини до струмовідних частин — внаслідок утворення електричної дуги при пробі повітряного проміжку між струмовідними частинами або між струмовідними частинами і людиною чи землею;

- розслідуванню, обліку і аналізу, в основному, доступні тяжкі електротравми та електротравми із смертельними наслідками, що негативно впливає на профілактику електротравм.

### **3.5.3. Дія електричного струму на організм людини**

Протікання струму через тіло людини супроводжується термічним, електролітичним та біологічним ефектами.

Термічна дія струму полягає в нагріванні тканин, випаровуванні вологи тощо, що викликає опіки, обвуглювання тканин та їх розриви парою. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору проходженню струму та часу проходження. При короткочасній дії струму термічна складова може бути визначальною в характері і тяжкості ураження.

Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної речовини (її електролізі), в тому числі і крові, що приводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Останнє, в свою чергу,

призводить до порушення біохімічних процесів в тканинах і органах, які є основою забезпечення життєдіяльності організму.

Біологічна дія струму проявляється у подразненні і збуренні живих тканин організму, в тому числі і на клітинному рівні. При цьому порушуються внутрішні біоелектричні процеси, що протікають в нормально функціонуючому організмі і пов'язані з його життєвими функціями. Збурення, спричинене подразнюючою дією струму, може проявлятися у вигляді мимовільного непередбачуваного скорочення м'язів. Це так звана пряма або безпосередня збурююча дія струму на тканини, по яких він протікає. Разом з цим збурююча дія струму на тканини може бути і непрямую, а рефлекторною – через центральну нервову систему. Механізм такої дії полягає в тому, що збурення рецепторів (периферійних органів центральної нервової системи) під дією електричного струму передається центральній нервовій системі, яка перероблює цю інформацію і видає команди щодо нормалізації процесів життєдіяльності у відповідних тканинах і органах. При перевантаженні центральної нервової системи інформацією (збуренням клітин і рецепторів) центральна нервова система може видавати недоцільну, неадекватну інформацію, виконавчу команду. Останнє може привести до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів, в тому числі серця та легенів, навіть коли ці органи не лежать на шляху струму.

Крім відзначеного, протікання струму через організм негативно впливає на поле біопотенціалів в організмі. Зовнішній струм, взаємодіючи з біострумами, може порушити нормальний характер дії біострумів на тканини і органи людини, подавити біоструми і, тим самим, викликати специфічні розлади в організмі.

#### **3.5.4. Види електротравм**

Виділяють три види електротравм: місцеві, загальні і змішані.

##### ***Місцеві електричні травми***

- До місцевих електротравм відносяться електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, електроофтальмія і механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму чи електричної дуги. На місцеві електротравми припадає близько 20% електротравм.

*Електричні опіки* – найбільш розповсюджені електротравми, близько 85% яких припадає на електромонтерів, які обслуговують електроустановки. Залежно від умов виникнення опіки діляться на контактні, дугові і змішані. Контактні струмові опіки більш вірогідні в установках порівняно невеликої напруги – 1...2 кВ і спричинюються тепловою дією струму. Для місць контак-

ту тіла зі струмовідними неізолюваними елементами електроустановки характерним є велика щільність струму і підвищений опір — за рахунок опору шкіри. Тому в місцях контакту виділяється значна кількість тепла, що і призводить до опіку. Контактні опіки охоплюють прилеглі до місця контакту ділянки шкіри і тканин.

Дугові опіки можуть відбуватися в електроустановках, різних за величиною напруги. При цьому в установках до 6...10 кВ дугові опіки частіше є результатом випадкових коротких замикань при виконанні робіт в електроустановках. При більших значеннях напруг дуга може виникати як безпосередньо між струмовідними елементами установки, так і між струмовідними елементами електроустановки і тілом людини при небезпечному наближенні її до струмовідних елементів. В першому випадку (дуга між елементами електроустановки) струм через тіло людини може не проходити і небезпека обумовлюється тепловою дією дуги, а в другому (дуга між струмовідними елементами і тілом людини) теплова дія дуги поєднується з проходженням струму через тіло людини. Дугові опіки, в цілому, значно тяжчі, ніж контактні, і нерідко призводять до смерті потерпілого, а тяжкість уражень зростає із збільшенням величини напруги.

*Електричні знаки* (знаки струму або електричні мітки) спостерігаються у вигляді різко окреслених плям сірого чи блідо-жовтого кольору на поверхні тіла людини в місці контакту із струмовідними елементами. Зазвичай, знаки мають круглу чи овальну форму або форму струмовідного елемента, до якого доторкнулася людина, з поглибленням в центрі. Іноді електричні знаки можуть мати форму мікроблискавки, яка контрастно спостерігається на поверхні тіла.

Електричні знаки можуть виникати як в момент проходження струму через тіло людини, так і через деякий час після контакту із струмовідними елементами електроустановки. Особливого болювого відчуття електричні знаки не спричиняють і з часом безслідно зникають.

*Металізація шкіри* — це проникнення у верхні шари шкіри дрібних часток металу, який розплавився під дією електричної дуги. Наддрібні частки металу мають високу температуру, але малий запас теплоти. Тому вони не здатні проникати через одяг і небезпечні для відкритих ділянок тіла. На ураженій ділянці тіла, при цьому, відчувається біль від опіку за рахунок тепла, занесеного в шкіру металом, і напруження шкіри від присутності в ній сторонньої твердої речовини — часток металу. З часом уражена ділянка шкіри приймає нормальний стан і зникають болюві відчуття.

Особливо небезпечна електрометалізація, пов'язана з виникненням електричної дуги, для органів зору. При електрометалізації очей лікування може бути досить тривалим, а в окремих випадках безрезультатними. Тому при виконанні робіт в умовах вірогідного виникнення електричної дуги необхідно користуватися захисними окулярами.

В більшості випадків одночасно з металізацією шкіри мають місце дугові опіки.

*Електроофтальмія* — запалення зовнішніх оболонок очей, спричинене надмірною дією ультрафіолетового випромінювання електричної дуги. Елек-



троофтальмія, зазвичай, розвивається через 2–6 годин після опромінення (залежно від інтенсивності опромінення) і проявляється у формі почервоніння і запалення шкіри та слизових оболонок повік, сльозоточінні, гнійних виділеннях, світлоболях і світлобоязні. Тривалість захворювання 3...5 днів.

Профілактика електорофтальмії при обслуговуванні електроустановок забезпечується застосуванням окулярів із звичайними скельцями, які майже не пропускають ультрафіолетових променів.

*Механічні ушкодження*, пов'язані з дією електричного струму на організм людини, спричиняються непередбачуваним судомним скороченням м'язів в результаті подразнюючої дії струму. Внаслідок таких судомних скорочень м'язів можливі розриви сухожиль, шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, вивихи суглобів, переломи кісток тощо. До механічних пошкоджень, спричинених дією електричного струму, не відносяться ушкодження, обумовлені падінням з висоти та інші подібні випадки, навіть коли падіння було спричинено дією електричного струму.

*Загальні електричні травми або електричні удари* — це порушення діяльності життєво важливих органів чи всього організму людини як наслідок збурення живих тканин організму електричним струмом, яке супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Результат негативної дії на організм цього явища може бути різний: від судомного скорочення окремих м'язів до повної зупинки дихання і кровообігу. При цьому зовнішні місцеві пошкодження можуть бути відсутні.

Залежно від наслідків ураження електричні удари діляться на чотири групи:

I — судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II — судомні скорочення м'язів з втратою свідомості без порушень дихання і кровообігу;

III — втрата свідомості з порушенням серцевої діяльності чи дихання, або серцевої діяльності і дихання разом;

IV — клінічна смерть, тобто відсутність дихання і кровообігу.

Клінічна або «уявна» смерть — це перехідний стан від життя до смерті. В стані клінічної смерті кровообіг і дихання відсутні, в організм людини не постачається кисень. Ознаки клінічної смерті — відсутність пульсу і дихання, шкіряний покрив синювато-блідий, зіниці очей різко розширені і не реагують на світло. Життєдіяльність клітин і організму в цілому ще деякий час підтримується за рахунок наявного в організмі кисню на момент ураження. З часом запаси кисню в організмі вичерпуються і клітини організму починають відмирати, тобто настає біологічна смерть. Період клінічної смерті визначається проміжком часу від зупинки кровообігу і дихання до початку відмирання клітин головного мозку, як більш чутливих до кисневого голодування. Залежно від запасу кисню в організмі на момент зупинки кровообігу період клінічної смерті може бути від декількох до 10...12 хвилин, а кисневі ресурси організму, в свою чергу, визначаються тяжкістю виконуваної роботи — зменшуються із збільшенням тяжкості роботи.

Якщо в стані клінічної смерті потерпілому своєчасно надати кваліфіковану допомогу (штучне дихання і закритий масаж серця), то дихання і крово-

обіг можуть відновитися, або продовжитися період клінічної смерті до прибуття медичної допомоги.

Закритий масаж серця не приводить, практично, до відновлення його роботи при наявності фібриляції серця — неупорядковані скорочення м'язів серця, які не приводять до циркуляції крові. При фібриляції відновлення роботи серця можливе за застосування медпрепаратів і дефібриляторів — спеціальних електроприладів. Таким чином, при фібриляції серця закритий його масаж сприяє тільки подовженню періоду клінічної смерті.

Крім електричних ударів, одним із різновидів загальних електротравм є електричний шок — тяжка нервово-рефлекторна реакція організму на подразнення електричним струмом. При шоці виникають глибокі розлади нервової системи і, як наслідок цього, розлади систем дихання, кровообігу, обміну речовин, функціонування організму в цілому, а життєві функції організму поступово затухають. Такий стан організму може тривати від десятків хвилин до доби і закінчитись або виздоровленням при активному лікуванні, або смертю потерпілого.

### 3.5.5. Чинники, що впливають на тяжкість ураження електричним струмом

Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом, діляться на три групи: електричного характеру, неелектричного характеру і чинники виробничого середовища.

**Основні чинники електричного характеру** це величина струму через людину, напруга, під яку вона попадає та опір її тіла, рід і частота струму.

*Величина струму через людину* безпосередньо і найбільшою мірою впливає на тяжкість ураження електричним струмом. За характером дії на організм виділяють:

- відчутний струм — викликає при проходженні через організм відчутні подразнення;
- невідпускаючий струм — викликає при проходженні через організм непереможні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснуто провідник;
- фібриляційний струм — викликає при проходженні через організм фібриляцію серця.

Відповідно до наведеного вище:

- пороговий відчутний струм (найменше значення відчутного струму) для перемінного струму частотою 50 Гц коливається в межах 0,6–1,5 мА і 5–7 мА для постійного струму;

- пороговий невідпускаючий струм (найменше значення невідпускаючого струму) коливається в межах 10–15 мА для перемінного струму і 50–80 мА для постійного;

- пороговий фібриляційний струм (найменше значення фібриляційного струму) знаходиться в межах 100 мА для перемінного струму і 300 мА для постійного.

Гранично допустимий струм через людину при нормальному (неаварійному) режимі роботи електроустановки не повинен перевищувати 0,3 мА для перемінного струму і 1 мА для постійного.

*Величина напруги*, під яку попадає людина, впливає на тяжкість ураження електричним струмом в тій мірі, що із збільшенням прикладеної до тіла напруги зменшується опір тіла людини. Останнє приводить до збільшення струму в мережі замикання через тіло людини і, як наслідок, до збільшення тяжкості ураження.

Гранично допустима напруга для людини при нормальному (неаварійному) режимі роботи електроустановки не повинна перевищувати 2–3 В для перемінного струму і 8 В для постійного.

Електричний опір тіла людини. Тіло людини являє собою складний комплекс тканин. Це шкіра, кістки, жирова тканина, сухожилля, хрящі, м'язова тканина, кров, лімфа, спинний і головний мозок і т. ін.

Шкіра є основним фактором, що визначає опір тіла людини в цілому. Опір шкіри різко знижується при uszkodженні її рогового шару, наявності вологи на її поверхні, збільшенні потовиділення, забрудненні. Крім перерахованих чинників на опір шкіри впливають щільність і площа контактів, величина прикладеної напруги, величина струму і час його дії. Зі збільшенням величини напруги, струму і часу його дії опір шкіри, а також і тіла людини, в цілому, падає. Так, якщо при напрузі в декілька вольт опір тіла людини перевищує 10000 Ом, то при напрузі 100 В він знижується до 1500 Ом, а при напрузі більше 1000 В – до 300 Ом.

Опір тіла людини залежить від її статі і віку: у жінок він менший, ніж у чоловіків, у дітей менший, ніж у дорослих, у молодих людей менший, ніж у літніх. Спричинюється така залежність товщиною і ступенем огрублення верхнього шару шкіри.

Враховуючи багатофункціональну залежність опору тіла людини від великої кількості чинників, при оцінці умов безпеки ураження людини електричним струмом опір тіла людини вважають стабільним, лінійним, активним і рівним 1000 Ом.

*Частота і рід струму.* Через наявність в опорі людини ємнісної складової, збільшення частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла людини і, як наслідок, збільшенням струму, що проходить через людину. Останнє дає підставу вважати, що тяжкість ураження електричним струмом має зростати із збільшенням частоти. Але така закономірність спостерігається тільки в межах частот 0...50 Гц. Подальше збільшення частоти, не зважаючи на зростання струму, що проходить через людину, не супроводжується зростанням безпеки ураження. При частотах 450–500 кГц вірогідність

загальних електротравм практично зникає, але зберігається небезпека опіків дугових і за рахунок проходження струму через тіло людини. При цьому струмові опіки спостерігаються на шкірі і прилеглих до неї тканинах — за рахунок поверхневого ефекту перемінного струму.

Як подразнюючий чинник постійний струм викликає подразнення в тканинах організму при замиканні і розмиканні струму через людину. В проміжку часу між замиканням і розмиканням цієї мережі дія постійного струму зводиться, переважно, до теплової. Перемінний струм викликає більш тривалі інтенсивні подразнення за рахунок пульсації напруги. З цієї точки зору перемінний струм є більш небезпечним. В дійсності ця закономірність зберігається до величини напруги 400–600 В, а при більшій напрузі постійний струм більш небезпечний для людини.

♦ **Основними чинниками неелектричного характеру** є шлях струму через людину, індивідуальні особливості і стан організму людини, час, раптовість і непередбачуваність дії струму.

*Шлях струму* через тіло людини суттєво впливає на тяжкість ураження. Особливо небезпечно, коли струм проходить через життєво важливі органи і безпосередньо на них впливає.

Якщо струм не проходить через життєво важливі органи, то він може впливати на них тільки рефлекторно, через центральну нервову систему, а вірогідність ураження цих органів менша.

Можливі шляхи струму через тіло людини називають петлями струму: «рука–рука», «голова–ноги», «рука–ноги» і т. ін. Серед випадків з тяжкими і смертельними наслідками частіше спостерігаються петлі «рука–рука» (40%), «права рука–ноги» (20%), «ліва рука–ноги» (17%). Особливо небезпечними є петлі «голова–руки» і «голова–ноги», але трапляються вони досить рідко.

*Індивідуальні особливості і стан організму.* До індивідуальних особливостей організму, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом, при інших рівних чинниках, відносяться чутливість організму до дії струму, психічні особливості та риси характеру людини (холерики, сангвініки, меланхоліки). Аналіз електротравматизму свідчить, що більш чутливі до дії електричного струму холерики і меланхоліки.

Крім індивідуальних особливостей організму тяжкість ураження електричним струмом значною мірою залежить від стану організму. До більш тяжких уражень електричним струмом приводять стан збурення нервової системи, депресії, захворювання шкіри, серцево-судинної системи, органів внутрішньої секреції, легенів, різного характеру запалення, що супроводжуються підвищенням температури тіла, пітливість тощо. Більш тяжкі наслідки дії струму чітко спостерігають-

ся в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння організму, а тому допуск до роботи працівників у такому стані забороняється.

*Час дії струму.* Із збільшенням часу дії струму зменшується опір тіла людини за рахунок зволоження шкіри від поту, електролітичних процесів у тканинах, поширюється пробій шкіри, послаблюються захисні сили організму, підвищується вірогідність співпадання максимального імпульсу струму через серце з фазою Т кардіоциклу (фазою розслаблення серцевих м'язів), що, в цілому, призводить до більш тяжких уражень.

*Чинник раптовості дії струму.* Вплив цього чинника на тяжкість ураження обумовлюється тим, що при несподіваному попаданні людини під напругу захисні функції організму не налаштовані на небезпеку. Експериментально встановлено, що якщо людина чітко усвідомлює загрозу можливості потрапити під напругу, то при реалізації цієї загрози значення порогових струмів на 30–50% вищі. І, навпаки, якщо така загроза не усвідомлюється і дія струму проявляється несподівано, то значення порогових струмів будуть меншими.

◆ *Чинниками виробничого середовища*, які впливають на небезпеку ураження людини електричним струмом, є температура повітря в приміщенні, вологість повітря, запиленість повітря, наявність в повітрі хімічно активних домішок тощо.

З підвищенням температури повітря посилюється потовиділення, розкритість пор шкіри, зволожується одяг, взуття. Все це приводить до зниження опору на ділянці включення людини в електричну мережу.

Вологість повітря аналогічно впливає на опір на ділянці включення людини в електричну мережу. Крім того, підвищення вологості знижує опір ізоляції електроустановки, яка є одним із важливих чинників електробезпеки.

Запиленість повітря, особливо струмопровідним пилом, також негативно впливає на опір ізоляції установки, сприяє переходу напруги на неструмовідні частини установки, коротким замиканням тощо і, таким чином, підвищує небезпеку електротравми.

Забруднення повітря хімічно активними речовинами, а також біологічне середовище, що у вигляді плісняви утворюється на електрообладнанні, негативно впливає на стан ізоляції електроустановок, зменшує опір на ділянці включення людини в електромережу за рахунок зниження перехідного опору між струмовідними частинами і тілом людини і, таким чином, підвищує небезпеку ураження електричним струмом.

За чинниками виробничого середовища ПУЕ виділяють наступні типи приміщень:

- ◆ гарячі, температура в яких впродовж доби перевищує 35°C;
- ◆ сухі, відносна вологість в яких не перевищує 60%, тобто знаходиться в межах оптимальної за гігієнічними нормативами;
- ◆ вологі, відносна вологість в яких не перевищує 75%, тобто знаходиться в межах допустимої за гігієнічними нормативами;

- ◆ сирі, відносна вологість в яких більше 75%, але менше вологості насичення;
- ◆ особливо сирі, відносна вологість в яких близька до насичення, спостерігається конденсація пари на будівельних конструкціях, обладнанні тощо;
- ◆ запилені, в яких пил проникає в електричні апарати та інші споживачі електроенергії і осідає на струмовідні частини, при цьому такі приміщення діляться на приміщення із струмопровідним і неструмопровідним пилом;
- ◆ приміщення з хімічно агресивним середовищем, яке приводить до порушення ізоляції, або біологічним середовищем, що у вигляді плісняви утворюється на електрообладнанні.

### 3.5.6. Класифікація приміщень за небезпекою електротравм

Відповідно до ПУЕ, приміщення за небезпекою електротравм поділяються на три категорії:

- без підвищеної небезпеки;
- з підвищеною небезпекою
- особливо небезпечні;

Категорія приміщення визначається наявністю в приміщенні чинників підвищеної або особливої небезпеки електротравм.

До чинників підвищеної небезпеки відносяться:

- ◆ температура в приміщенні, що впродовж доби перевищує 35°C;
- ◆ відносна вологість більше 75%, але менше насичення;
- ◆ струмопровідна підлога — металева, бетонна, цегляна, земляна тощо;
- ◆ струмопровідний пил;
- ◆ можливість одночасного доторкання людини до неструмовідних частин електроустановки і до металоконструкцій, що мають контакт з землею.

До чинників особливої небезпеки електротравм відносяться:

- відносна вологість, близька до насичення (до 100%);
- агресивне середовище, що порушує ізоляцію.

Якщо в приміщенні відсутні чинники підвищеної і особливої небезпеки, то воно відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки електротравм.

При наявності в приміщенні одного з чинників підвищеної небезпеки, таке приміщення відноситься до приміщень підвищеної небезпеки електротравм.

При наявності в приміщенні одночасно двох чинників підвищеної небезпеки або одного чинника особливої небезпеки, приміщення вважається особливо небезпечним.

З наведеного видно, що класифікація приміщень за небезпекою електротравм враховує тільки особливості цих приміщень, стан їх середовища і не враховує електротехнічних параметрів електроустановок.

Категорія приміщень є одним з основних чинників, які визначають вимоги щодо виконання електроустановок, безпечної їх експлуатації, величини напруги, заземлення (занулення) електроустановок. Умови поза приміщеннями прирівнюються до особливо небезпечних.

### 3.5.7. Причини електротравм

Як і при інших видах травм при електротравмах виділяють технічні, організаційно-технічні, організаційні і організаційно-соціальні їх причини.

**До технічних причин** відносяться недосконалість конструкції електроустановки і засобів захисту, допущені недоліки при виготовленні, монтажу і ремонті електроустановки. Крім перерахованих, технічними причинами електротравм можуть бути несправності електроустановок і захисних засобів, що виникають в процесі експлуатації установок, невідповідність будови електроустановок і захисних засобів умовам їх застосування, використання електрозахисних засобів з простроченою датою чергових випробувань.

**До організаційно-технічних причин** відносяться: невиконання вимог чинних нормативів щодо контролю параметрів та опосвідчення технічного стану електроустановок; помилки в знятті напруги з електроустановок при виконанні в них робіт без перевірки відсутності напруги на електроустановці, на якій працюють люди; відсутність огорожень або невідповідність їх конструкції і розміщення вимогам чинних нормативів та відсутність необхідних плакатів і попереджувальних та заборонних написів; помилки в накладанні і знятті переносних заземлень або їх відсутність.

**До основних організаційних причин** електротравм відносяться:

- відсутність (непризначення наказом) на підприємстві особи, відповідальної за електрогосподарство або невідповідність кваліфікації цієї особи чинним вимогам;
- недостатня укомплектованість електротехнічної служби працівниками відповідної кваліфікації;
- відсутність на підприємстві посадових інструкцій для електротехнічного персоналу та інструкцій з безпечного обслуговування та експлуатації електроустановок;
- недостатня підготовленість персоналу з питань електробезпеки, несвоєчасна перевірка знань, невідповідність групи з електробезпеки персоналу характеру робіт, що виконуються;
- недотримання вимог щодо безпечного виконання робіт в електроустановках за нарядами-допусками, розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації;

- неефективний нагляд, відомчий і громадський контроль за дотриманням вимог безпеки при виконанні робіт в електроустановках та їх експлуатації.

**До основних організаційно-соціальних причин** електротравм відносяться змушене виконання не за спеціальністю електробезпечних робіт, негативне відношення до виконуваної роботи, обумовлене соціальними чинниками, залучення працівників до понадурочних робіт, порушення виробничої дисципліни, залучення до роботи осіб віком до 18 років.

Як безпосередні причини попадання людей під напругу виділяються:

- ◆ дотик до неізольованих струмовідних частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактично пошкодженій ізоляції — 55%;
- ◆ дотик до неструмовідних частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій, які опинилися під напругою — 23%;
- ◆ дія напруги кроку — 2,5%;
- ◆ ураження через електричну дугу — 1,2%;
- ◆ інші причини — менше 20%.

### 3.5.8. Земля як елемент електричної мережі. Напруга кроку

При обриві проводів ПЛЕП і їх контакті з землею, пробіє кабельних ліній на землю, замиканні на неструмовідні елементи електроустановок, що мають контакт з землею, доторканні людини, яка стоїть на землі, до струмовідних частин під напругою тощо земля стає елементом електричної мережі замикання на землю.

Структурні елементи можливої мережі замикання на землю та послідовність включення цих елементів в мережу будуть розглянуті нижче (див. 3.5.9). Але в усіх перерахованих випадках в мережах замикання на землю обов'язковим є структурний елемент «земля».

Земля є специфічним провідником електричного струму — неоднорідним і нелінійним зі змінною площею поперечного перерізу. Тому при проходженні

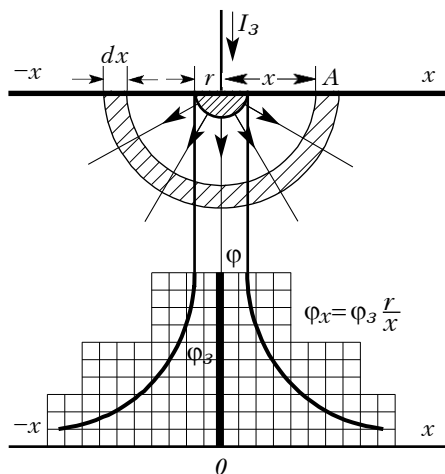


Рис. 3.3. Розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача



струму по землі на її поверхні виникає специфічне поле потенціалів, характер якого визначається конструкцією заземлювача, властивостями ґрунту тощо.

Більш детально зупинемось на явищі протікання струму в землі для напівсферичного заземлювача, який знаходиться на поверхні землі (рис. 3.3)

Для такого заземлювача за умови однорідності і електричної ізо- тропності ґрунту можна вважати, що струм у всіх напрямках буде роз- тікатися рівномірно — як показано стрілками на рисунку, і буде дорів- нювати  $I_3$ . Виділимо на відстані  $x$  від центру заземлювача елемент напівсферичної форми, товщина якого  $dx$ . Падіння напруги на цьому елементі  $dU$  при проходженні струму  $I_3$  визначиться за формулою

$$dU = I_3 \rho \frac{dx}{2\pi x^2}, \quad (3.1)$$

тобто буде дорівнювати добутку струму на опір, де  $\rho$  — питомий опір землі, Ом·м;  $dx$  — товщина виділеного шару землі або довжина провідника;  $2\pi x^2$  — площа поперечного перерізу провідника.

Потенціал  $\varphi_A$  в точці  $A$  на поверхні землі відносно нульового потенціалу землі або падіння напруги на поверхні землі від точки  $A$  до нескінченості визначиться як

$$\varphi_A = \int_x^\infty dU = I_3 \frac{\rho}{2\pi} \int_x^\infty \frac{dx}{x^2} = I_3 \frac{\rho}{2\pi x}, \quad (3.2)$$

Відповідно до (3.2) потенціал на поверхні заземлювача  $\varphi_3$  ( $x = r$  — радіус заземлювача) дорівнює

$$\varphi_3 = I_3 \frac{\rho}{2\pi r}, \quad (3.3)$$

Розділивши  $\varphi_x$  на  $\varphi_3$ , отримаємо вираз:

$$\varphi_x = \varphi_3 \cdot r \frac{1}{x}. \quad (3.4)$$

Добуток  $\varphi_3 \cdot r$  є величиною сталою для конкретних умов. Позначивши його через  $K$ , отримаємо вираз

$$\varphi_x = K \frac{1}{x}, \quad (3.5)$$

тобто рівняння гіперболи.

Таким чином, розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача відповідає закону гіперболи, а значен-

ня потенціалів зменшуються від свого максимального значення  $\phi_3$  до нуля при віддаленні від заземлювача — рис. 3.3.

Практично зона підвищених потенціалів на поверхні землі відносно її нульового потенціалу при замиканні на землю через напівсферичний заземлювач і однорідному ґрунті обмежується колом радіусом близько 20 м. Переміщуючись в цій зоні, людина попадає під так звану напругу кроку — напругу між двома точками на поверхні землі, які знаходяться одна від одної на відстані кроку і на яких одночасно стоїть людина.

З наближенням до заземлювача величина крокової напруги зростає і при напрузі мережі живлення 0,4 кВ вона може бути небезпечною для людини. Тому «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» при наявності замикання на землю забороняють наближатися до місця замикання ближче 8 м поза приміщенням і 4 м в приміщенні без застосування засобів захисту — діелектричні боти, калоші, суха дошка тощо.

В загальному виді величина напруги кроку може бути визначена як різниця між  $\phi_x$  та  $\phi_{x+a}$ , де  $a$  величина кроку, м, відповідно до чого

$$U_k = I \frac{\rho}{2\pi x} - I \frac{\rho}{2\pi(x+a)} = I \frac{\rho \cdot a}{2\pi x(x+a)}, \quad (3.6)$$

тобто величина напруги кроку прямо пропорційна силі струму замикання на землю, питомому опору провідника (земля) та величині кроку і обернено пропорційна відстані від заземлювача.

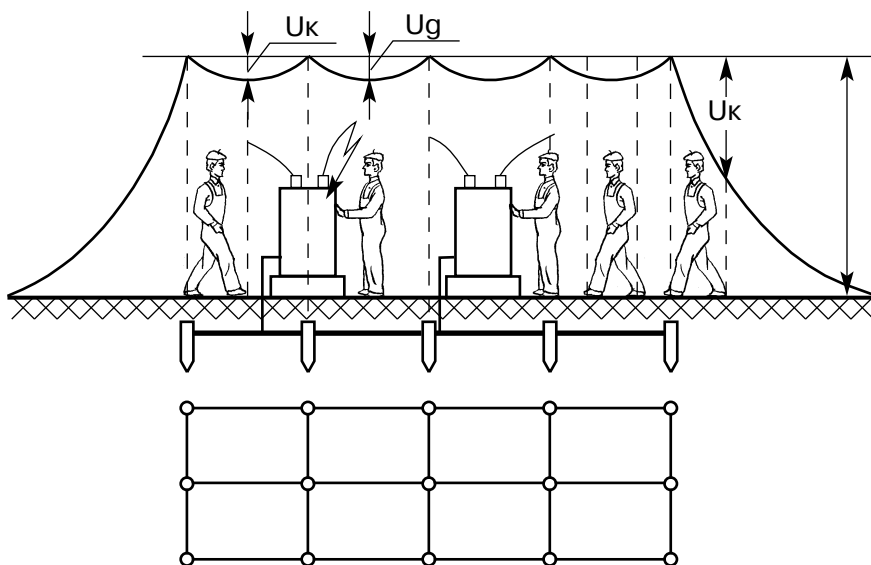


Рис. 3.4. Крива розподілу потенціалів при контурному заземлювачі та можливі величини напруги кроку ( $U_k$ ) і доторкання ( $U_g$ )

Форма зони підвищених потенціалів на поверхні землі і розподіл потенціалів у цій зоні залежать від конструкції заземлювача.

При контурній конструкції заземлювача розподіл потенціалів на поверхні землі має вигляд, наведений на рис. 3.4. Така конструкція заземлювача забезпечує зменшення перепадів потенціалу на поверхні землі (підлоги) всередині контура і, як наслідок, зменшення можливої напруги кроку.

І тільки за межами контура характер кривої розподілу потенціалів подібний до кривої розподілу потенціалів для одиночного напівсферичного заземлювача.

### **3.5.9. Фізичні основи електробезпеки**

Як відзначалося вище, величина струму, що проходить через тіло людини при її попаданні під напругу, найбільшою мірою визначає тяжкість ураження. Для розробки технічних і організаційно-технічних заходів і засобів профілактики електротравм важливо знати, від яких конструктивних особливостей електроустановок, їх робочих параметрів і стану залежить можлива величина струму, що проходить через людину при попаданні її під напругу. Крім того, важливо, щоб весь електротехнічний персонал, усі працівники, робота яких пов'язана з експлуатацією електроустановок, чітко розуміли, чим обумовлена та чи інша вимога з електробезпеки і що є її причиною. Таке знання, розуміння вимог чинних нормативів з електробезпеки сприятиме дотриманню їх працівниками. Якраз розуміння цих вимог відрізняє працівників п'ятої групи з електробезпеки від четвертої і є обов'язковою складовою їх професійної підготовки з питань безпеки.

В реальній лінії електропередачі (ЛЕП) (повітряній чи кабельній) опір ізоляції проводів відносно землі розподіляється по всій довжині ЛЕП — опорні, підвісні, натяжні ізолятори, ізоляція кабелю. Чим більше протяжність ЛЕП тим більше ізоляторів, які працюють паралельно, і менший загальний опір ізоляції проводів відносно землі. Необхідний опір ізоляції регламентується чинними нормативами. На практиці ізоляція струмопроводів ЛЕП виконується з реальних діелектриків, питомий опір яких не дорівнює нескінченості. Внаслідок старіння ізоляції з часом, її частого зволоження, забруднення, нагрівання, дії агресивного середовища тощо питомий опір ізоляції знижується. Тому кожна ділянка ЛЕП має опір ізоляції певного значення або провідність, яка відрізняється від нуля, а при роботі реальної ЛЕП мають місце постійні втрати струму (виток струму) через ізоляцію і землю. Таким чином, не зважаючи на наявність ізоляції,

токопроводи електромережі електрично зв'язані між собою і землею провідниками (ізоляцію) з великим опором.

Крім того, два провідники, розділені будь-яким діелектриком, в тому числі і проводи ЛЕП, мають властивість накопичувати вільні електричні заряди однакової величини і різного знаку, якщо їх хоч на деякий час підключити до джерела електроенергії, тобто створити в розділяючому їх просторі електричне поле. При цьому величина накопичених зарядів пропорційна напрузі між провідниками, залежить від геометричних розмірів електродів (проводів — пластин конденсатора) та діелектричної проникності діелектрика, що розділяє електроди.

Відповідно до зазначеного вище, кожна ділянка ЛЕП, що знаходиться під напругою, крім опору ізоляції має певну ємність відносно землі.

Тому при дотиці людини до неізольованої струмовідної частини (проводу тощо) функціонуючої електромережі струм через людину обумовлюється величиною напруги дотику і ємністю відміченої вище системи, тобто

$$I_d = I_A + I_C \text{ А} \quad (3.7)$$

де:  $I_A$  — складова струму, обумовлена напругою дотику, А;  
 $I_C$  — ємнісна складова струму замикання на землю, А.

Ємнісна складова струму через людину при попаданні під напругу в розгалужених мережах може досягати небезпечних для людини значень. Тому навіть при відключенні мережі від джерела живлення для ремонтно-профілактичних робіт тощо, необхідно заземлити кожен провід переносним заземленням і тільки після цього та перевірки відсутності напруги допускати персонал до роботи.

Метою даного підрозділу підручника і є саме з'ясування впливу конструктивних особливостей електроустановок, їх робочих параметрів і стану ізоляції на величину струму, що проходить через людину, при попаданні її під напругу, тобто на безпеку ураження її струмом. Спробуємо з'ясувати ці питання на окремих прикладах.

**Однофазна мережа, ізольована від землі.** На рис. 3.5 наведена принципова схема однофазної мережі, ізольованої від землі.

З метою більшої наочності схема дещо ідеалізована порівняно з реальною — опір ізоляції проводів відносно землі і їх ємність показано зосереджено.

Як видно із схеми рис. 3.5, а, проводи 1 і 2 однофазної мережі, ізольованої від землі, електрично зв'язані між собою через опори ізоляції  $r_1$  та  $r_2$  і землю, що і породжує згадані вище втрати на витоки струму.

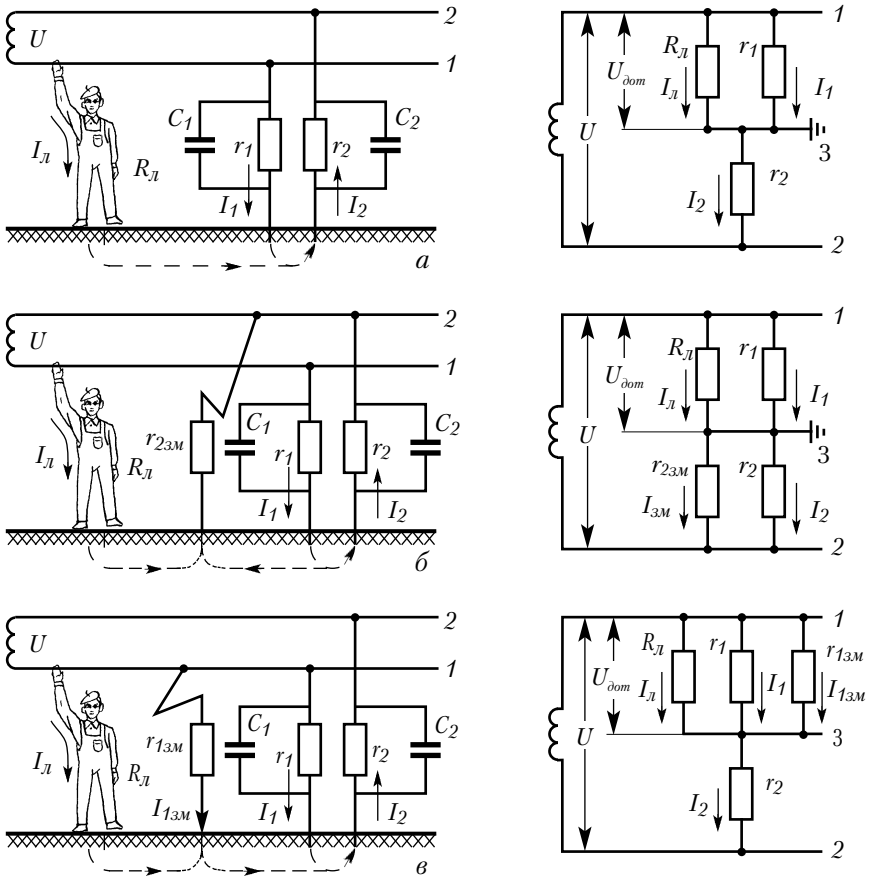


Рис. 3.5. Принципова і розрахункова схеми включення людини під напругу в однофазній мережі, ізолюваній від землі:

- а) при нормальному режимі роботи;
- б) при пробі ізоляції проваду 2 на землю;
- в) при пробі ізоляції проваду 1 на землю

При доторканні до проваду 1 людина, по суті, підключається до цієї мережі витoku струму паралельно  $r_1$ , вносячи, таким чином, певні зміни в цю мережу від проваду 1 до землі. Від землі до проваду 2 мережа витoku струму не міняється і весь струм витoku, враховуючи і підключення людини, проходить через  $r_2$ . Якщо знехтувати ємнісною складовою струму через людину (див. 3.5 за умови  $C_1 = C_2 = 0$ ), що

цілком допустимо для нерозгалуженої мережі, то розрахункова схема струму через людину набуває вигляду, наведеного на правій частині рис. 3.5, а. Відповідно до цієї схеми, величина струму через людину у загальному вигляді може бути визначена як

$$I_L = \frac{U_{\text{dotom}}}{R_L}, \text{ А}, \quad (3.8)$$

де  $U_{\text{dotom}}$  — напруга дотику, В;  
 $R_L$  — опір людини, Ом.

Загальна величина струму в мережі  $I_M$  який дорівнює  $I_2$ , визначиться виразом:

$$I_M = I_2 = \frac{U}{\frac{1}{q} + r_2}, \quad (3.9)$$

де  $q = \frac{1}{R_L} + \frac{1}{r_1}$  — провідність паралельного з'єднання  $R_L$  і  $r_1$ .

Тоді діюча на людину напруга  $U_{\text{dotom}}$  відповідно до приведеної схеми

$$U_{\text{dotom}} = I_M \cdot \frac{1}{q}, \text{ В}. \quad (3.10)$$

Підставивши в (3.10) значення  $I_M$ , отримаємо

$$U_{\text{dotom}} = \frac{U}{\frac{1}{q} + r_2} \cdot \frac{1}{q} = \frac{U}{1 + r_2 q}, \text{ В}. \quad (3.11)$$

Підставивши в (3.8) значення  $U_{\text{dotom}}$  і замінивши  $q$  його значенням, за умови  $r_1 = r_2 = r_{i3}$ , отримаємо

$$I_{L,a} = \frac{U}{2R_L + r_{i3}}, \text{ А}, \quad (3.12)$$

де  $r_{i3}$  — опір ізоляції проводів 1 і 2 відносно землі, Ом.

В знаменнику (3.12)  $R_L$  приймається в межах  $10^3$ , а  $r_{i3}$  відповідно до чинних нормативів на декілька порядків більше.

Таким чином, в мережі, ізольованій від землі, при непошкодженій ізоляції (схема а, рис. 3.5) величина струму через тіло людини практично

не залежить від опору тіла людини і визначається опором ізоляції про-  
вода 2 відносно землі.

У випадку пошкодження ізоляції проводу 2 (схема б, рис. 3.5) і дотику людини до проводу з непошкодженою ізоляцією в мережі, що розглядається, на ділянці «земля – провід 2» з'являється додатковий, паралельний  $r_2$  токопровід  $r_{2зм}$  (пробій ізоляції), опір якого значно менше  $r_2$ . Це приводить до зменшення опору на ділянці «земля – про-  
від 2», зростання струму в мережі, в цілому, і, як наслідок, зростання струму, що проходить через людину.

Для визначення величини струму, що проходить через людину, в розрахунковій схемі рис. 3.5, б замінімо паралельні опори  $r_2$  і  $r_{2зм}$  рів-  
нозначним їм еквівалентним опором

$$r_{екв} = \frac{r_2 \cdot r_{2зм}}{r_2 + r_{2зм}} = \frac{r_{із} \cdot r_{2зм}}{r_{із} + r_{2зм}}.$$

Тоді величина струму, що проходить через людину, у даному випадку визначиться виразом (3.12), в якому гіз замінить гекв, тобто

$$I_{Л,б} = \frac{U}{2R_{Л} + \frac{r_{із} \cdot r_{2зм}}{r_{із} + r_{2зм}}}, \quad (3.13)$$

В (3.13) друга складова в знаменнику завідомо менша  $R_{Л}$ , знамен-  
ник, в цілому, як мінімум на 2 порядки менше знаменника у виразі  
(3.12), а струм, що проходить через людину, буде більший, ніж в (3.12).

*В ізольованій від землі мережі при доторканні людини до проводу з непошкодженою ізоляцією («здорового» проводу) і наявності проводу з пошкодженою ізоляцією («хворого» проводу) величина струму, що про-  
ходить через людину, буде значно більшою, ніж при відсутності пошко-  
дження ізоляції.*

Таким чином, в мережах, ізольованих від землі, величина опору ізо-  
ляції є одним з важливих чинників небезпеки електротравм. У зв'язку  
з цим, відповідно до ПУЕ, в мережах, ізольованих від землі, повинен  
здійснюватися жорсткий контроль опору ізоляції на реєстрацію, на  
сигнал або на автоматичне відключення залежно від небезпеки елек-  
тротравм. Так, у гірничо-добувній промисловості і на торфорозробках  
повинні застосовуватися мережі, ізольовані від землі, з обов'язковим  
постійним на автоматичне відключення контролем опору ізоляції.

У випадку пошкодження ізоляції проводу 1 (рис. 3.5, в) і дотику  
людини до цього проводу, паралельно людині і  $r_1$  в мережі з'являється

ся додатковий токопровід  $r_{1зм}$ . Загальна провідність ділянки мережі від проводу 1 до землі визначиться як  $q = \frac{1}{R_L} + \frac{1}{r_{1зм}} + \frac{1}{r_1}$ , а величина струму, що проходить через людину за аналогію з попереднім дорівнюватиме

$$I_{Л,в} = \frac{U}{2R_L + r_{із} + \frac{r_{із} \cdot R_L}{r_{1зм}}}, \quad (3.14)$$

В (3.14) порівняно з (3.12) є третій член, величина опору якого знаходиться в межах  $10^7 \dots 10^8$  Ом — відповідно до зроблених вище допущень.

Таким чином,  $I_{Л,в}$  на два-три порядки менше  $I_{Л,а}$  і доторкання до проводу з пошкодженою ізоляцією (з пробоем на землю) є значно безпечнішим, ніж до «здорового» проводу. На цьому принципі можлива реалізація засобів захисту людини — при її доторканні до струмовідних частин останні автоматично, засобами захисту, замикаються на землю.

**Трифазна мережа, ізольована від землі.** При доторканні людини до фазного проводу трифазної мережі, ізольованої від землі, виникає мережа замикання на землю, більш розгалужена, ніж в однофазній. Основні елементи цієї мережі: «фазний провід 1» — «людина паралельно з  $r_1$ » — «земля» — «опори ізоляції  $r_2$  і  $r_3$ » — «фазні проводи 2 і 3» (рис. 3.6, а).

До цієї мережі прикладена лінійна напруга  $U_L$ , а не фазна  $U_\phi$ , як в однофазній мережі. Оскільки  $U_L = \sqrt{3}U_\phi$ , то в трифазній мережі при інших рівних чинниках величина струму замикання на землю, як і величина струму, що проходить через людину при її доторканні до фазного проводу, має бути більшою.

За рівності опорів ізоляції ( $r_1 = r_2 = r_3 = r_{із}$ ) і ємностей ( $C_1 = C_2 = C_3 = C$ ) струм, що проходить через людину, визначиться виразом:

$$I_L = \frac{U_\phi}{R_L \sqrt{1 + \frac{r(r+6R_L)}{9R_L(1+r^2 \cdot \omega^2 C^2)}}}, \quad (3.15)$$

де  $\omega$  — кутова частота мережі, Гц;

$C$  — ємність проводів відносно землі, Ф.

Аналогічно попередньому (однофазна мережа), за умови  $r_1 = r_2 = r_3 = r_{із}$  і  $C_1 = C_2 = C_3 = 0$ , що досить імовірно для нерозгалужених повітряних мереж, величина струму, що проходить через людину, визначиться виразом:



$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{л}} + \frac{r_{\text{із}}}{3}}, \quad (3.16)$$

Дійсно, порівнюючи вираз (3.12) для величини струму, що проходить через людину, при нормальному режимі роботи електроустановки в однофазній мережі і вираз (3.16), бачимо, що в трифазній мережі  $I_{\text{л}}$  практично, в три рази більше.

В трифазній мережі пошкодження опору ізоляції будь-якого фазного проводу впливає на величину струму через людину, яка потрапила під напругу, таким же чином, як і в однофазній мережі: доторкання до фазного проводу з непошкодженою ізоляцією, при пошкодженні ізоляції інших фазних проводів, більш небезпечне, ніж доторкання до проводу з пошкодженою ізоляцією при непошкодженій ізоляції інших фазних проводів. У зв'язку з цим проблема контролю стану ізоляції у трифазній мережі, ізольованій від землі, є такою ж актуальною, як і в однофазній, розглянутій вище.

В правій частині схеми (рис. 3.6, б) розглянуто можливий варіант доторкання людини до корпусу споживача електроенергії, який опинився під напругою в результаті пошкодження ізоляції фази 1. При незаземленій установці таке доторкання рівнозначне першому варі-

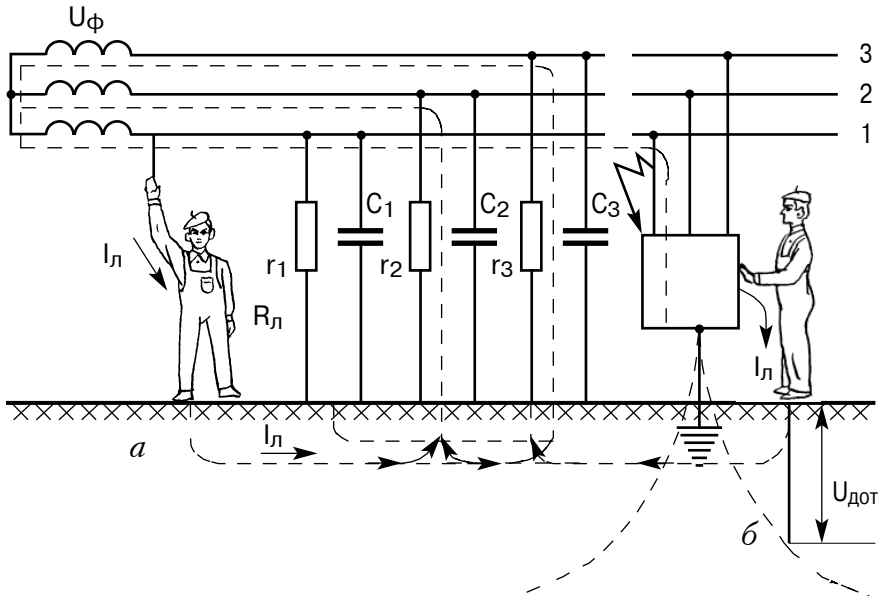


Рис. 3.6. Схема включення людини під напругу при дотиці до фазного проводу (а) і до корпусу споживача електроенергії при пошкодженні ізоляції (б)

анту (а), виникне подібна першому варіанту (а) мережа, а величина струму, що проходить через людину, визначиться виразом (3.16). Якщо ж неструмовідні частини попередньо заземлити, то паралельно можливому включенню людини буде провідник «корпус–земля» і струм замикання на землю буде розподілятися між цим провідником і тілом людини зворотно пропорційно їх опорам. При малому значенні опору заземлення, останнє, практично, шунтує людину і забезпечує, таким чином, її захист на випадок пошкодження ізоляції споживача електроенергії і переходу напруги на неструмовідні частини електроустановки. Такий технічний засіб захисту називається захисним заземленням. Але функції захисного заземлення не обмежуються тільки шунтуванням людини.

При функціонуванні заземлення має місце протікання струму в землі, а, відтак, на її поверхні в радіусі близько 20 м від заземлювача виникає зона підвищених потенціалів відповідно до рис. 3.3, розподіл потенціалів в якій характеризується пунктирною кривою рис. 3.6, б.

Якщо заземлювач знаходиться від споживача енергії на відстані менше 20 м (рис. 3.6, б), то напруга дотику, під яку попадає людина, буде визначатись різницею потенціалів корпусу споживача електроенергії і поверхні землі, де стоїть людина. Таким чином, правильно виконане захисне заземлення не тільки шунтує людину, а і зменшує напругу дотику, як показано на рис. 3.6, б. Чим ближче буде заземлювач до місця знаходження людини при її дотику до корпусу обладнання, що опинився під напругою, тим меншою буде  $U_{\text{дот}}$ . При знаходженні заземлювача від споживача електроенергії на відстані, більшій 20 м, захисне заземлення буде зменшувати тільки струм, що проходить через людину.

При наявності заземлення у варіанті рис. 3.6, б величина струму, що проходить через людину, визначається як

$$I_L = \frac{U}{R_L + \frac{r_{i3}}{3} + \frac{R_L \cdot r_{i3}}{r_{\text{зз}}}}, \quad (3.17)$$

де  $r_{\text{зз}}$  — опір заземлюючого пристрою розтіканню струму, Ом.

Вище, переходячи до розгляду правої частини рис. 3.6 (дотик людини до корпусу електроустановки, який знаходиться під напругою в результаті пошкодження ізоляції) ми ототожнювали з дотиком до того ж фазного проводу, а величина струму, що проходить через людину, мала визначатися виразом (3.16).

Але за наявності заземлення корпусу фактична величина струму, що проходить через людину, практично на 2 порядки менше — третя складова в знаменнику виразу (3.17) знаходиться в межах  $10^7 \dots 10^8$  Ом.

Для з'ясування ролі захисного заземлення у даному випадку доцільно порівняти вирази (3.17) і (3.14). Знаменники цих виразів досить подібні, а захисне заземлення можна розглядати як заздалегідь виконане замикання фазного проводу, до якого може доторкнутися людина, на землю, яке реалізується при переході напруги на неструмовідні елементи заземленої електроустановки.

**Трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю.** На рис. 3.7 наведена принципова схема трифазної чотирипровідної мережі з глухозаземленою нейтраллю, на якій розглядається два варіанти попадання людини під напругу:

- перший варіант (рис. 3.7, а) — доторкання людини до фазного проводу при непошкодженій ізоляції інших фазних проводів;
- другий варіант (рис. 3.7, б) — доторкання людини до корпусу споживача електроенергії при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні частини за відсутності доторкання людини у лівій частині рис. 3.7.

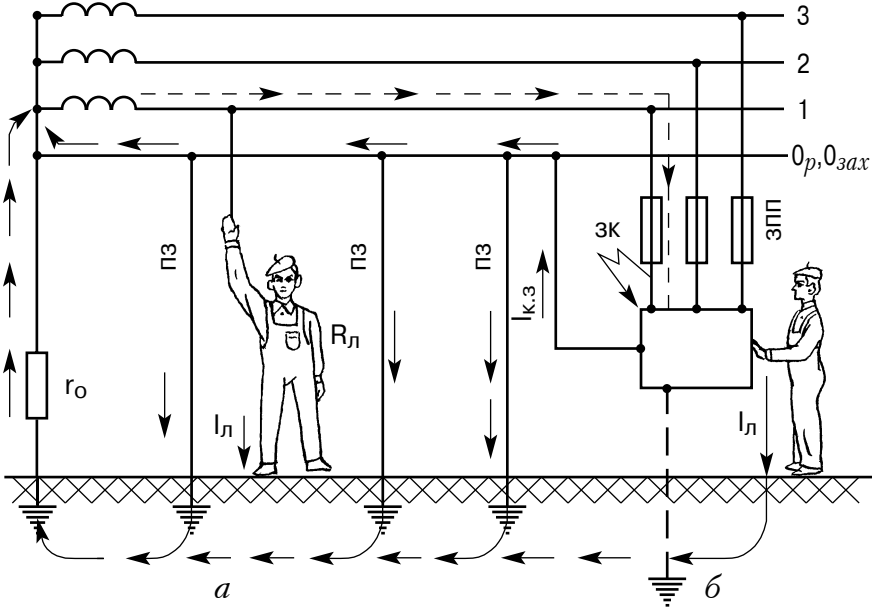


Рис. 3.7. Схема трифазної чотирипровідної мережі з глухозаземленою нейтраллю

Нейтраль вторичної обмотки трансформатора, від якого живиться мережа, заземлена через  $r_0 \ll R_L$ . При доторканні людини до фазного проводу 1 утворюється мережа струму провід 1 – людина – земля –  $r_0$  – фаза 1, в якій всі елементи з'єднані послідовно. Величина струму в цій мережі, а значить і величина струму, що проходить через людину  $I_L$ , визначиться виразом

$$I_L = \frac{U_\phi}{R_L + r_{зем} + r_0 + r_{\phi 1} + r_{np1}}, \text{ А}, \quad (3.18)$$

де  $r_{зем}$  – опір землі,  $U_\phi$  – опір фази 1,  $r_{np}$  – опір проводу фази 1, Ом.

В знаменнику цього виразу  $R_L$  знаходиться в межах  $10^3$  Ом,  $r_{зем}$ ,  $r_0$ ,  $U_\phi$  і  $r_{np}$  – в межах десятків Ом. Тому можна вважати, що людина попадає, практично, під фазну напругу ( $U_{дом} = U_\phi$ ), а величина струму залежить, в основному, від  $R_L$ .

Порівнюючи значення  $I_L$  відповідно до (3.18) із значеннями  $I_L$  в мережах, ізольованих від землі – вирази (3.12) і (3.16), приходимо до висновку, що величина струму, що проходить через людину, яка потрапила під напругу, в мережі з заземленою нейтраллю на 2 порядки більша. Співставлення виразів (3.13) і (3.18) свідчить, що в мережі з заземленою нейтраллю при дотиці людини до фазного проводу небезпека ураження людини електричним струмом ( $I_L$ ) практично така, як і в мережах, ізольованих від землі при доторканні людини до фазного проводу з непошкодженою ізоляцією (до «здорової» фази) при наявності пошкодження ізоляції інших фаз (при наявності «хворих» фаз). Підвищена небезпека ураження електричним струмом в цих обох випадках – вирази (3.13) і (3.18) – обумовлюється одним і тим чинником – відсутністю в мережі струму, що проходить через людину, опору ізоляції.

В трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю при дотику людини до корпусу електрообладнання, який знаходиться під напругою в результаті замикання на корпус (рис. 3.7, б), виникає, практично, така сама мережа струму замикання на землю, як і у випадку, наведеному на рис. 3.7, а, при величині струму, що проходить через людину, відповідно до (3.18).

Для захисту людини від ураження електричним струмом у даному випадку, як і в мережі, ізольованій від землі (рис. 3.6), здавалося б за доцільне застосування захисного заземлення, як показано пунктиром на рис. 3.7, б.

Тут доречно відзначити, що захисне заземлення застосовується з метою зменшення  $I_L$  і  $U_{дом}$  і не розраховане на аварійне відключення

споживача при замиканні на корпус. Тому корпус певний час може знаходитись під напругою до усунення пошкодження ізоляції або до поглиблення аварійної ситуації і спрацювання інших видів захисту – від короткого замикання, максимального струмового тощо. І якщо в цей період за якихось обставин трапиться пошкодження мережі захисного заземлення, то створиться небезпечна ситуація щодо можливості електротравм. Таким чином, захисне заземлення не є досить надійним захистом щодо профілактики електротравм.

Враховуючи особливості електричної мережі з заземленою нейтраллю і нульовим проводом, більш ефективним засобом попередження електротравм при замиканні на корпус у даному випадку вважається занулення – навмисне електричне з'єднання неструмовідних елементів електроустановки, які можуть опинитися під напругою в результаті замикання на корпус, з нульовим проводом – див. рис. 3.7, б.

При наявності занулення і замиканні на корпус (зк на рис. 3.7) утворюється мережа струму: фазний провід 1 – корпус обладнання – нульовий з'єднувальний провідник – нульовий провід паралельно з землею, який через кожні 200 м повторно заземлюється (пз на рис. 3.7) для забезпечення цілісності мережі струму, – фаза 1. У цій мережі фаза замкнута провідниками за відсутності навантаження, тобто це, практично, коротке замикання фази. Спрацьовує захист від короткого замикання (зпп – запобіжники плавкі на рис. 3.7 або інші автоматичні пристрої) і пошкоджена електроустановка відключається від джерела живлення, що і забезпечує попередження електротравм у подібних випадках.

Таким чином, згідно з зазначеним вище, до основних чинників, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом (на  $I_{л}$ ) при попаданні людини під напругу, можна віднести:

- ◆ величину напруги мережі живлення, В;
- ◆ величину напруги дотику  $U_{\text{дот}}$ , В;
- ◆ конструктивні особливості мережі живлення – кількість фаз і режим нейтралі;
- ◆ величину опору і стан ізоляції – перш за все в мережах живлення, ізольованих від землі;
- ◆ протяжність і розгалуженість мережі живлення, які впливають на  $r_{\text{з}}$  і ємність відносно землі.

Вплив перелічених чинників і особливостей виробничого середовища експлуатації електроустановок на безпеку електротравм враховується при розробці нормативних актів з питань електробезпеки, технічних і організаційних заходів і засобів попередження електротравм та електрозахисних засобів.

### 3.5.10. Системи засобів і заходів щодо електробезпеки

Виділяють три системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки:

- система технічних засобів і заходів;
- система електрозахисних засобів;
- система організаційно-технічних заходів і засобів.

**Система технічних засобів і заходів з електробезпеки.** Технічні засоби і заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні і монтажі відповідно до чинних нормативів. За своїми функціями технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки діляться на дві групи:

- ◆ технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок;
- ◆ технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.

*Основні технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок включають:*

- ізоляція струмовідних частин;
- недоступність струмовідних частин;
- блоківки безпеки;
- засоби орієнтації в електроустановках;
- виконання електроустановок, ізольованими від землі;
- захисне розділення електричних мереж;
- застосування малих напруг;
- компенсація ємнісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів.

З метою підвищення рівня безпеки, залежно від призначення, умов експлуатації і конструкції в електроустановках застосовується одночасно декілька з перелічених технічних засобів і заходів.

**Ізоляція струмовідних частин.** Забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність попадань людини під напругу, замикань на землю і на корпус електроустановок, зменшує струм через людину при доторканні до неізольованих струмовідних частин в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі.

ГОСТ 12.1.009-76 виділяє ізоляцію:

- ◆ робочу — забезпечує нормальну роботу електроустановок і захист від ураження електричним струмом;
- ◆ додаткову — забезпечує захист від ураження електричним струмом на випадок пошкодження робочої ізоляції;
- ◆ подвійну — складається з робочої і додаткової;
- ◆ підсилену — поліпшена робоча ізоляція, яка забезпечує такий рівень захисту, як і подвійна.

При розробці електроустановок опір ізоляції приймається в межах 1 кОм/В, якщо технічними умовами не передбачені більш жорсткі вимоги відповідно до чинних актів. З метою забезпечення працездатності електроустановок і безпечної їх експлуатації проводиться контроль стану ізоляції, який характеризується електричною міцністю ізоляції, її електричним опором і діелектричними втратами. В установках напругою більше 1000 В проводять усі види випробувань ізоляції, а при напрузі до 1000 В — тільки електричний опір і електричну міцність. Виділяють прийнятно-здавальні випробування, післяремонтні (реконструкція і капітальний ремонт) і міжремонтні в терміни, встановлені чинними нормативами залежно від типу електроустановки і умов її експлуатації. Так, опір ізоляції переносних світильників, що живляться від електромережі і електрифікованого ручного інструменту контролюється кожні 6 місяців, зварювального обладнання — кожні 12 місяців. При цьому опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм, а для електрифікованого інструменту 1 МОм.

*Забезпечення недоступності струмовідних частин.* Статистичні дані щодо електротравматизму свідчать, що більшість електротравм пов'язана з дотиком до струмовідних частин електроустановок (близько 56%). Основними заходами забезпечення недоступності струмовідних частин є застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів (пакетних вимикачів, комплектних пускових пристроїв, дистанційних електромагнітних приладів управління споживачами електроенергії тощо), розміщення неізольованих струмовідних частин на висоті, недосяжній для ненавмисного доторкання до них інструментом, різного роду пристосуваннями, обмеження доступу сторонніх осіб в електротехнічні приміщення тощо.

Застосування блоків безпеки. Блоківки безпеки застосовуються в електроустановках, експлуатація яких пов'язана з періодичним доступом до огорожених струмовідних частин (випробувальні і дослідні стенди, установки для випробування ізоляції підвищеною напругою), в комутаційних апаратах, помилки в оперативних переключеннях яких можуть призвести до аварії і нещасних випадків, в рубильниках, пусковій апаратурі, автоматичних вимикачах, які працюють в умовах підвищеної небезпеки (електроустановки на плавзасобах, в гірничо-добувній промисловості) тощо.

Призначення блоків безпеки: унеможливити доступ до неізольованих струмовідних частин без попереднього зняття з них напруги, попередити помилкові оперативні та керуючі дії персоналу при експлуатації електроустановок, не допустити порушення рівня електробезпеки та вибухозахисту електрообладнання. Основними видами блоків безпеки є механічні, електричні і електромагнітні.

Механічні блоківки безпеки виконуються, переважно, у вигляді механічних конструкцій (стопори, замки, пружинно-стрижньові і гвинтові конструкції тощо), які не дозволяють знімати захисні огороження електроустановок, відкривати комутаційні апарати тощо без попереднього зняття з них напруги.

Електричні блоківки забезпечують розрив мережі живлення спеціальними контактами, змонтованими на дверях огороження, розподільчих щитів і

шаф, кришках і дверцях кожухів електрообладнання. При дистанційному управлінні електроустановкою ці контакти доцільно включати в мережу управління пускового апарату послідовно з органами пуску. В такому разі подача напруги на установку органами пуску буде неможливою до замикання контактів електричних блоків.

До одного з варіантів електричних блоків можна віднести дрібноблочне виконання електричних апаратів, щитів і пультів управління з застосуванням закритих штепсельних роз'ємів. При видаленні такого блоку з загального корпусу пульта (стійки) штепсельні роз'єми розмикаються і напруга з блоку знімається автоматично.

**Електромагнітні блоківки безпеки** вимикачів, роз'єднувачів, заземлюючих ножів використовуються на відкритих і закритих розподільчих пристроях з метою забезпечення необхідної послідовності вмикання і вимикання обладнання. Вони виконуються, переважно, у вигляді стрижньових електромагнітів. Стрижень електромагніту при знеструмленні його обмотки під дією пружини заходить в гніздо корпусу органа управління електроустановки, що не дозволяє маніпулювання цим органом. При подачі напруги на обмотку електромагніта осердя останнього втягується в котушку електромагніта, що забезпечує розблокування органа управління електроустановкою і можливість необхідних маніпулювань цим органом.

**Засоби орієнтації в електроустановках** дають можливість персоналу чітко орієнтуватися при монтажі, виконанні ремонтних робіт і запобігають помилковим діям. До засобів орієнтації в електроустановках відносяться маркування частин електрообладнання, проводів і струмопроводів (шин), бирки на проводах, забарвлення неізольованих струмовідних частин, ізоляції, внутрішніх поверхонь електричних шаф і щитів керування, попереджувальні сигнали, написи, таблички, комутаційні схеми, знаки високої електричної напруги, знаки попереджувальні тощо.

Попереджувальні сигнали використовують з метою забезпечення надійної інформації про перебування електрообладнання під напругою, про стан ізоляції та пристроїв захисту, про небезпечні відхилення режимів роботи від номінальних тощо. Світловою сигналізацією обладнуються в електроустановках напругою понад 1000 В комірки роз'єднувачів, масляних вимикачів, трансформаторів. У ввідних шафах комплектних трансформаторних підстанцій незалежно від величини напруги передбачається попереджувальна сигналізація станів «Включено» і «Виключено».

**Виконання електричних мереж, ізольованими від землі.** Як зазначалося вище (3.5.9), в мережах, ізольованих від землі, при однофазному включенні людини під напругу і відсутності пошкодження ізоляції інших фаз, величина струму, що проходить через людину, визначається опором ізоляції фаз відносно землі, який, щонайменше, становить  $10^5$  Ом. Таким чином, виконання мереж, ізольованих від землі, обмежує величину струму, що проходить через людину, за рахунок опору ізоляції фаз відносно землі за умови забезпечення необхідного стану ізоляції. При наявності фаз з пошкодженою ізоляцією і



доторканні людини до фазного проводу з непошкодженою ізоляцією величина струму, що проходить через людину, значно зростає. Тому застосування мереж, ізольованих від землі, вимагає обов'язкового контролю опору ізоляції.

В особливо небезпечних умовах щодо електротравм такий контроль повинен бути постійним з автоматичним відключенням електроустановок з пошкодженою ізоляцією. Відповідно до чинних нормативів у гірничо-добувній промисловості і на торфорозробках виконання електромереж, ізольованих від землі, є обов'язковим. На промислових підприємствах, підприємствах невиробничої сфери, у сільськогосподарському виробництві, побути тощо застосовуються, зазвичай, мережі з глухозаземленою нейтраллю.

*Захисне розділення електричних мереж.* Загальний опір ізоляції проводів електричної мережі відносно землі і ємнісна складова струму замикання на землю залежать від протяжності мережі і її розгалуженості. Із збільшенням протяжності і розгалуженості мережі  $r_{із}$  зменшується (паралельна робота ізоляторів, накопичення дефектів тощо) і збільшується ємність. Розділення такої протяжної мережі на окремі, електрично незв'язані між собою, частини за допомогою трансформаторів з коефіцієнтом трансформації, рівним одиниці, сприяє підвищенню опору ізоляції і зменшенню ємності і, як результат, приводить до підвищення рівня безпеки.

Захисне розділення електричних мереж може реалізовуватись як в межах електричних систем так і в межах окремих підприємств. Зокрема, воно може реалізовуватись при переході від мережі з глухозаземленою нейтраллю до мережі, ізольованої від землі. Прикладом реалізації варіанту переходу від мережі з глухозаземленою нейтраллю до мережі, ізольованої від землі, є застосування розділяючих трансформаторів.

Принципова схема розділяючого трансформатора як засобу захисту в установках напругою до 1000 В при виконанні робіт в особливо небезпечних умовах щодо електротравм приведена на рис. 3.8.

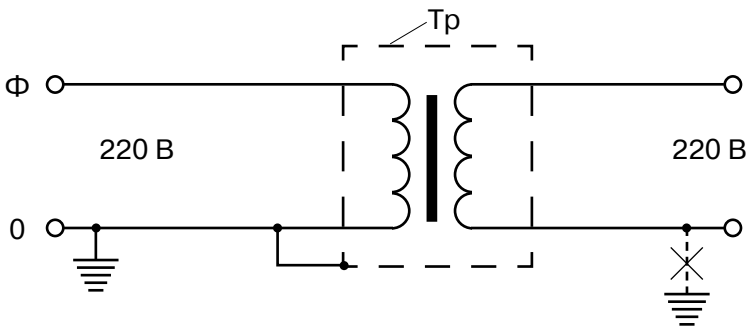


Рис. 3.8. Схема розділяючого трансформатора

При реалізації схеми розділяючого трансформатора як засобу захисту необхідно дотримуватися наступних вимог безпеки:

- підвищена надійність конструкції і ізоляції;
  - від трансформатора дозволяється живлення тільки одного споживача електроенергії з номінальним струмом плавкої вставки не більше 15А;
  - заземлення вторинної обмотки трансформатора не допускається;
  - корпус трансформатора заземлюється чи занулюється залежно від режиму нейтралі мережі живлення трансформатора;
  - напруга на низькій стороні трансформаторів обмежується величиною 380 В.
- Застосування малих напруг.* До малих напруг відносяться напруги 42 В і менше змінного струму частотою 50 Гц і 110 В і менше постійного струму.

Чинні нормативні документи виділяють два діапазони малих напруг змінного струму: 12 В і 42 В. Напруга до 42 В змінного і до 110 В постійного струму застосовується в приміщеннях з підвищеною небезпекою електротравм, особливо небезпечних і поза приміщеннями для живлення ручного електрифікованого інструменту, ручних переносних ламп, світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання, в яких конструктивно не виключена можливість контакту сторонніх осіб із струмовідними частинами, світильників загального освітлення з лампами розжарювання при висоті підвісу світильників меншій 2,5 м.

Напруга до 12 В змінного струму повинна застосовуватися для живлення від мережі переносних світильників в особливо небезпечних умовах щодо електротравм: металеві, бетонні, залізобетонні та інші ємкості, кабельні та інші енергетичні підземні комунікації, оглядові ями, вентиляційні камери, тепlopункти тощо. Для живлення таких світильників перевагу слід віддавати стаціонарним електричним мережам напругою 12 В. Розетки для підключення світильників в таких мережах конструктивно мають відрізнятися від розеток на більші діапазони напруги. За недоцільності виконання стаціонарних мереж напругою 12 В допускається застосування понижуючих трансформаторів. Принципова схема такого типу трансформаторів наведена на рис. 3.9.

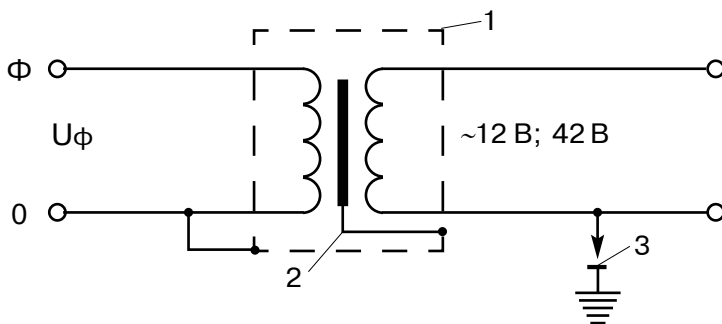


Рис. 3.9. Схема понижуючого трансформатора:

- 1 – корпус трансформатора; 2 – заземлений (занулений) екран;  
3 – пробивний запобіжник.

З метою забезпечення надійного захисту, понижуючі трансформатори, як засоби захисту, повинні мати електрично не зв'язані обмотки високої і низької сторони (не типу автотрансформаторів з однією обмоткою), розділені екраном. Для захисту від переходу високої напруги на низьку сторону один із виводів вторинної обмотки заземлюється через пробивний запобіжник.

*Компенсація ємнісної складової струму замикання на землю.* Як відзначалося раніше (див. 3.5.9), струм однофазних замикань на землю, як і струм, що проходить через людину, при однофазному дотиці до струмовідних частин, оцінюється активною і ємнісною складовими. Так, ємність кожного проводу повітряної мережі 6...35 кВ складає приблизно 5000...6000 пФ/км, а ємнісний струм на 1 кВ лінійної напруги і на 1 км довжини мережі — 2,7...3,3 мА для мереж на дерев'яних опорах. В мережах на металевих опорах цей струм на 10...15 відсотків більше. В протяжних розгалужених мережах ємнісна складова струму, що проходить через людину, може перевищувати активну і бути визначальною в тяжкості ураження людини електричним струмом. Крім того, значні ємності мереж напругою більше 1000 В негативно впливають на ізоляцію мережі, викликають перенапругу в ізоляції, що може приводити до її перекриття.

Для зменшення ємнісної складової струму замикання на землю застосовують компенсаційні котушки (реактори), які включаються між нейтраллю мережі і землею – рис. 3.10.

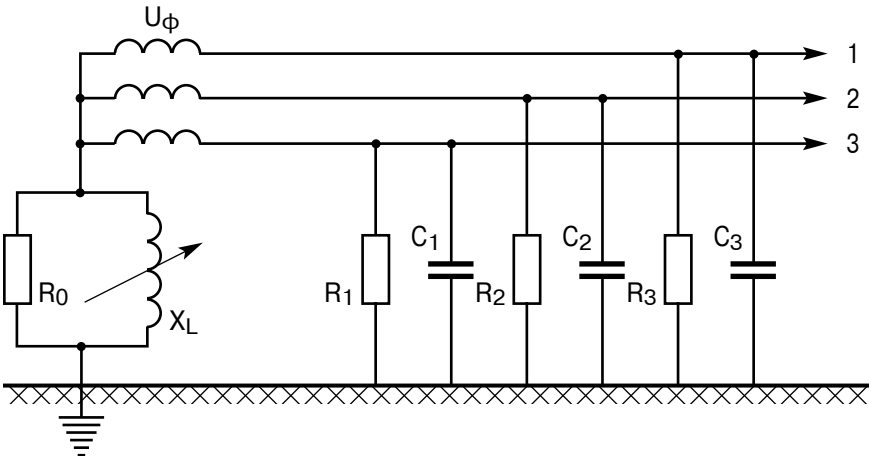


Рис. 3.10. Компенсація ємнісної складової струму замикання на землю

Активний опір реактора  $r_0$  близький до  $r_{i3}$  фазних проводів відносно землі. В той же час, при певних співвідношеннях індуктивності реактора і ємності мережі її ємнісний струм можна компенсувати індуктивним струмом при резонансі струмів в мережі. Для налагодження на ємність мережі індук-

тивність реактора змінна. В конструкціях реакторів окремих типів можливе автоматичне налагодження їх індуктивності на ємність мережі для забезпечення резонансу струмів.

*Вирівнювання потенціалів.* Застосовується з метою зниження можливих напруг дотику ( $U_{\text{дом}}$ , В) і кроку ( $U_{\text{кр}}$ , В) при експлуатації електроустановок або попаданні людини під ці напруги за інших обставин. Вирівнювання потенціалів досягається за рахунок навмисного підвищення потенціалу опорної поверхні, на якій може стояти людина, до рівня потенціалу струмовідних частин, яких вона може торкатися (зменшення  $U_{\text{дом}}$ ), або за рахунок зменшення перепаду потенціалів на поверхні землі чи підлозі приміщень в зоні можливого розтікання струму (зменшення  $U_{\text{кр}}$ ).

Прикладом вирівнювання потенціалів з метою зниження  $U_{\text{дот}}$  може бути тимчасове електричне з'єднання ізольованої від землі коліски телескопічної пересувної автовежі з фазним проводом ПЛ електропередач при пофазному виконанні профілактичних робіт без зняття напруги. За таких умов потенціали поверхні, на якій стоїть людина, і струмовідних частин будуть рівні і  $U_{\text{дом}} = 0$ .

Іншим варіантом вирівнювання потенціалів є спорудження в ґрунті по всій території відкритих електропідстанцій чи відкритих розподільчих пристроїв (ВРП) заземлюючого пристрою з певним розміщенням вертикальних заземлювачів, з'єднаних металевими смугами, подібно рис. 3.4. При замиканні на корпус будь-якого з апаратів, розміщених на підстанції, його потенціал відносно землі передається на неструмовідні частини інших апаратів, оскільки останні приєднані до одного заземлювача. Це створює небезпеку обслуговуючому персоналу. Наявність заземлюючого пристрою по всій території ВРП сприяє зменшенню напруги дотику і кроку, див. рис. 3.4.

***Технічні заходи попередження електротравм при переході напруги на неструмовідні частини електроустановок.*** Поява напруги на неструмовідних частинах електроустановок пов'язана з пошкодженням ізоляції і замиканням на корпус. Основними технічними заходами щодо попередження електротравм при замиканнях на корпус є захисне заземлення, занулення, захисне відключення.

***Захисне заземлення.*** Відповідно до ГОСТ 12.1.009-76 захисне заземлення — це навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмовідних частин, які можуть опинитися під напругою. Принципова схема захисного заземлення наведена на рис. 3.6, права частина. Захисне заземлення застосовується в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі напругою до 1000 В і в електроустановках напругою більше 1000 В незалежно від режиму нейтралі мережі живлення. Захисне заземлення забезпечує паралельно можливому включенню людини в мережу замикання на землю струмопровідного малого опору (шунт), за рахунок чого зменшується струм, що проходить через людину. Крім того, захисне заземлення при правильному його виконанні зменшує  $U_{\text{дом}}$ , див. рис. 3.6, б.

Захисному заземленню підлягають:

- електроустановки напругою 380 В і більше змінного струму і 440 В і

більше постійного струму в усіх випадках незалежно від категорії приміщень (умов) щодо безпеки електротравм;

- електроустановки напругою більше 42 В змінного струму і більше 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною і особливою небезпекою електротравм, а також електроустановки поза приміщеннями;

- всі електроустановки, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах (з метою попередження вибухів).

Відповідно до зазначеного заземлюються:

- ◆ неструмовідні частини електричних машин, апаратів, трансформаторів;
- ◆ каркаси розподільчих щитів, шаф, щитів управління, а також їх знімні частини і частини, що відкриваються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більше 110 В постійного струму.

- ◆ металеві конструкції розподільчих пристроїв, металеві кабельні короби та інші кабельні конструкції, металеві кабельні муфти, металеві гнучки рукави і труби електропроводки, електричні світильники;

- ◆ металоконструкції виробничого обладнання, на якому є споживачі електроенергії;

- ◆ опори повітряних ліній електропередач тощо.

Не заземлюються неструмовідні частини електроустановок, розміщених на заземлених металоконструкціях, за умови надійного контакту між ними, за винятком електроустановок, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах.

Ефективність захисного заземлення залежить від опору заземлюючого пристрою проходженню струму замикання на землю.

Відповідно до чинних нормативів величина опору заземлюючого пристрою в установках напругою до 1000 В не повинна перевищувати:

- 10 Ом при сумарній потужності генераторів (трансформаторів) 100 кВА і менше;

- 4 Ом при сумарній потужності генераторів (трансформаторів) більше 100 кВА.

Опір заземлюючого пристрою електроустановок, що живляться від мережі напругою більше 1000 В, повинен бути:

- ◆ не більше 0,5 Ом в мережах з ефективно заземленою нейтраллю;

- ◆ в мережах, ізольованих від землі, не більше визначеного з виразу  $125/I_{3.3.}$  і приймається розрахунковим, але не більше 10 Ом.

За величину розрахункового струму замикання на землю  $I_{3.3.}$  приймається найбільший можливий струм замикання на землю в даній електроустановці. В загальному вигляді величина струму замикання на землю при симетричності опору ізоляції і ємності фаз відносно землі:

$$I_{3.3.} = \frac{3U_{\phi}}{100}, \text{ А}, \quad (3.19)$$

В установках напрягою більше 1000 В при ізолюваній від землі мережі розрахункова величина струму замикання на землю:

$$I_{з.з.} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi} (35I_k + I_n)}{350}, \text{ А}, \quad (3.20)$$

де  $I_k$  і  $I_n$  – загальна довжина кабельної і повітряної мережі, км.

Конструктивно захисне заземлення включає заземлюючий пристрій і провідник, що з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється, – заземлюючий провідник.

Для заземлюючих провідників використовують неізолювані мідні провідники поперечним перерізом не менше 4 мм<sup>2</sup> або сталеві струмпроводи діаметром 5...10 мм. Заземлюючі провідники між собою і з заземлюючим пристроєм з'єднуються зварюванням, а з обладнанням, що заземлюється, – зварюванням або за допомогою гвинтового з'єднання з застосуванням антикорозійних заходів. У виробничих приміщеннях заземлюючі провідники прокладаються відкрито, а обладнання приєднується до магістралі заземлення індивідуально шляхом паралельних приєднань.

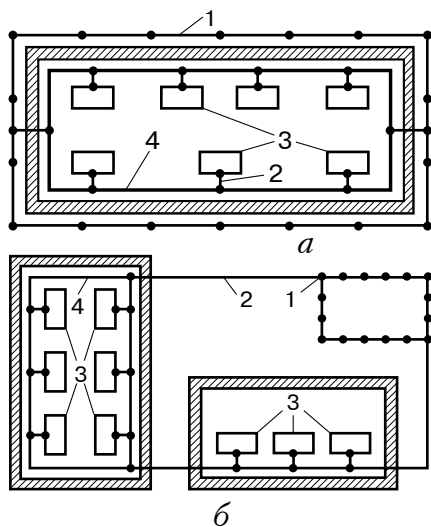


Рис. 3.11. Контурне (а) і виносне (б) заземлення:

- 1 – заземлюючі пристрої;
- 2 – заземлюючі провідники;
- 3 – обладнання, що заземлюється;
- 4 – внутрішня магістраль (контур) заземлення

Заземлюючі пристрої можуть бути природними і штучними. Як природні заземлюючі пристрої використовуються прокладені в землі трубопроводи, оболонки кабелів, арматура будівельних конструкцій, що має контакт з землею тощо. Штучні заземлюючі пристрої – це спеціально закладені в землю металоконструкції, призначені для захисного заземлення. Штучними заземлювачами можуть бути металеві вертикально закладені в ґрунт електроди (стрижні, труби, кутова сталь тощо), з'єднані між собою за допомогою зварювання з'єднувальною смугою, смугова і листова сталь і т. ін.

Закладені в ґрунт вертикальні електроди, з'єднані металевою смугою в загальну мережу, використовуються, переважно, для цехових заземлюючих пристроїв при значній кількості електроустановок, що заземлюються, заземлюючих пристроїв ВРП тощо. У цьому випадку заземлюючий пристрій виконується у вигляді контурного або виносного, рис. 3.11.

У випадку контурного заземлення (рис. 3.11, а) в приміщенні відкрито по будівельних конструкціях споруджується внутрішній контур заземлення 4, з яким за допомогою з'єднувальних провідників 2 з'єднуються неструмовідні елементи обладнання 3, що заземлюється. Зовні приміщення в ґрунті на глибині 0,7...1,0 м споруджується контурний заземлюючий пристрій 1 (вертикальні електроди, з'єднані горизонтальним електродом).

Внутрішня магістраль заземлення і заземлюючий пристрій з'єднуються між собою за допомогою зварювання не менше ніж у двох місцях.

При виносному заземленні заземлюючий пристрій 1 споруджується поза приміщеннями, а внутрішні магістралі заземлення окремих приміщень приєднуються до заземлюючого пристрою заземлюючими провідниками.

Смугова сталь використовується, переважно, для спорудження групових заземлювачів для заземлення будівельних мобільних приміщень та інших групових пересувних електроустановок, а листова – як індивідуальні заземлюючі пристрої.

При виборі типу заземлюючого пристрою (природний, штучний) і його конструктивних параметрів (розміри електродів, їх кількість, взаємне розміщення і т. ін) необхідно дотримуватися вимог

$$R_{зп} \leq R_{\partial}, \quad (3.21)$$

де  $R_{зп}$  і  $R_{\partial}$  – відповідно фактичний і допустимий опір заземлюючого пристрою, Ом.

При можливості використання природних заземлювачів за умови

$$R_{п} \leq R_{\partial}, \quad (3.22)$$

де  $R_{п}$  – опір природного заземлюючого пристрою, Ом, штучні заземлюючі пристрої не споруджуються.

Опір природних заземлювачів залежно від їх геометрії і параметрів підраховується за наведеними в табл. 3.3 формулами.

Якщо опір усіх природних заземлювачів, як паралельних провідників, за підрахунками виявиться більше  $R_{\partial}$ , в доповнення до останніх споруджується штучний заземлюючий пристрій, необхідний опір якого  $R_{ш}$  визначається виразом

$$R_{ш} \leq R_{п}R_{\partial}/R_{п} - R_{\partial}, \text{ Ом.} \quad (3.23)$$

Для розрахунку штучного заземлюючого пристрою вибирають тип заземлювача (електрода) і відповідно до табл. 3.5 визначають його опір розтіканню струму  $R_{з1}$ . При  $R_{з1} > R_{ш}$  визначається необхідна кількість електродів у заземлюючому пристрої,  $n$

$$n = R_{з1}/R_{ш}\eta_{з1}, \text{ шт,} \quad (3.24)$$

де  $\eta_{з1}$  – коефіцієнт взаємного екранування заземлювачів, який може коливатися в межах 0,9...0,3, зменшуючись із збільшенням кількості електродів ( $n$ ) і зменшенням відстані між ними.

## Дані для розрахунку опору одиночних заземлювачів

№ з/п	Тип заземлювача	Схема заземлювача	Формула для визначення опору заземлювача
1	Стержневий чи трубчатий в ґрунті		$R_{\zeta 1} = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right);$ $R_{\zeta 1} \approx \frac{\rho}{2\pi l} \times \ln \frac{4l}{d};$ $l > d; t_0 \geq 0,5 \text{ м}$
2	Кутиковий в ґрунті		$R_{\zeta 1} = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{b} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4,2l+1}{4t-1} \right);$ $R_{\zeta 1} \approx \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4,2l}{d};$ $l > b; t_0 \geq 0,5 \text{ м}$
3	Стрижень, труба або оболонка кабеля в ґрунті		$R_{\zeta 1} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt};$ $R_{\zeta 1} \approx \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l}{d}; l \geq 4t; l > d$
4	Протяжний смуговий в ґрунті		$R_{\zeta 1} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt}$
5	Пластинчатий в ґрунті (пластина поставлена на ребро)		$R_{\zeta 1} = \frac{\rho}{4\sqrt{\pi ab}} \left( \frac{\pi}{2} + \arcsin \sqrt{\frac{ab}{4t^2\pi + ab}} \right);$ $R_{\zeta 1} \approx \frac{\rho}{4\sqrt{ab}}; t > \sqrt{\frac{ab}{\pi}}$

Знаючи  $l$  і відстань між вертикальними електродами, вираховують довжину горизонтального електрода (стрижень чи смуга) і відповідно до табл. 3.3



визначають його опір  $R_z$ . Еквівалентний опір струму розтікання штучного заземлюючого пристрою

$$R_{uz} = R_3 R_z / (R_3 h_z + R_3 \eta_g n), \text{ Ом}, \quad (3.25)$$

де  $R_3$  — еквівалентний опір вертикальних електродів, Ом;  $\eta_z$  і  $\eta_g$  — коефіцієнти екранування (використання), горизонтального і вертикального електродів, відповідно.

Еквівалентний опір природного і штучного заземлюючого пристрою  $R_{n,uz}$

$$R_{n,uz} = \frac{R_{uz} \cdot R_n}{R_{uz} + R_n}. \quad (3.26)$$

При  $R_{n,uz} \leq R_d$  захисне заземлення відповідає вимогам безпеки.

На кожний діючий заземлюючий пристрій повинен бути паспорт, в якому наводиться його схема, дані про результати перевірок стану заземлюючого пристрою, проведені ремонтні роботи і конструктивні зміни.

Опір захисного заземлення струму розтікання контролюється в терміни, встановлені чинними нормативами, з веденням відповідної документації: на вугледобувних шахтах кожні 6 міс; цехові заземлюючі пристрої — кожні 12 міс; заземлюючі пристрої підстанцій — раз на 3 роки.

*Занулення.* Відповідно до ГОСТ 12.1.009-76 занулення в загальному розумінні — це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмовідних частин, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Занулення в електроустановках — це навмисне з'єднання елементів електроустановки, які нормально не знаходяться під напругою, з глухозаземленою нейтраллю генератора чи трансформатора в мережах трифазного струму, з глухозаземленим виводом джерела однофазного струму, з глухозаземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму.

Занулення застосовується в електроустановках напругою до 1000 В, які живляться від мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Принципова схема занулення наведена на рис. 3.7, права частина. Занулення перетворює замикання на корпус в коротке замикання фази, спрацьовує захист від коротких замикань (плавкі вставки запобіжників, струмові автомати, магнітні пускові пристрої із струмовим захистом тощо) і установка відключається від джерела живлення.

Вимоги щодо застосування занулення залежно від величини напруги і категорії приміщень за небезпекою електротравм аналогічні вимогам до застосування захисного заземлення. За величиною напруги мережі живлення застосування занулення обмежується напругою до 1 кВ.

Згідно з чинними нормативами можливі два варіанти реалізації занулення:

- заземлена через певні відстані (100...200 м) нейтраль мережі виконує функції нульового робочого і нульового захисного провідника одночасно;

- для занулення обладнання прокладається окремий провідник, який виконує функції тільки нульового захисного.

Другий варіант є обов'язковим для житлових, адміністративно-побутових приміщень, приміщень масового перебування людей та їм подібних, що будуються.

В цьому випадку в приміщеннях з однофазною мережею внутрішня мережа виконується 3-х провідною — фаза, нуль робочий і нуль захисний, а розетки для підключення переносних споживачів електроенергії — 3-х контактні. При відповідному виконанні штепсельних вилок і шнура живлення (трипровідний) контакт мережі нульового захисного провідника замикається з упередженням відносно контактів фази і нульового робочого провідника. Таким чином, споживач електроенергії занулюється до подачі на нього напруги.

В приміщеннях з 3-и фазними споживачами внутрішня мережа виконується 5-ти провідною — 3 фази, нуль робочий і нуль захисний.

Незалежно від розглянутих варіантів при застосуванні в приміщенні окремого нульового захисного провідника останній відгалужується від нейтралі мережі на щитку вводу в приміщення до роз'єднуючих контактів, а для забезпечення його цілісності і надійності захисту в мережі цього провідника не повинно бути будь-яких роз'єднувачів, запобіжників тощо.

*Захисне відключення.* Призначення захисного відключення — відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні її елементи. Застосовується в доповнення до захисного заземлення (занулення) для забезпечення надійного захисту, перш за все в умовах особливої небезпеки електротравм.

Ефективність захисного заземлення залежить від опору заземлюючого пристрою розтіканню струму замикання на землю. При наявності сухого чи скального ґрунту опір заземлюючого пристрою розтіканню струму за певних умов може перевищувати допустимі значення з відповідною втратою захисних функцій. Тому в подібних випадках доцільно застосовувати захисне відключення.

Згідно з чинними нормативами захисне відключення є обов'язковим в гірничо-добувній промисловості і на торфорозробках.

Ефективність занулення залежить від опору мережі короткого замикання при переході напруги на неструмовідні частини. При значній протяжності мережі живлення її опір струму короткого замикання збільшується, а абсолютне значення струму короткого замикання може бути недостатнім для спрацювання захисту від КЗ.

В подібних випадках ефективний захист може бути забезпечений застосуванням пристроїв захисного відключення, спрацювання яких може бути спричинене струмами витоку на землю з корпусу електроустановки, зниженням опору ізоляції фази відносно землі, пере-

розподілом навантаження на фази тощо. Промисловістю серійно випускаються пристрої захисного відключення.

**Система електрозахисних засобів.** Електрозахисні засоби – це технічні вироби, що не є конструктивними елементами електроустановок і використовуються при виконанні робіт в електроустановках з метою запобігання електротравм.

ДНАОП 1.1.10-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів» (в подальшому Правила) – чинний нормативний документ, в якому наведено перелік засобів захисту, вимоги до їх конструкції, обсягів і норм випробувань, порядку застосування і зберігання, комплектування засобами захисту електроустановок та виробничих бригад. Засоби захисту, що використовуються в електроустановках, повинні відповідати вимогам чинних державних стандартів, технічних умов щодо їх конструкції тощо.

Електрозахисні засоби поділяються на ізолювальні (ізолювальні штанги, кліщі, накладки, діелектричні рукавички тощо), огорожувальні (огороження, щитки, ширми, плакати) та запобіжні (окуляри, каски, запобіжні пояси, рукавиці для захисту рук).

Ізолювальні електрозахисні засоби поділяються на основні і додаткові.

Основні ізолювальні електрозахисні засоби розраховані на напругу установки і при дотриманні вимог безпеки щодо користування ними забезпечують захист працівників.

Додаткові електрозахисні засоби навіть при дотриманні функціонального їх призначення не забезпечують надійного захисту працюючих і застосовуються одночасно з основними для підвищення рівня безпеки. У разі застосування основних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб. При захисті працівників від напруги кроку досить використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів.

В таблицях 3.4 і 3.5 приведено перелік деяких основних і додаткових електрозахисних засобів залежно від величини напруги електроустановки.

Крім наведених в таблицях 3.4 і 3.5 засобів захисту, в електроустановках повинні застосовуватися такі ЗІЗ:

- захисні каски – для захисту голови;
- захисні окуляри і щитки – для захисту очей і обличчя;
- протигази і респіратори – для захисту органів дихання;
- рукавиці – для захисту рук;
- запобіжні пояси та страхувальні канати.

Для захисту працівників при виконанні робіт в умовах електричного поля, параметри якого перевищують допустимі, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої.

Таблиця 3.4

**Основні електрозахисні засоби  
для роботи в електроустановках**

До 1000 В включно	Понад 1000 В
Ізолювальні штанги	Ізолювальні штанги всіх видів
Ізолювальні кліщі	Ізолювальні кліщі
Електровимірювальні кліщі	Електровимірювальні кліщі
Показчики напруги	Показчики напруги
Діелектричні рукавички	Пристрої для створення безпечних умов праці під час проведення випробувань і вимірювань в електроустановках (показчики напруги для фазування, показчики пошкодження кабелів та ін.)
Інструмент з ізолювальним покриттям	

Таблиця 3.5

**Додаткові електрозахисні засоби  
для роботи в електроустановках**

До 1000 В включно	Понад 1000 В
Діелектричне взуття	Діелектричні рукавички
Діелектричні килими	Діелектричне взуття
Ізолювальні підставки	Діелектричні килими
Ізолювальні накладки	Ізолювальні підставки
Ізолювальні ковпаки	Ізолювальні накладки
Сигналізатори напруги	Ізолювальні ковпаки
Захисні огороження (щити, ширми)	Штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу
Переносні заземлення	Сигналізатори напруги
Плакати і знаки безпеки	Захисні огороження (щити, ширми)
Інші засоби захисту	Переносні заземлення Плакати і знаки безпеки Інші засоби захисту

Вимоги щодо комплектування електроустановок електрозахисними засобами регламентуються Правилами, Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ДНАОП 0.00-4.26-96), галузевими чинними нормативами тощо.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку їх несе власник цих засобів.

Електрозахисні засоби повинні зберігатися у приміщеннях в спеціально відведених місцях сухими і чистими, в умовах, що виключають можливість їх механічних ушкоджень, шкідливої дії вологи, агресивного середовища, мастила тощо.

У встановлені нормативами терміни електрозахисні засоби повинні оглядатися з перевіркою їх наявності згідно з вимогами до комплектування, очищатися від пилу, забруднень тощо, періодично проходити спеціальні випробування на відповідність їх діелектричних, механічних і т. ін. показників чинним вимогам.

Крім того електрозахисні засоби повинні оглядатися перед кожним їх застосуванням. При таких оглядах увага звертається на справність засобів захисту, відсутність тріщин, подряпин та деформації ізолювальних елементів, терміни чергової перевірки. У разі виявлення перерахованих дефектів чи простроченого терміну чергового випробування, користування електрозахисними засобами забороняється. При оглядах діелектричних рукавичок і діелектричного взуття увагу слід звертати на наявність вологи, забруднень, поривів, інших механічних пошкоджень. Відсутність поривів і проколів рукавичок перевіряється скручуванням їх від нарукавника в бік пальців.

Вимоги до термінів випробування електрозахисних засобів, методики і параметрів цих випробувань регламентуються Правилами залежно від типу електрозахисних засобів.

В табл. 3.6 для деяких типів електрозахисних засобів відповідно до Правил наведені дані щодо виду експлуатаційних випробувань, їх термінів та величини напруги.

Електричні випробування електрозахисних засобів проводяться спеціально підготовленими працівниками. Кожний засіб захисту перед випробуваннями необхідно оглянути з метою перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційної поверхні, наявності номера. Випробування проводяться напругою змінного струму часто-

Таблиця 3.6

**Види, терміни та параметри експлуатаційних випробувань  
ізолювальних електрозахисних засобів \***

Тип електрозахисних засобів	Вид випробувань	Періодичність випробувань, міс	Параметри навантаження, кВ
Руковички діелектричні	електричні	66	
Взуття діелектричне	електричні	12/36	3,5/15
Діелектричні килимки	огляд	6	—
Діелектричні підставки	огляд	36	—
Ізольований інструмент з одношаровою ізоляцією	електричні	2	12
Ізольований інструмент з одношаровою ізоляцією	електричні	2	12
Штанги вимірювальні	діелектричні	12	2/3-кратна лінійна але і $\geq 40$ кВ в установках напругою 1–35 кВ; 3-кратна лінійна в установках напругою і і 110 кВ
Штанги оперативні	діелектричні	24	—
Електровимірювальні та ізолювані кліщі	діелектричні	24	2/3-кратна лінійна але і $\geq 40$ кВ в установках напругою 6–105 кВ; 3-кратна лінійна в установках напругою 35 кВ
Діелектричні штанги переносних заземлень	діелектричні	24	50 при напрузі мережі 110–220; 100 при напрузі мережі 300–500

\*В чисельнику величина випробувальної напруги при напрузі мережі до 1 кВ, в знаменнику — 1 кВ

тою 50 Гц при температурі повітря  $25 \pm 10^\circ\text{C}$  і регламентованій Правилами швидкості підвищення напруги. Результати випробувань оцінюються за величиною струму, що протікає через засоби захисту.

При позитивних результатах випробувань на засобах захисту представляється штамп, що відповідає інвентарному номеру засобу захисту, даті наступного випробування та граничній напрузі застосування. Штамп на засобах захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні рукавички, ізолювальний інструмент тощо), не містить величини напруги застосування. Результати випробувань засобів захисту оформлюються протоколом встановленої форми.

Електрозахисні засоби застосовуються в закритих електроустановках без будь-яких погодних обмежень, а у відкритих електроустановках і на повітряних лініях — тільки в суху погоду, за відсутності намокри, мряки, опадів.

Ізолювальні електрозахисні засоби необхідно застосовувати за їх прямим призначенням згідно з вимогами Правил і тільки за напруги, що не перевищує ту, на яку вони розраховані.

В електроустановках напругою від 1 до 35 кВ ізолювальні штанги (крім вимірювальних), переносні заземлення, штанги-пилососи, покажчики напруги, ізолювальні та вимірювальні кліщі застосовуються тільки в комплекті з додатковими засобами захисту — діелектричними рукавичками. При більших значеннях напруги застосування діелектричних рукавичок повинно регламентуватися інструкціями з експлуатації ізолювальних штанг.

При використанні ізолювальних електрозахисних засобів необхідно тримати їх за рукоятки до обмежувального кільця на них, на витягнутих руках, не допускати наближення ізолювальної частини цих засобів до струмовідних елементів інших фаз установки на небезпечну відстань, регламентовану Правилами безпечної експлуатації електроустановок.

У разі заміни запобіжників за допомогою ізолювальних кліщів крім діелектричних рукавичок необхідно застосовувати захисні окуляри.

Перед кожним застосуванням в електроустановках покажчиків напруги їх справність необхідно перевіряти на струмовідних частинах, які завідомо перебувають під напругою, користуючись при цьому діелектричними рукавичками. При перевірці справності однополюсних покажчиків напруги забороняється застосовувати діелектричні рукавички, що обумовлюється конструкцією і принципом роботи цих покажчиків.

Виконувати роботи в електроустановках з використанням діелектричних штанг, кліщів і подібних їм інших засобів захисту необхідно з землі, підлоги або безпечних стійких інвентарних конструкцій — ста-

ціонарних чи пересувних площадок, з драбин тощо, які за конструкцією мають відповідати чинним технічним умовам на їх виготовлення. Забороняється використовувати для таких цілей випадкові підручні засоби — ящики, бочки і т. ін.

**Система організаційно-технічних заходів і засобів.** Основні організаційно-технічні заходи і засоби щодо попередження електроtraвм регламентуються ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», якими відповідальність за організацію безпечної експлуатації електроустановок покладається на роботодавця.

Згідно з чинними вимогами роботодавець повинен:

- призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електроустановок (далі — відповідальний за електрогосподарство);
- створити і укомплектувати відповідно до потреб електротехнічну службу;
- розробити і затвердити посадові інструкції працівників електротехнічної служби та інструкції з безпечного виконання робіт в електроустановках з урахуванням їх особливостей;
- створити на підприємстві такі умови, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, відповідно до чинних вимог своєчасно здійснювали їх огляд, профілактичні, протиаварійні та приймально-здавальні випробування;
- забезпечити своєчасне навчання і перевірку знань працівників з питань електробезпеки.

На малих підприємствах за неможливості чи недоцільності створення електротехнічної служби власник, на договірних засадах, доручає електротехнічним службам споріднених підприємств або фізичним особам, які мають відповідну підготовку, забезпечення справного стану і безпечної експлуатації електроустановок.

Фахівці служби охорони праці зобов'язані контролювати безпечну експлуатацію електроустановок і повинні мати групу IV з електробезпеки.

Працівники, що обслуговують електроустановки повинні мати відповідну професійну підготовку, групу з електробезпеки, підтверджену посвідченням встановленої форми (I...V), і не мати медичних протипоказань і вікових обмежень щодо можливості виконання роботи в електроустановках.

Під час виконання службових обов'язків працівник повинен мати при собі посвідчення. За відсутності посвідчення або за прострочених термінів чергової перевірки знань працівник до роботи не допускається.



ся. Чергові перевірки знань працівників, що обслуговують електроустановки, проводяться кожні 12 місяців.

За вимогами і заходами безпеки роботи в електроустановках поділяються на три категорії:

- зі зняттям напруги;
- без зняття напруги на струмовідних частинах або поблизу них;
- без зняття напруги на безпечній відстані від струмовідних частин, що перебувають під напругою.

До робіт, що виконуються зі зняттям напруги, відносяться роботи, що проводяться в електроустановці, в якій зі струмовідних частин знято напругу і доступ в електроустановки, що перебувають під напругою, унеможливлено.

До робіт, що виконуються без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах або на відстанях від цих частин, менших безпечних.

До робіт без зняття напруги на безпечній відстані від струмовідних частин, що перебувають під напругою, належать роботи, при виконанні яких випадкове наближення людей, інструменту чи механізмів на меншу за безпечну відстань до цих частин є неможливим.

Безпечні відстані від струмовідних частин, що перебувають під напругою, відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98 наведені в табл. 3.7.

*Таблиця 3.7*

**Безпечні відстані до струмовідних частин,  
що перебувають під напругою, м**

Напруга, кВ	Відстань від людини, інструментів, огорожень, не менше	Відстань від механізмів, не менше
До 1: на ПЛ в решті електроустановок	0,6 не нормується	1,0 1,0
6–35	0,6	1,0
110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5

Роботи в електроустановках за вимогами щодо організації їх безпечного виконання поділяються на такі, що виконуються:

- за нарядами-допусками;
- за розпорядженнями;
- в порядку поточної експлуатації.

Роботи, що виконуються за нарядами-допусками, оформлюються нарядом встановленої форми, в якому вказується місце робіт, їх обсяг, особи, відповідальні за безпечну організацію і виконання робіт, склад бригад та заходи безпеки.

Роботи, що виконуються за розпорядженнями, реєструються в спеціальному журналі. При цьому встановлюється час виконання робіт, їх характер і організаційно-технічні заходи безпеки відповідно до чинних вимог.

Роботи, що виконуються в порядку поточної експлуатації, реєструються в журналі реєстрації цих робіт.

На підприємствах наказом затверджується перелік робіт, які виконуються за нарядами, за розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації і призначаються особи, відповідальні за безпечну організацію і безпечне виконання цих робіт.

Під час виконання робіт за нарядами-допусками і розпорядженнями такими особами є:

- ◆ працівник, який видає наряд чи розпорядження;
- ◆ працівник, який дає дозвіл на підготовку робочого місця;
- ◆ працівник, який готує робоче місце;
- ◆ працівник, який допускає до роботи;
- ◆ керівник робіт;
- ◆ працівник, який наглядає за безпечним виконанням робіт;
- ◆ члени бригади.

ДНАОП 0.00-1.21-98 регламентує вимоги щодо обов'язків, рівня професійної підготовки зазначених вище працівників, їх групи з електробезпеки та заходи і засоби безпечного виконання робіт в електроустановках залежно від їх особливостей.

### **3.5.11. Опосвідчення стану безпеки та експертиза електроустановок споживачів**

Опосвідчення стану безпеки електроустановок — офіційне визначення стану безпеки і умов подальшої експлуатації електроустановок.

Процедура опосвідчення діючих електроустановок напругою до 220 кВ регламентується ДНАОП 0.00-8.19-99 «Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів». Опосвідчення елек-

троустановок здійснюється відповідно до вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Опосвідченню, відповідно до вимог ДНАОП 0.00-8.19-99, підлягають всі діючі електроустановки незалежно від форм власності за винятком електроустановок вантажопідіймальних кранів, ліфтів, шахтних електроустановок, електроустановок суто технологічного призначення (електропечі, електролізні установки тощо), електроустановок рухомих транспортних засобів, електричних станцій і теплових мереж.

Мета опосвідчення електроустановок — перевірка відповідності фактичного стану безпеки електроустановок вимогам чинних нормативів, відповідності їх експлуатації вимогам безпеки, наявності та стану техніко-експлуатаційної документації, визначення електроустановок, що вичерпали свій ресурс.

Відповідно до наведеного вище, опосвідчення електроустановок включає:

- перевірку наявності та стану документації відповідно до вимог Правил технічної експлуатації електроустановок;
- обстеження електроустановок та проведення необхідних профілактичних випробувань;
- аналіз результатів обстеження на відповідність експлуатації електроустановок вимогам безпеки;
- виявлення електроустановок, що вичерпали свій ресурс.

Опосвідчення електроустановок проводиться одночасно для підприємства в цілому або окремо по електроустановках підприємства комісією в складі керівника підприємства, особи, відповідальної за електрогосподарство, і керівника служби охорони праці.

За результатами опосвідчення електроустановок складається протокол перевірки стану безпеки електроустановок встановленої форми, який завіряється особою, відповідальною за електрогосподарство, та акт опосвідчення стану безпеки електроустановок за формою, яка визначається Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

**Експертиза електроустановок** — офіційне підтвердження фактичних значень параметрів безпеки, їх відповідності вимогам нормативної документації та визначення можливості безпечної експлуатації електроустановок.

Процедура проведення експертизи діючих стаціонарних електроустановок напругою до 220 кВ включно, що вичерпали свій ресурс, у тому числі і генерувальних електроустановок, які перебувають на балансі споживача, визначаються ДНАОП 0.00-8.20-99 «Порядок про-

ведення експертизи електроустановок споживачів». Вимоги ДНАОП 0.00-8.20-99 є обов'язковими для організацій, які проводять експертизу електроустановок за винятком електричних і теплових мереж Міненерго.

Метою експертизи електроустановок є визначення:

- стану відповідності параметрів електрообладнання нормативним значенням;
- місць та причин псування електрообладнання;
- можливого додаткового ресурсу експлуатації електроустановок до виведення в ремонт чи списання;

- електрообладнання, що не відповідає сучасним вимогам безпеки.

Експертиза електроустановок здійснюється експертно-технічними центрами Держнаглядохоронпраці України або спеціалізованими організаціями, уповноваженими Держнаглядохоронпраці.

Фахівці, які проводять експертизу електроустановок, повинні пройти навчання і перевірку знань відповідно до вимог ДНАОП 0.00-8.20-99.

Експертні організації за заявками власників проводять експертизу електроустановок, яка включає:

- ознайомлення з проектною, будівельно-монтажною та експлуатаційною документацією;

- зовнішній огляд стану електроустановки;
- фіксування режиму роботи електроустановки;
- технічне діагностування електроустановки;
- оформлення результатів експертизи.

За результатами експертизи приймаються рішення про відповідність установки нормам безпеки та про терміни чергової експертизи (але не раніше ніж через три роки), оформлюються протоколи вимірювань і випробувань, проведені, у разі потреби, розрахунки, експертний висновок за встановленою формою.

### **3.6. ГАЗОНЕБЕЗПЕЧНІ РОБОТИ**

Згідно з «Типовой инструкцией по организации безопасного проведения газоопасных работ» до газонебезпечних робіт відносяться роботи пов'язані з оглядом, очищенням, ремонтом, розгерметизацією технологічного обладнання, комунікацій, роботи всередині ємностей (апаратів, барабанів котлів, теплообмінників, печей, реакторів, резервуарів, цистерн, іншого подібного обладнання, колекторів, цистерн, тунелів, колодязів, приямків і т. ін.), при виконанні яких має місце або

не виключена можливість виділення в робочу зону речовин, що може призвести до вибуху, пожежі, шкідливої дії на організм людини, до небезпечного зниження вмісту кисню в робочій зоні (менше 20% об'ємних).

Особливістю газонебезпечних робіт є те, що опинившись за нечіткого дотримання вимог безпеки у загазоване середовище, працівник може раптово втрачати свідомість. В таких ситуаціях зазвичай поспішні, невмілі та з порушеннями вимог безпеки дії по спасінню потерпілого нерідко закінчуються груповими смертельними нещасними випадками, а самі рятувальники опиняються в положенні потерпілого. Тому газонебезпечні роботи повинні проводитись тільки у випадках, коли їх неможливо виконати без участі людини, а на підприємстві мають здійснюватись систематичні заходи щодо скорочення кількості газонебезпечних робіт.

За вимогами безпеки газонебезпечні роботи поділяються на такі, що виконуються: за нарядами-допусками; без оформлення нарядів-допусків але з обов'язковою реєстрацією в спеціальному журналі; у зв'язку з ліквідацією або локалізацією можливих аварійних ситуацій і аварій. Перелік таких робіт, можливі шкідливі і небезпечні чинники, категорії виконавців та основні заходи безпеки, затверджуються наказом по підприємству.

До виконання газонебезпечних робіт допускаються особи віком не менше 18 років, які пройшли в установленому порядку медичний огляд, навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт, користування засобами захисту та надання першої допомоги потерпілим. Особи, що залучаються до газонебезпечних робіт, виконання яких потребує застосування ізолюючих апаратів захисту органів дихання, повинні пройти спеціальне навчання.

Газонебезпечні роботи, що виконуються за нарядами-допусками або реєстрацією в журналі обліку, включають два етапи:

- підготовка об'єкту до проведення газонебезпечної роботи;
- безпосереднє проведення газонебезпечної роботи.

Особи відповідальні за підготовку і проведення газонебезпечних робіт призначаються розпорядженням керівника відповідального структурного підрозділу підприємства або керівника самого підприємства.

Контроль за організацією газонебезпечних робіт здійснюють газорятувальна служба і служба охорони праці підприємства відповідно до своїх функцій.

Порядок оформлення документації на проведення газонебезпечних робіт регламентуються зазначеною вище «Типовою інструкцією...»

При підготовці об'єкта до проведення газонебезпечних робіт здійснюється весь комплекс підготовчих заходів, передбачених нарядом-допуском і відповідними інструкціями – технологічними і з охорони праці в тому числі: необхідні відключення обладнання від технологічних комплексів, зняття тиску, видалення шкідливих і вибухонебезпечних продуктів, виключення можливих джерел іскроутворення, позначення або огороження можливих газонебезпечних зон, виставлення постів, відключення видимим розривом електропроводів рухомих механізмів, відділення електроприводів від цих механізмів, вивішування плакатів безпеки тощо.

Перед початком виконання газонебезпечної роботи необхідно:

- ◆ провести лабораторний чи експрес-аналіз стану повітряного середовища на вміст кисню, шкідливих або вибухонебезпечних речовин;
- ◆ перевірити наявність і придатність засобів захисту працюючих, інструментів, пристосувань та інших засобів забезпечення безпеки працюючих;
- ◆ провести інструктаж і перевірити знання виконавців газонебезпечних робіт щодо уміння користуватись засобами захисту та надавати допомогу потерпілим. Про виконання зазначених заходів безпеки робляться відповідні записи до наряду-допуску.

Виконувати газонебезпечні роботи необхідно бригадою у складі не менше 2-х осіб, забезпечених необхідними засобами захисту, спецодягом, спецвзуттям, інструментами тощо. Безпосередньо перед допуском до роботи відповідальний за безпечне її виконання опитує кожного виконавця про самопочуття і повідомляє про готовність починати роботу служби газорятувальну і охорони праці. Без згоди цих служб починати газонебезпечні роботи забороняється. Входити до газонебезпечної зони можливо тільки з дозволу відповідального за безпечне виконання робіт і у відповідних засобах захисту.

Газонебезпечні роботи, пов'язані з можливим виділенням вибухонебезпечних речовин, повинні виконуватись із застосуванням інструментів, пристроїв, спецодягу і спецвзуття, використання яких не призводить до утворення іскор.

Засоби індивідуального захисту органів дихання і тривалість роботи в них повинні відповідати стандартам і технічним умовам. Зокрема термін разового перебування працюючого у шланговому протигазі визначається нарядом-допуском але не повинен перевищувати 30 хвилин.

При виконанні робіт в технологічних ємностях, останні повинні бути звільнені від речовин, що в них знаходились, відключені від діючого обладнання і систем трубопроводів за допомогою стандартних

заглушок і залежно від властивостей продуктів, що в них знаходились, промиті, пропарені гострою парою, продукті інертним газом чи чистим повітрям. Нагріті ємності перед спуском у них людей мають бути охолоджені до температури не більше 30<sup>0</sup>С. За необхідності проведення таких робіт при більш високих температурах вживаються додаткові заходи – обдув свіжим повітрям, спецодягом, обмеження терміну перебування в ємності і т. п.

Для виконання робіт всередині ємностей призначається бригада у складі не менше двох осіб – працюючий і спостерігаючий. Якщо для виконання робіт в ємності необхідне одночасне перебування більше однієї особи, то на кожного працюючого повинно бути не менш одного спостерігаючого. Під час проведення робіт всередині ємності спостерігаючий повинен знаходитися біля отвору ємності у такому ж спорядженні, що і працюючий і мати біля себе ізолюючий протигаз, підготовлений до використання. При відсутності зорового зв'язку між працюючим і спостерігаючим повинна бути встановлена система зв'язку між ними за допомогою сигнально-рятувальної вірвовки, тощо.

Перед спуском працівника в ємність на нього необхідне одіти рятувальний пояс з сигнально-рятувальною вірвовкою, а за потреби інші засоби захисту, у тому числі і органів дихання.

Для захисту органів дихання працюючих всередині ємності повинні використовуватись шлангові або киснево-ізолюючі протигazi або повітряні ізолюючі апарати. Робота всередині ємності без засобів захисту органів дихання може бути дозволена керівництвом підприємства за умови, що концентрація парів і газів не перевищує ГДК, а об'ємний вміст кисню в повітрі не менше 20%.

Заходи забезпечення безпеки працівників всередині без засобів захисту органів дихання повинні передбачати:

- постійну подачу свіжого повітря у ємність;
- постійний контроль стану повітряного середовища у ємності;
- наявність у кожного працюючого і спостерігаючого шлангового протигазу в положенні «напоготові»;
- наявності у кожного працюючого в ємності рятувального пояса і сигнально-рятувальної вірвовки.

Якщо в діях працюючого всередині ємності спостерігаються відхилення від звичайної поведінки (млявість, спроби зняти маску протигазу) роботу слід негайно припинити, а працівника з ємності евакуювати.

Після закінчення робіт всередині ємності відповідальний за їх виконання перед закриттям люків повинен особисто переконатися у відсутності в ємності людей, інструменту та сторонніх предметів і зробити про це до наряду-допуску.

Проведення робіт в колодязях, каналізаційних мережах, тунелях і подібних спорудах необхідно погоджувати з керівниками об'єктів, технологічно зв'язаних з перерахованими спорудами. На період виконання робіт відкриті люки колодязів мають бути огорожені, а в нічні години – освічені.

Робота всередині колодязів, колекторів, у тунелях і траншеях без засобів захисту органів дихання забороняється.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ**

### **До гл. 3.1**

1. Загальні шляхи забезпечення безпеки виробничого обладнання.
2. Вимоги безпеки щодо конструкційних матеріалів, небезпечних зон, зажимних, вантажозахоплювальних і вантажопідіймальних пристроїв.
3. Основні заходи щодо впливу виробничого обладнання на виробниче середовище за чинниками повітря робочої зони, шум, вібрація і т. ін.
4. Конструкція робочого місця, органів управління, засобів відображення інформації як чинники рівня безпеки.
5. Вимоги безпеки до системи управління виробничим обладнанням.
6. Які засоби захисту повинні передбачатися в конструкції виробничого обладнання?
7. Основні вимоги безпеки до технологічних процесів.
8. Виробничі будівлі для реалізації технологічних процесів та розміщення виробничого обладнання, зони обслуговування.
9. Вимоги безпеки до виробничого персоналу з урахуванням особливостей технологічного процесу.

### **До гл. 3.2**

1. Вимоги безпеки до проектування, виготовлення, монтажу, ремонту та налагодження посудин, що працюють під тиском.
2. Контроль якості елементів і зварних з'єднань посудин, що працюють під тиском, при їх виготовленні.
3. Гідравлічні випробування посудин, що працюють під тиском.
4. Арматура, контрольно-вимірювальні і запобіжні пристрої посудин, що працюють під тиском.



5. Розміщення посудин, що працюють під тиском.
6. Реєстрація і технічне опосвідчення посудин, що працюють під тиском.
7. Пуск в експлуатацію і організація безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.
8. Вимоги щодо безпечної експлуатації балонів для стиснутих і зріджених газів.
9. Технічне опосвідчення балонів — первинне і періодичне.
10. Заповнення балонів і допустиме їх опорожнення як чинники безпеки.
11. Вимоги безпеки до проектування, виготовлення, монтажу, ремонту та налагодження парових і водогрійних котлів.
12. Конструкція і розміщення парових і водогрійних котлів.
13. Вимоги безпеки до арматури, контрольно-вимірювальних і запобіжних пристроїв парових і водогрійних котлів.
14. Контроль якості при виготовленні парових і водогрійних котлів.
15. Вимоги безпеки до будівель для розміщення парових і водогрійних котлів.
16. Реєстрація і технічне опосвідчення парових і водогрійних котлів.
17. Організація безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів.
18. Запобіжні клапани парових і водогрійних котлів, типи, перевірка їх працездатності.

### До гл. 3.3

19. Небезпечні чинники, пов'язані з використанням засобів криогенної техніки.
20. Захист від опіків та обморожувань при експлуатації засобів криогенної техніки.
21. Засоби захисту від термічних деформацій та перевищення тиску при експлуатації засобів криогенної техніки.
22. Вимоги безпеки до очищення засобів криогенної техніки при їх заповненні.

### До гл. 3.4

1. Загальні вимоги безпеки до організації вантажно-розвантажувальних робіт.
2. Вимоги безпеки до проектування, виготовлення, монтажу та ремонту вантажопідіймальних кранів.
3. Попередні, приймальні та приймально-здавальні випробування вантажопідіймальних кранів.

4. Прилади та пристрої безпеки вантажопідіймальних кранів з машинним приводом.
5. Загальні вимоги безпеки до канатів вантажопідіймальних кранів і строп.
6. Вимоги безпеки до знімних пристроїв для захоплювання вантажу.
7. Технічний огляд і реєстрація кранів до пуску в експлуатацію.
8. Технічні огляди вантажопідіймальних кранів до пуску в роботу (повні) і періодичні в процесі роботи (повні і часткові) та позачергові.
9. Реєстрація та пуск в роботу вантажопідіймальних кранів.
10. Організація безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

### **До гл. 3.5**

1. Основні чинні нормативні акти з електробезпеки.
2. Дія електричного струму на організм людини та види електротравм.
3. Які чинники впливають на тяжкість ураження електричним струмом.
4. Як визначити категорію приміщень за небезпекою електротравм.
5. Характер розподілу потенціалів на поверхні землі в зоні розтікання струму та напруга кроку.
6. Небезпека ураження людини електричним струмом в мережах, ізольованих від землі.
7. Що небезпечніше і чому: доторкання людини до «здорової фази» за наявності пошкодженої чи до пошкодженої фази в мережах, ізольованих від землі.
8. Проаналізувати небезпеку ураження людини електричним струмом в мережі з глухозаземленою нейтраллю.
9. Дати порівняльну оцінку небезпеки ураження людини електричним струмом у разі попадання людини під напругу в мережі, ізольованій від землі, та з глухозаземленою нейтраллю.
10. Перерахувати основні технічні рішення забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок.
11. Застосування понижених напруг, понижуючі і розділяючі трансформатори.
12. Вирівнювання потенціалів як засіб забезпечення електробезпеки.
13. Основні заходи попередження електротравм при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні частини електроустановок.
14. Захисне заземлення: визначення, принципова схема, дві функції.
15. Електроустановки, які підлягають заземленню.
16. Від чого залежить ефективність захисного заземлення, допу-

стимий опір заземлюючого пристрою залежно від величини напруги, підключеної потужності та режиму нейтралі мережі?

17. Занулення, принципова схема, сфера застосування, заходи щодо забезпечення ефективного захисту.

18. Нульовий робочий і нульовий захисний провідник у мережах з глухозаземленою нейтраллю — застосування та вимоги безпеки.

19. Перерахувати обов'язки роботодавців щодо організації безпечної експлуатації електроустановок.

20. Групи робіт в електроустановках щодо організації їх безпечного виконання.

21. Особи, відповідальні за організацію безпечного виконання робіт за нарядами-допусками та розпорядженнями.

22. Категорії робіт в електроустановках щодо небезпеки їх виконання.

23. Вимоги безпеки до підготовки робочого місця при виконанні робіт в електроустановках напругою до 1000 В із зняттям напруги.

24. Вимоги безпеки до підготовки робочого місця під час виконання робіт в електроустановках напругою понад 1000 В із зняттям напруги.

25. Організація безпечного виконання робіт в електроустановках без зняття напруги.

26. Вимоги безпеки до персоналу, обслуговуючого електроустановки, групи з електробезпеки, навчання та перевірка знань.

## ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ. ЗНАННЯ І УМІННЯ

*Лабораторні роботи:* 1. Дослідження небезпеки ураження електричним струмом у електромережах, ізольованих від землі та з глухо заземленою нейтраллю; 2. Дослідження ефективності захисного заземлення, занулення; 3. Дослідження крокової напруги.

### **Знання:**

- складові безпеки технологічного процесу;
- складові безпеки виробничого обладнання;
- загальні вимоги безпеки до систем, що працюють під тиском;
- запобіжні засоби і контрольні прилади систем, що працюють під тиском;
- технічне опосвідчення систем, що працюють під тиском;
- організація безпечного проведення вантажно-розвантажувальних робіт;
- значення питань електробезпеки;

- фактори, що впливають на характер ураження електричним струмом;
  - порогові значення струму за дією на організм людини;
  - види електротравм;
  - причини електротравм;
  - класифікація приміщень за небезпекою ураження електричним струмом;
  - системи заходів безпечної експлуатації електроустановок;
  - засоби попередження електротравм від дотику до струмовідних частин;
  - захисне заземлення електроустановок, захисне відключення, занулення, їх призначення;
  - електрозахисні засоби, класифікація, перелік;
  - вимоги до організації безпечного проведення робіт в електроустановках;
  - надання першої допомоги при ураженні електричним струмом;
- Уміння:**
- ◆ оцінити безпеку технологічного обладнання за окремими чинниками;
  - ◆ оцінити безпеку виробничих процесів за окремими чинниками;
  - ◆ сформулювати загальні вимоги безпеки до систем, що працюють під тиском;
  - ◆ вибрати тип запобіжного клапана залежно від умов експлуатації та параметрів систем, що працюють під тиском;
  - ◆ оцінити відповідність вантажопідіймальних пристроїв вимогам безпеки;
  - ◆ визначити категорію приміщення за небезпекою ураження електричним струмом;
  - ◆ вибрати заходи попередження електротравматизму при переході напруги на нормальнеструмовідні частини;
  - ◆ надати лікарську допомогу при електричних ударах.

## Розділ 4. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

### 4.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ЗНАЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

#### 4.1.1. Основні терміни та визначення

Вогонь, що вийшов із-під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

**Пожежа** – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі.

Залежно від розмірів матеріальних збитків пожежі поділяються на особливо великі (коли збитки становлять від 10000 і більше розмірів мінімальної заробітної плати), великі (збитки сягають від 1000 до 10000 розмірів мінімальної заробітної плати) та інші. Проте наслідки пожеж не обмежуються суто матеріальними втратами, пов'язаними зі знищенням або пошкодженням основних виробничих та невиробничих фондів, товарно-матеріальних цінностей, особистого майна населення, витратами на ліквідацію пожежі та її наслідків, на компенсацію постраждалим і т. ін. Найвідчутнішими, безперечно, є соціальні наслідки, які, передусім, пов'язуються з загибеллю і травмуванням людей, а також пошкодженням їх фізичного та психологічного стану, зростанням захворюваності населення, підвищенням соціальної напруги у суспільстві внаслідок втрати житлового фонду, позбавленням робочих місць тощо.

Не слід забувати й про екологічні наслідки пожеж, до яких, у першу чергу, можна віднести забруднення навколишнього середовища продуктами горіння, засобами пожежогасіння та пошкодженими матеріалами, руйнування озонового шару, втрати атмосферою кисню, теплове забруднення, посилення парникового ефекту, тощо.

Цілком природно, що існує безпосередня зацікавленість у зниженні вірогідності виникнення пожеж і зменшенні шкоди від них. Досягнення цієї мети є досить актуальним і складним соціально-економічним завданням, вирішенню якого повинні сприяти системи пожежної безпеки.

**Пожежна безпека об'єкта** – стан об'єкта, за яким з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти

повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів. До таких факторів, згідно ГОСТ 12.1.004-91, належать: полум'я та іскри; підвищена температура навколишнього середовища; токсичні продукти горіння й термічного розкладу матеріалів, речовин; дим; знижена концентрація кисню.

Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються: уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті із зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з переходом напруги на струмопровідні елементи будівельних конструкцій, апаратів, агрегатів внаслідок пошкодження ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів, пов'язаних з пожежами; вогнегасні речовини.

#### **4.1.2. Сучасний стан і рівень пожежної безпеки в Україні. Причини та наслідки пожеж**

Незважаючи на те, що за останні 9–10 років в Україні намітилась тенденція до зниження кількості пожеж, в цілому ця проблема залишається дуже гострою. Наприклад, у порівнянні з періодом середини 80-х років, річна кількість пожеж сьогодні майже втричі вища і коливається в межах 40000–50000. Кількість загиблих становить 2500–3500 людей на рік, серед них 120–150 дітей. Щодня в країні виникає, в середньому, біля 130 пожеж, на яких гине 7–10, отримує травми 140–150 чоловік. Збитки від пожеж складають понад 2,0 млрд. грн. на рік.

Найпоширенішими причинами пожеж в Україні є: необережне поводження з вогнем (понад 57%); порушення правил монтажу та експлуатації електроприладів (20–25%); порушення правил монтажу та експлуатації приладів опалення (8–10%); пустощі дітей з вогнем (4–5%); підпали (2–4%); невстановлені та інші (1–3%). Слід особливо підкреслити, що абсолютна більшість пожеж (99%) виникає безпосередньо з вини людей. З них 70–80% трапляється у житловому секторі, 3–4% – у промисловості, 1–2% на будівництві, 1–2% – у сільському господарстві, 2–3% на об'єктах торгівлі та складах, 1–3% – у місцях масового перебування людей.

Хоча відсоток пожеж за кількістю у промисловості відносно невеликий, масштаб їх руйнівних наслідків є значно вищим. Саме вони, створюючи загрозу життю і здоров'ю робітникам та мешканцям прилеглих територій, як правило, призводять до величезних матеріальних збитків, завдають шкоду навколишньому середовищу і можуть

бути причиною екологічних катастроф. До основних причин пожеж на виробництві слід віднести: порушення правил монтажу та експлуатації електроустановок (25–30%); необережне поводження з вогнем (25–35%); порушення технологічного процесу виробництва (до 10%); порушення правил пожежної безпеки при електрогазозварюванні та різанні металів, паяльних роботах, розігріванні бітуму та проведенні інших видів вогневих робіт (10–12%); порушення правил монтажу та експлуатації приладів опалення (4–6%); іскри теплового та механічного походження (до 2%); підпали (2–3%); інші причини (до 2%).

Наведені дані свідчать, що стан і рівень пожежної безпеки в Україні взагалі, і у промисловості, зокрема, які в значній мірі обумовлені складним соціально-економічним становищем держави, слабкою профілактичною роботою щодо запобігання пожеж, недостатньою участю в справі пожежної безпеки місцевих органів самоврядування та громадських об'єднань, потребують негайного і суттєвого покращання. Тому, поряд зі збільшенням фінансування та підвищенням організаційного рівня пожежної безпеки, необхідний постійний пошук нових, більш ефективних шляхів вирішення цієї проблеми.

## **4.2. СКЛАДОВІ ТА ЗАГАЛЬНА СХЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

### **4.2.1. Концептуальні основи пожежної безпеки**

**Система пожежної безпеки** – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою вказаних систем, згідно з ГОСТ 12.1.004-91, не повинен бути меншим за 0,999999 відвернення впливу небезпечних факторів на рік із розрахунку на кожну людину, а допустимий рівень пожежної небезпеки для людей має бути не більше  $10^{-6}$  впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення, на рік із розрахунку на кожну людину.

Рівень забезпечення пожежної безпеки являє собою також кількісну оцінку запобігання збиткам при можливій пожежі.

Об'єкти, пожежі на яких можуть призвести до загибелі або масового ураження людей небезпечними факторами пожежі та їх вторинни-

ми проявами, а також до значного пошкодження матеріальних цінностей, повинні мати системи пожежної безпеки, що забезпечують мінімальну можливу імовірність виникнення пожежі. Конкретні значення такої імовірності визначаються проектувальниками та технологами.

#### **4.2.2. Вихідні дані і шляхи забезпечення пожежної безпеки об'єкта**

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі – обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Основними вихідними даними при розробці комплексу технічних і організаційних рішень щодо забезпечення потрібного рівня пожежної безпеки в кожному конкретному випадку є чинна законодавча і нормативно-технічна база з питань пожежної безпеки, вибухопожежонебезпечні властивості матеріалів і речовин, що застосовуються у виробничому циклі, кількість вибухопожежонебезпечних матеріалів і речовин і особливості виробництва. На основі цих вихідних даних визначаються такі критерії вибухопожежонебезпечності об'єкта, як категорії приміщень і будівель за вибуховою і пожежною небезпекою, а також класи вибухонебезпечних зон в приміщеннях і поза ними. Саме залежно від категорії приміщень і будівель та класу зон за вибухопожежною небезпекою, відповідно до вимог чинних нормативів, розробляються технічні та організаційні заходи і засоби забезпечення вибухопожежної безпеки об'єкта.

На рис. 4.1, для більшої наочності, у вигляді блок-схеми наведена загальна послідовність вирішення питань щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта. Як видно зі схеми, основою для розробки технічних (щодо попередження пожежі та протипожежного захисту) і організаційних рішень систем пожежної безпеки є результати ґрунтовного аналізу пожежної небезпеки об'єкта, з визначенням відповідних формалізованих показників.

Характеристика окремих елементів цієї схеми і їх змістовне наповнення більш детально розглядаються в наступній частині цього розділу.



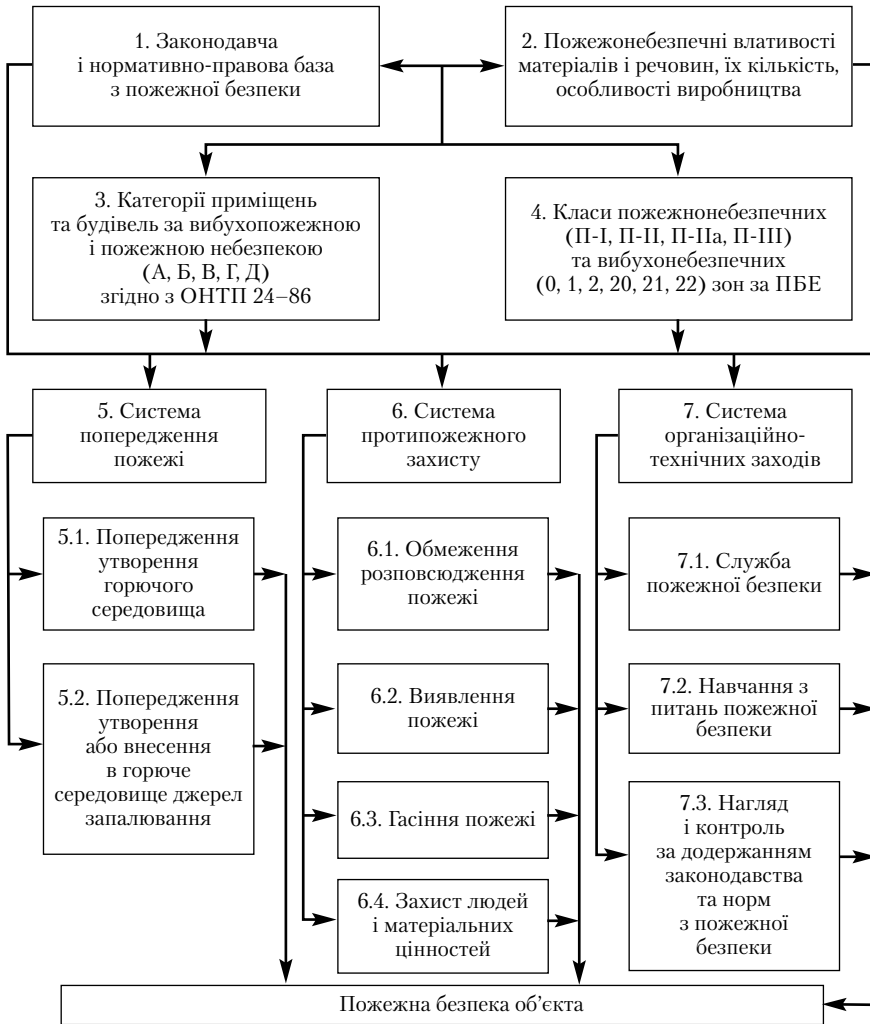


Рис. 4.1. Блок-схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта

## 4.3. ЗАКОНОДАВЧА І НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

### 4.3.1. Загальна характеристика законодавчої і нормативно-правової бази України про пожежну безпеку

Забезпечення пожежної безпеки – невід’ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров’я людей, національного багатства і навколишнього природного середовища. Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України «Про пожежну безпеку» та інші закони України, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента України, декрети, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Відповідно до Державної програми забезпечення пожежної безпеки на 1995 – 2000 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 03.04.95 № 238, та згідно з Положенням про порядок розроблення, затвердження, перегляду, скасування та реєстрації нормативних актів з питань пожежної безпеки, затвердженим наказом МВС України 04.12.96 № 833, створено Державний реєстр нормативних актів з питань пожежної безпеки, до якого включено біля 360 найменувань документів різних рівнів та видів.

За рівнем прийняття і дії реєстр виділяє 8 груп таких актів:

1. **Загальнодержавні акти.** До них відносяться: «Закон України про пожежну безпеку», від 17.12.93; НАПБ А.01.001–95 «Правила пожежної безпеки в Україні», від 14.06.95, та «Правила пожарной безопасности в лесах СССР», від 18.06.71.

2. **Міжгалузеві акти.** До документів цього типу віднесено 42 нормативні акти з пожежної безпеки. До цих актів, зокрема, увійшли НАПБ Б.02.001–94 «Положення про державну пожежну охорону», НАПБ Б.07.001–94 «Перелік посад, при призначенні на які особи зобов’язані проходити навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки та порядок його організації», а також інші правила, положення, інструкції та настанови, що окреслюють загальні вимоги пожежної безпеки, обов’язкові для виконання в усіх галузях виробничого та невиробничого середовища. До цієї ж групи входить дуже важливий нормативний акт, який використовується для визначення рівня пожежної небезпеки об’єкта НАПБ Б.07.005–86 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности» ОНТП 24–86 (див. блок 3 рис. 4.1).

3. **Галузеві нормативні акти.** Вимоги цієї групи документів з пожежної безпеки розповсюджуються на окрему галузь. В реєстрі нараховується 109 таких нормативних актів.

Серед них:

- НАПБ В.01.033–86/140 «Правила пожарной безопасности для предприятий электронной промышленности»;
- НАПБ В.01–034–99/111 «Правила пожарной безопасности в компаниях, на предприятиях та в организациях энергетичної галузі України»;
- НАПБ В.01.047–95/930 «Правила пожарной безопасности для закладів, підприємств та організацій культури».

4. **Нормативні акти міністерств, інших центральних органів виконавчої влади**, дія яких поширюється на підпорядковані їм підприємства, установи, організації. У цьому розділі 102 документи.

5. Міждержавні стандарти з питань пожежної безпеки. До них відносяться деякі стандарти системи стандартів безпеки праці СРСР, а також галузеві стандарти СРСР (ГОСТы), які стосуються пожежної безпеки. Всього до цієї групи належать 46 стандартів, серед яких:

- ГОСТ 12.004 – 91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.1.010 – 76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.4.009 – 83 ССБТ «Пожарная техника для защиты объектов.

Основные виды. Размещение и обслуживание»;

- ГОСТ 12.1.044–89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.

Номенклатура показателей и методы их определения», положення якого безпосередньо використовуються при аналізі рівня пожежної небезпеки об'єкта (див. блок 2 рис. 4.1).

6. **Державні стандарти України (ДСТУ) з питань пожежної безпеки**. Ця група нараховує біля 20 стандартів, у тому числі ДСТУ 2272-93 «Пожежна безпека. Терміни та визначення», а також стандарти на окремі види обладнання для пожежогасіння.

7. **Галузеві стандарти з питань пожежної безпеки** (усього 22 найменування) містять вимоги та технічні умови щодо окремих видів обладнання, яке застосовується для попередження, перешкоди розповсюдженню, а також гасіння пожеж, які виникають у специфічних умовах конкретної галузі.

8. **Нормативні документи в галузі будівництва з питань пожежної безпеки**. Група нараховує 18 документів, серед яких: СНиП 2.01.02-85\* «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений»; СНиП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»; СНиП 2.04.09-84 «Противопожарная автоматика зданий и сооружений»;

- СТЭСЭВ 5062-85 «Пожарная безопасность в строительстве. Предел огнестойкости конструкций. Технические требования к печам» і т. ін.

Окрім документів, що увійшли до вищезгаданого реєстру нормативних актів з питань пожежної безпеки і безпосередньо стосуються тільки цих питань, існує ряд нормативних актів спеціального призначення, окремі розділи яких регламентують вимоги пожежної безпеки. Серед таких документів слід особливо відзначити ДНАОП 0.00-1.32-01 «Пра-

---

\* Замість СНиП 2.01.01-85 введено ДБН В.1.1.-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

вила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», які визначають класи пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон (див. блок 4, рис. 4.1) та вимоги до типу виконання електрообладнання, що має використовуватись у відповідних умовах.

### **4.3.2. Основні положення Закону України «Про пожежну безпеку»**

Закон України про пожежну безпеку визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Згідно Закону, забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій та підприємців, всього населення України. Це повинно бути відображено у трудових договорах (контрактах) та статутах підприємств, установ та організацій, посадових інструкціях, тощо.

Забезпечення пожежної безпеки підприємств, установ та організацій покладається на їх власників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Обов'язки підприємств, установ та організацій щодо забезпечення пожежної безпеки регламентовані статтею 5 Закону України «Про пожежну безпеку». Власники підприємств, установ та організацій або уповноважені ними органи (далі – власники), а також орендарі зобов'язані: забезпечувати дотримання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, виконувати вимоги приписів і постанов органів державного пожежного нагляду.

Підприємства, установи та організації незалежно від форм власності, які виробляють продукцію протипожежного призначення та надають послуги, пов'язані з запобіганням або ліквідацією пожеж, звільняються від сплати податків на прибуток у межах обсягу виконаних робіт.

Підприємства, установи та організації, які мають або утримують пожежні команди з виїзною пожежною технікою, частково звільняються від сплати податків на прибуток (50 відсотків коштів, що витрачаються на утримання цих команд).

На підприємстві, в установі та організації з кількістю працюючих 50 і більше чоловік рішенням трудового колективу може створюватися пожежно-технічна комісія. У виняткових випадках її функції може виконувати комісія з охорони праці.

Закон відводить важливе значення у справі попередження пожеж і мінімізації їх наслідків навчання працівників, всього населення України з питань пожежної безпеки. Навчальні плани загальноосвітніх і професійних навчально-виховних закладів, вищих навчальних закладів, навчальних закладів

підвищення кваліфікації і перепідготовки кадрів повинні передбачати вивчення правил пожежної безпеки.

Усі працівники під час прийняття на роботу і щорічно за місцем роботи проходять інструктажі з питань пожежної безпеки відповідно до чинних нормативів. Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (1 раз на 3 роки) проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань пожежної безпеки, забороняється.

Дотримання вимог пожежної безпеки при проектуванні, будівництві та реконструкції об'єктів виробничого та іншого призначення регулюються статтею 10 Закону.

Виробничі, жилі, інші будівлі та споруди, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію після завершення будівництва або реконструкції, технічного переоснащення, технологічні процеси та продукція повинні відповідати вимогам нормативних актів з пожежної безпеки.

Забороняється будівництво, реконструкція, технічне переоснащення об'єктів виробничого та іншого призначення, впровадження нових технологій, випуск пожежонебезпечної продукції без попередньої експертизи (перевірки) проектної та іншої документації на відповідність нормативним актам з пожежної безпеки. Фінансування цих робіт може проводитися лише після одержання позитивних результатів експертизи.

Введення в експлуатацію нових і реконструйованих виробничих, житлових та інших об'єктів, впровадження нових технологій, передача у виробництво зразків нових пожежонебезпечних машин, механізмів, устаткування та продукції, оренда будь-яких приміщень без дозволу органів державного пожежного нагляду забороняються.

Проектні організації зобов'язані здійснювати авторський нагляд за дотриманням проектних рішень з пожежної безпеки при будівництві, реконструкції, технічному переоснащенні та експлуатації запроектованих ними об'єктів.

Машини, механізми, устаткування, транспортні засоби і технологічні процеси, що впроваджуються у виробництво, а також продукція, в стандартах на які є вимоги пожежної безпеки, повинні мати сертифікат, що засвідчує безпеку їх використання, виданий у встановленому порядку.

Новостворені підприємства починають свою діяльність після отримання на це дозволу в органах державного пожежного нагляду.

Експертиза проектів щодо пожежної безпеки та видача дозволу на початок роботи підприємства здійснюється органами державного пожежного нагляду в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України. Ці органи також беруть участь у прийнятті об'єктів в експлуатацію.

Придбані за кордоном машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, технологічне обладнання вводяться в експлуатацію лише за умови відповідності їх вимогам нормативних актів, що діють в Україні.

Забороняється застосування в будівництві та виробництві матеріалів і речовин, на які немає даних щодо пожежної безпеки.

Проектування, реконструкція, технічне переоснащення та будівництво об'єктів, що здійснюється іноземними фірмами, повинні відповідати чинним в Україні нормативним актам з питань пожежної безпеки.

З метою забезпечення належного рівня пожежної безпеки на підприємствах, в установах, організаціях і населених пунктах, нагляду за дотриманням вимог пожежної безпеки, гасіння пожеж, рятування людей та надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф і стихійного лиха Закон передбачає створення системи пожежної охорони, визначає її види, функції, структуру, обов'язки і права працівників формувань пожежної охорони

З метою об'єднання зусиль трудових колективів, вчених, фахівців пожежної охорони та окремих громадян у галузі забезпечення пожежної безпеки відповідно до Закону можуть створюватись асоціації, товариства, фонди та інші добровільні протипожежні об'єднання громадян, які здійснюють свою діяльність згідно з чинним законодавством України.

За порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки, створення перешкод в діяльності посадових осіб органів державного пожежного нагляду, та невиконання їх приписів винні в цьому посадові особи, інші працівники підприємств, установ, організацій та громадяни притягаються до відповідальності згідно з чинним законодавством, а підприємства, установи та організації можуть притягатися у судовому порядку до сплати штрафу. При цьому максимальний розмір штрафу юридичної особи не може перевищувати двох процентів місячного фонду заробітної плати підприємства, установи та організації. Розміри та порядок накладання штрафів визначаються чинним законодавством України. Кошти, одержані від застосування цих штрафних санкцій, спрямовуються до державного бюджету і використовуються для розвитку пожежної охорони та пропаганди протипожежних заходів.

Рішення про накладання штрафу оскаржуються у судовому порядку в місячний термін. Несплата штрафу протягом місяця після остаточного вирішення спору тягне за собою нарахування на суму штрафу пені в розмірі двох процентів за кожний день прострочення.

Підприємства, установи, організації та громадяни зобов'язані відшкодувати збитки, завдані у зв'язку з порушенням ними протипожежних вимог, відповідно до чинного законодавства.

Посадові особи та інші працівники, з вини яких підприємства, установи та організації понесли витрати, пов'язані з відшкодуванням завданих збитків, несуть відповідальність у порядку, встановленому чинним законодавством.

Громадський контроль за дотриманням вимог актів законодавства з питань пожежної безпеки здійснюється добровільними пожежними дружинами (командами) та протипожежними об'єднаннями громадян у межах їх компетенції.

## 4.4. ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ

### 4.4.1. Сутність та види горіння. Класи пожеж

Для кращого розуміння умов утворення горючого середовища, джерел запалювання, оцінки та попередження вибухопожежонебезпеки, а також вибору ефективних заходів і засобів систем пожежної безпеки, треба мати уявлення про природу процесу горіння, його форми та види.

**Горіння** – екзотермічна реакція окислення речовини, яка супроводжується виділенням диму та виникненням полум'я або світінням.

Для виникнення горіння необхідна одночасна наявність трьох чинників – горючої речовини, окисника та джерела запалювання. При цьому, горюча речовина та окисник повинні знаходитися в необхідному співвідношенні один до одного і утворювати таким чином горючу суміш, а джерело запалювання повинно мати певну енергію та температуру, достатню для початку реакції. Горючу суміш визначають терміном «горюче середовище». Це – середовище, що здатне самостійно горіти після видалення джерела запалювання. Для повного згорання необхідна присутність достатньої кількості кисню, щоб забезпечити повне перетворення речовини в його насичені оксиди. При недостатній кількості повітря окислюється тільки частина горючої речовини. Залишок розкладається з виділенням великої кількості диму. При цьому також утворюються токсичні речовини, серед яких найбільш розповсюджений продукт неповного згорання – оксид вуглецю (СО), який може призвести до отруєння людей. На пожежах, як правило, горіння відбувається за браком окисника, що серйозно ускладнює пожежогасіння внаслідок погіршення видимості або наявності токсичних речовин у повітряному середовищі.

Слід відмітити, що горіння деяких речовин (ацетилену, оксиду етилену, тощо), які здатні при розкладанні виділяти велику кількість тепла, можливе й за відсутності окисника.

Горіння може бути гомогенним та гетерогенним.

При гомогенному горінні речовини, що вступають в реакцію окислення, мають однаковий агрегатний стан – газо – чи пароподібний.

Якщо початкові речовини знаходяться в різних агрегатних станах і існує межа поділу фаз в горючій системі, то таке горіння називається гетерогенним.

Пожежі, переважно, характеризуються гетерогенним горінням.

У всіх випадках для горіння характерні три стадії: виникнення, поширення та згасання полум'я. Найбільш загальними властивостями горіння є здатність осередку полум'я пересуватися по всій горючій

суміші шляхом передачі тепла або дифузії активних часток із зони горіння в свіжу суміш. Звідси виникає й механізм поширення полум'я, відповідно тепловий та дифузійний. Горіння, як правило, проходить за комбінованим тепло – дифузійним механізмом.

За швидкістю поширення полум'я горіння поділяється на дефлаграційне, вибухове та детонаційне.

**Дефлаграційне горіння** – швидкість полум'я в межах декількох м/с.

**Вибухове** – надзвичайно швидке хімічне перетворення, що супроводжується виділенням енергії і утворенням стиснутих газів, здатних виконувати механічну роботу.

Ця робота може призводити до руйнувань, які виникають під час вибуху у зв'язку з утворенням ударної хвилі – раптового скачкоподібного зростання тиску. При цьому швидкість полум'я досягає сотень м/с.

**Детонаційне** – це горіння поширюється з надзвуковою швидкістю, що сягає кількох тисяч метрів за секунду.

Виникнення детонацій пояснюється стисненням, нагріванням та переміщенням незгорілої суміші перед фронтом полум'я, що призводить до прискорення поширення полум'я і виникнення в суміші ударної хвилі, завдяки якій і здійснюється передача теплоти в суміші.

За походженням та деякими зовнішніми особливостями розрізняють такі форми горіння:

*спалах* – швидке загоряння горючої суміші без утворення стиснутих газів, яке не переходить у стійке горіння;

*займання* – горіння, яке виникає під впливом джерела запалювання;

*спалахування* – займання, що супроводжується появою полум'я;

*самозаймання* – горіння, яке починається без впливу джерела запалювання;

*самоспалахування* – самозаймання, що супроводжується появою полум'я;

*тління* – горіння без випромінювання світла, що, як правило, розпізнається за появою диму.

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин і матеріалів, пожежі за ГОСТ 27331-87 поділяються на відповідні класи та підкласи:

**клас А** – горіння твердих речовин, що супроводжується (підклас А1) або не супроводжується (підклас А2) тлінням;

**клас В** – горіння рідких речовин, що не розчиняються (підклас В2) у воді;

**клас С** – горіння газів;

**клас Д** – горіння металів легких, за винятком лужних (підклас Д1), лужних (підклас Д2), а також металовмісних сполук (підклас Д3);

**клас Е** – горіння електроустановок під напругою.



#### 4.4.2. Показники пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів

Пожежовибухонебезпека речовин та матеріалів – це сукупність властивостей, які характеризують їх схильність до виникнення й поширення горіння, особливості горіння і здатність піддаватись гасінню загорянь. За цими показниками виділяють три групи горючості матеріалів і речовин: негорючі, важкогорючі та горючі.

**Негорючі** (неспалимі) – речовини та матеріали, що нездатні до горіння чи обуглювання у повітрі під впливом вогню або високої температури. Це матеріали мінерального походження та виготовлені на їх основі матеріали, – червона цегла, силікатна цегла, бетон, камінь, азбест, мінеральна вата, азбестовий цемент та інші матеріали, а також більшість металів. При цьому негорючі речовини можуть бути пожежонебезпечними, наприклад, речовини, що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою.

**Важкогорючі** (важко спалимі) – речовини та матеріали, що здатні спалахувати, тліти чи обуглюватись у повітрі від джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти чи обуглюватись після його видалення (матеріали, що містять спалимі та неспалимі компоненти, наприклад, деревина при глибокому просочуванні антипіренами, фіброліт і т. ін.);

**Горючі** (спалимі) – речовини та матеріали, що здатні самозайматися, а також спалахувати, тліти чи обуглюватися від джерела запалювання та самостійно горіти після його видалення.

У свою чергу, у групі горючих речовин та матеріалів виділяють легкозаймісті речовини та матеріали – це речовини та матеріали, що здатні займатися від короткочасної (до 30 с) дії джерела запалювання низької енергії.

З точки зору пожежної безпеки вирішальне значення мають показники пожежовибухонебезпечних властивостей горючих речовин і матеріалів. ГОСТ 12.1.044-89 передбачає понад 20 таких показників. Необхідний і достатній для оцінки пожежовибухонебезпеки конкретного об'єкта перелік цих показників залежить від агрегатного стану речовини, виду горіння (гомогенне чи гетерогенне) тощо і визначається фахівцями.

В таблиці 4.1 приведені дані щодо основних показників пожежонебезпечних властивостей речовин різного агрегатного стану, які використовуються при визначенні категорій вибухонебезпечності приміщень та вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон в приміщеннях і поза ними.

$t_{cn}$  – температура спалаху – це найменша температура речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюється

пара або газу, що здатні спалахувати від джерела запалювання, але швидкість їх утворення ще не достатня для стійкого горіння, тобто має місце тільки спалах – швидке згоряння горючої суміші, що не супроводжується утворенням стиснутих газів. Значення температури спалаху використовується для характеристики пожежної небезпеки рідин.

$t_{\text{займ}}$  – температура займання – це найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючу пару або газу з такою швидкістю, що після їх запалювання від зовнішнього джерела спостерігається спалахування – початок стійкого полуменевого горіння.

Температура спалаху та займання легко займистих рідин (ЛЗР) відрізняється на 5–15°C. Чим нижча температура спалаху рідини, тим меншою є ця різниця, і, відповідно, більш пожежонебезпечною ця рідина. Температура займання використовується при визначенні групи горючості речовин, при оцінці пожежної небезпеки устаткування та технологічних процесів, пов'язаних із переробкою горючих речовин, при розробці заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

$t_{\text{сазайм}}$  – температура самозаймання – це найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних об'ємних реакцій, що приводить до виникнення полуменевого горіння або вибуху за відсутності зовнішнього джерела полум'я. Температура самозаймання речовини залежить від ряду факторів і змінюється у широких межах. Найбільш значною є залежність температури самозаймання від об'єму та геометричної форми горючої суміші. Із збільшенням об'єму горючої суміші при незмінній її формі температура самозаймання зменшується, тому що зменшується площа тепловіддачі на одиницю об'єму речовини та створюються більш сприятливі умови для накопичення тепла у горючій суміші. При зменшенні об'єму горючої суміші температура її самозаймання підвищується.

Для кожної горючої суміші існує критичний об'єм, у якому самозаймання не відбувається внаслідок того, що площа тепловіддачі, яка припадає на одиницю об'єму горючої суміші, настільки велика, що швидкість теплоутворення за рахунок реакції окислення навіть при дуже високих температурах не може перевищити швидкість тепловідводу. Ця властивість горючих сумішей використовується при створенні перешкод для розповсюдження полум'я. Значення температури самозаймання використовується для вибору типу вибухозахищеного електроустаткування, при розробці заходів щодо забезпечення пожежовибухобезпеки технологічних процесів, а також при розробці стандартів або технічних умов на речовини та матеріали.

Температура самозаймання горючої суміші значно перевищує  $t_{cn}$  і  $t_{займ}$  – на сотні градусів.

НКМПП та ВКМПП – відповідно, нижня і верхня концентраційні межі поширення полум'я – це мінімальна та максимальна об'ємна (масова) доля горючої речовини у суміші з даним окисником, при яких можливе займання (самозаймання) суміші від джерела запалювання з наступним поширенням полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Суміші, що містять горючу речовину нижче за НКМПП чи вище за ВКМПП, горіти не можуть: у першому випадку за недостатньої кількості горючої речовини, а в другому – окисника. Наявність областей негорючих концентрацій речовин та матеріалів надає можливість вибрати такі умови їх зберігання, транспортування та використання, за яких виключається можливість виникнення пожежі чи вибуху. З іншого боку слід зазначити, що пари й газу з НКМПП до 10% по об'єму у повітрі, а також горючі пиловидні речовини, особливо в завислому стані при значенні НКМПП менше  $65 \text{ г/м}^3$  є надзвичайно вибухонебезпечними.

КМПП включаються до стандартів, технічних умов на газу, легкозаймисті рідини та тверді речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні газо-, паро- та пилоповітряні суміші, при цьому для пилу встановлюється тільки НКМПП, тому що великі концентрації пилозависей практично не можуть бути досягнуті у відкритому просторі, а за будь-яких концентрацій пилу згоряє тільки та його частина, яка забезпечена окисником. Значення концентраційних меж застосовуються при визначенні категорії приміщення та класу зон за вибухопожежною та пожежною небезпекою, при розрахунку граничнодопустимих вибухобезпечних концентрацій газів, парів і пилу в повітрі робочої зони з потенційним джерелом запалювання, при розробці заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

$t_{НКМПП}$  і  $t_{ВКМПП}$  – відповідно, нижня і верхня температурні межі поширення полум'я (ТМПП) – температури матеріалу (речовини), за яких його(її) насичена пара чи горючі легкі утворюють в окислювальному середовищі концентрації, що дорівнюють нижній або верхній концентраційним межах поширення полум'я.

Значення ТМПП використовуються під час розробки заходів щодо забезпечення пожежовибухобезпеки об'єктів, при розрахунку пожежовибухобезпечних режимів роботи технологічного устаткування, при оцінці аварійних ситуацій, пов'язаних з розливом горючих рідин, для розрахунку КМПП тощо. Безпечною, з точки зору ймовірності самозаймання газоповітряної суміші, прийнято вважати температуру

на 10°C меншу за нижню або на 15°C вищу за верхню температурну межу поширення полум'я для даної речовини.

Наявність різного набору показників пожежонебезпечних властивостей речовин різного агрегатного стану (див. табл. 4.1) пов'язана з особливостями їх горіння.

Таблиця 4.1

**Основні показники, що характеризують пожежонебезпечні властивості речовин різного агрегатного і дисперсного стану ♦**

Агрегатний (дисперсний) стан речовини	Основні показники пожежонебезпеки						
	$t_{сп}$	$t_{займ}$	$t_{сзайм}$	НКМПП	ВКМПП	$t_{нкмпт}$	$t_{вкмпт}$
Тверда речовина	–	+	+	–	–	–	–
Рідини	+	+	+	+	+	+	+
Гази	–	–	+	+	+	–	–
Пил	–	+	+	+	–	–	–

Тверді горючі речовини у більшості випадків самі по собі у твердому стані не горять, а горять горючі леткі продукти їх розпаду під дією високих температур у суміші з повітрям – полуменево горіння. Таким чином, горіння твердих речовин у більшості випадків пов'язане з переходом їх горючої складової в інший агрегатний стан – газовий. І тільки тверді горючі речовини з високим вмістом горючих складових (антрацит, графіт і т. ін.) можуть горіти у твердому агрегатному стані – практично безполуменево. Тому тверді горючі речовини, в цілому, більш інертні щодо можливого загоряння, а більшість приведених у табл. 4.1 показників пожежонебезпечних властивостей для твердих речовин, за винятком  $t_{займ}$  і  $t_{сзайм}$ , не мають суттєвого значення.

Для твердих речовин, в цілому, величини  $t_{займ}$  і  $t_{сзайм}$  коливаються в межах (2...6) 102°C.

Спалимі рідини. Характерним для процесу горіння цих рідин є те, що самі рідини не горять, а горить їх пара у суміші з повітрям. Якщо над поверхнею спалимої рідини концентрація пари буде менше НКМПП, то запалити таку рідину від зовнішнього джерела запалювання неможливо, не довівши температуру рідини до значення, більшого за  $t_{НКМПП}$ . Таким чином, горіння рідин пов'язане з переходом їх

♦ Примітка. В табл. 4.1 знаком «+» відмічено наявність показника для даного агрегатного стану речовини, а знаком «–» – його відсутність або незначимість.

з одного агрегатного стану (рідини) в інший (в пару). У зв'язку з цим для оцінки вибухопожежонебезпечних властивостей спалимих рідин мають значення всі показники, приведені в табл. 4.1.

Серед наведених показників особливе значення має  $t_{сп}$ , за якої спалимі рідини поділяються на 5 класів:

1.  $t_{cn} < -13^{\circ}\text{C}$ ;
2.  $t_{cn} = -13...28^{\circ}\text{C}$ ;
3.  $t_{cn} = 29...61^{\circ}\text{C}$ ;
4.  $t_{cn} = 66...120^{\circ}\text{C}$ ;
5.  $t_{cn} < 120^{\circ}\text{C}$ .

Перші 3 класи рідин умовно відносяться до легкозаймистих (ЛЗР). Характерною особливістю для ЛЗР є те, що більшість з них, навіть при звичайних температурах у виробничих приміщеннях, можуть утворювати пароповітряні суміші з концентраціями в межах поширення полум'я, тобто вибухонебезпечні пароповітряні суміші.

4-й і 5-й класи рідин за  $t_{cn}$  відносяться до горючих (ГР). Пароповітряні суміші з концентраціями в межах поширення полум'я для ГР можуть мати місце при температурах, не характерних для виробничих приміщень – при температурах, що перевищують відповідні  $t_{сп}$  цих рідин. Такі температури можливі в технологічних процесах, пов'язаних з нагрівом ГР до температур, більших  $t_{cn}$  і за таких умов ГР теж утворюють вибухонебезпечні пароповітряні суміші.

**Горючі гази** горять в суміші з повітрям в концентраціях в межах НКМПП – ВКМПП, і такі суміші гази створюють без агрегатних переходів речовин. Тому горючі гази мають більшу готовність до горіння, ніж тверді горючі речовини і спалимі рідина, отже є більш небезпечними з точки зору вибухопожежної безпеки, а відповідні їх властивості характеризуються тільки трьома показниками –  $t_{сзайм}$ , НКМПП і ВКМПП (див. табл. 4.1).

**Пило-повітряні суміші** – суміші з повітрям подрібнених до розмірів до 850 мкм часток твердих горючих речовин. Процес горіння пилу, в цілому, подібний до процесу горіння твердих речовин. Але наявність великої питомої поверхні пилинок (відношення площі поверхні до їх маси), яка контактує з окисником (повітрям), і здатність до швидкого їх прогріву по всій масі під дією джерела запалювання, роблять пил більш небезпечним з точки зору пожежної безпеки, ніж тверді речовини, з яких він створений. Для оцінки вибухопожежонебезпечних властивостей пилу використовують, в основному, показники  $t_{займ}$ ,  $t_{сзайм}$  і НКМПП (див. табл. 4.1).

За здатністю до загорання і особливостями горіння пил поділяють на вибухонебезпечний і пожежонебезпечний.

До вибухонебезпечного відноситься пил з НКМПП до  $65 \text{ г/м}^3$ . При цьому виділяють особливо вибухонебезпечний пил з НКМПП до  $15 \text{ г/м}^3$  і вибухонебезпечний – НКМПП становить  $15...65 \text{ г/м}^3$ .

До пожежонебезпечного відноситься пил з НКМПП більше  $65 \text{ г/м}^3$ . При цьому, пил з  $t_{\text{сзайм}}$  до  $250^\circ\text{C}$  відноситься до особливо пожежонебезпечного, а при  $t_{\text{сзайм}} > 250^\circ\text{C}$  – до пожежонебезпечного.

#### 4.4.3. Класифікація вибухонебезпечних газо- і пароповітряних сумішей

Мета класифікації: визначити вимоги щодо виконання та параметрів вибухозахисту електрообладнання, а також що до інших заходів і засобів вибухозахисту залежно від вибухонебезпеки газо- і пароповітряних сумішей.

Класифікація вибухонебезпечних газо- і пароповітряних сумішей відповідно до ГОСТ 12.1.011-78 здійснюється за двома показниками:

- $t_{\text{сзайм}}$  – температурою самозаймання;
- здатністю передавати детонацію через зазори між фланцями в умовах стандартизованого за ГОСТ 12.1.011-78 (СТСЄВ-2775-90) випробування (за БЕМЗ – безпечним експериментальним максимальним зазором).

За  $t_{\text{сзайм}}$  виділяють 6 груп вибухонебезпечних сумішей: Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 і Т6 з  $t_{\text{сзайм}}$  в межах, відповідно,  $>450^\circ\text{C}$ ,  $450...300^\circ\text{C}$ ,  $300...200^\circ\text{C}$ ,  $200...135^\circ\text{C}$ ,  $135...100^\circ\text{C}$ ,  $100...85^\circ\text{C}$ .

Суть класифікації за БЕМЗ полягає в тому, що при вибусі вибухонебезпечної суміші в обмеженому об'ємі, який сполучається з зовнішнім середовищем щілинами в його конструктивних елементах (зазорами між фланцями), продукти вибуху, проходячи через ці зазори, віддають тепло конструктивним елементам оболонки, їх температура знижується до значень, при яких вибух в оболонці не ініціює вибуху такої ж вибухонебезпечної суміші за її межами.

Стандартизація умов випробувань (конструктивні елементи оболонки і її фланців, теплопоглинаючі властивості матеріалу тощо) дає можливість отримати об'єктивний показник порівняльної вибухонебезпеки газо- і пароповітряних сумішей різних речовин.

Таким чином, БЕМЗ – максимальний зазор, при якому вибух в оболонці не передається за її межі в умовах стандартизованих випробувань.

За БЕМЗ вибухонебезпечні газо- і пароповітряні суміші діляться на категорії ПА, ПВ, ПС, для яких БЕМЗ знаходиться, відповідно, в межах  $>0,9 \text{ мм}$ ,  $0,9...0,5 \text{ мм}$ ,  $<0,5 \text{ мм}$ .

Відповідно до наведеного вище, кожна вибухонебезпечна газо- і пароповітряна суміш характеризується певною категорією і групою вибухонебезпеки, а в позначення суміші входять її категорія і група, наприклад, ПВТ4. Вибухонебезпека газо- та пароповітряних сумішей зростає зі зменшенням  $t_{сзайм}$  і БЕМЗ.

На цьому принципі локалізації вибуху базується конструктивне виконання більшості вибухозахищеного електрообладнання (щільовий захист, фланцьовий захист, вибухонепроникна оболонка тощо).

#### 4.4.4. Самозагоряння речовин

Деякі речовини за певних умов мають здатність до самозагоряння – без нагрівання їх зовнішнім джерелом до  $t_{сзайм}$ .

Виділяють три види самозагоряння: теплове, хімічне, мікробіологічне.

Суть *теплого самозагоряння* полягає у тому, що схильні до такого самозагоряння речовини при їх нагріві до порівняно незначних температур (60...80°C), за рахунок інтенсифікації процесів окислення і недостатнього тепловідводу, саморозігріваються, що, в свою чергу, приводить до підвищення інтенсивності окислення і, в кінцевому рахунку, до самозагоряння.

До *хімічного самозагоряння* схильні речовини, до складу яких входять неорганічні (ненасичені) вуглеводні – речовини, до складу яких входить тільки вуглець і водень при наявності подвійних і потрійних зв'язків між атомами вуглецю.

Для таких вуглеводнів характерним є приєднання по лінії цих зв'язків окисників, в тому числі і галогенів, що супроводжується підвищенням температури речовини і інтенсивності її подальшого окислення. За певних умов цей процес може закінчуватись самозайманням. Хімічному самозайманню сприяє наявність у речовині сполук сірки.

Вугільний пил з підвищеним вмістом сполук сірки і тканини, просочені нафтопродуктами, до складу яких входять з'єднання сірки, особливо небезпечні до самозаймання.

До *мікробіологічного самозагоряння* схильні продукти рослинного походження – трава, подрібнена деревина, зерно тощо. За певних умов вологості і температури в рослинних продуктах виникає павутинний глет – специфічний, ниткопавутиноподібний білий грибок. Його життєдіяльність пов'язана із підвищенням температури. При температурі 80...90°C павутинний глет перетворюється в тонкопористі вуглі, схильні до подальшого самоокислення з підвищенням температури до самозагоряння.

Необхідною умовою для розглянутих видів самозагоряння є наявність схильних до самозаймання речовин, окисника і недостатній відвід супутнього процесам окислення тепла в навколишнє середовище.

## **4.5. Оцінка вибухопожежонебезпеки об'єкта**

### **4.5.1. Основні принципи аналізу і класифікації об'єктів за їх вибухопожежонебезпекою**

Оцінка вибухопожежонебезпеки об'єкта (блоки 3 і 4 рис. 4.1) здійснюється за результатами відповідного аналізу пожежонебезпеки будівель, приміщень, інших споруд, характеру технологічних процесів і пожежонебезпечних властивостей речовин, що в них застосовуються, з метою виявлення можливих обставин і причин виникнення вибухів і пожеж та їх наслідків.

Таким чином, методика аналізу вибухопожежонебезпеки зводиться до виявлення і оцінки потенційних та наявних джерел запалювання, умов формування горючого середовища, умов виникнення контакту джерел запалювання та горючого середовища, умов та причин поширення вогню в разі виникнення пожежі або вибуху, наявності та масштабів імовірної пожежі, загрози життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, матеріальним цінностям.

Необхідність матеріальної оцінки вибухопожежонебезпеки потребує чітких критеріїв її визначення. Відомі два підходи до питань нормування в галузі вибухопожежонебезпеки: імовірнісний та детермінований.

*Імовірнісний підхід*, що ґрунтується на концепції допустимого ризику, передбачає недопущення впливу на людей і матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі з імовірністю, яка перевищує нормативну (див. п. 4.2.1).

*Детермінований підхід* базується на розподілі об'єктів за ступенем вибухопожежонебезпеки на категорії і класи з позначенням їх конкретних кількісних меж залежно від параметру, що характеризує можливі наслідки пожежі та вибуху.

Виходячи з цього, класифікація об'єктів за вибухопожежною та пожежною небезпекою здійснюється з урахуванням допустимого рівня їх пожежної небезпеки, а розрахунки критеріїв і показників її оцінки, в тому числі ймовірності пожежі (вибуху), – з урахуванням маси горючих і важкогорючих речовин та матеріалів, що знаходяться на об'єкті, вибухопожежонебезпечних зон, які утворюються при нор-



мальних режимах ведення технологічних процесів і в аварійних ситуаціях, та можливих збитків для людей та матеріальних цінностей.

#### **4.5.2. Категорії приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою**

Основою для встановлення нормативних вимог щодо конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, а також інших питань забезпечення їхньої вибухопожежобезпеки є визначення категорій приміщень та будівель виробничого, складського та невиробничого призначення за вибухопожежною та пожежною небезпекою (НАПБ Б.07.005-86).

Категорія пожежної небезпеки приміщення (будівлі, споруди) – це класифікаційна характеристика пожежної небезпеки об'єкта, що визначається кількістю і пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених в них виробництв.

Відповідно до НАПБ Б.07.005-86 (ОНТП24-86) приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм вибухопожежної небезпеки приміщень (будівель) є наявність в них речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначання категорії є надлишковий тиск ( $P$ ), який може розвинути при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення (завантаження) вибухонебезпечних речовин у приміщенні.

##### **Категорія А (вибухонебезпечна)**

Приміщення в яких застосовуються горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше  $28^{\circ}\text{C}$  в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні котрих розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує  $5\text{кПа}$ . Речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує  $5\text{кПа}$ .

##### **Категорія Б (вибухопожежонебезпечна)**

Приміщення в яких застосовуються вибухонебезпечний пил і волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше  $28^{\circ}\text{C}$  та горючі рідини за температурних умов і в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує  $5\text{кПа}$ .

##### **Категорія В (пожежонебезпечна)**

Приміщення в яких знаходяться горючі рідини, тверді горючі та важкогогорючі речовини, матеріали здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або

одне з одним горіти лише за умов, що приміщення, в яких вони знаходяться або використовуються, не відносяться до категорій А та Б.

### **Категорія Г**

Приміщення в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, спалимі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

### **Категорія Д**

Приміщення в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

Визначення надлишкового в порівнянні з допустимим тиску вибуху  $P$  здійснюється розрахунковим методом.

Значення максимально можливого надлишкового тиску, що виникає при загорянні вибухонебезпечного середовища в приміщенні, визначається за формулою:

$$\Delta P = \frac{H_T P_0 z m}{V_p C_p \rho k T_0} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (4.1)$$

де  $H_m$  – теплота згоряння горючої речовини, Дж/кг (для нафтопродуктів, розчинників  $H_m = 40 \cdot 10^3$  Дж/кг);

$P_0$  – початковий тиск, кПа (приймається рівним 101 кПа);

$z$  – коефіцієнт, що характеризує ступінь участі горючої речовини (для ЛЗР і ГР, нагрітих вище температури спалаху,  $z = 0,3$ );

$m$  – маса горючої речовини, кг;

$V_p$  – вільний об'єм приміщення,  $m^3$  (береться рівним 0,8);

$C_p$  – питома теплоємність газової суміші в приміщенні, кДж/кгК (береться рівною теплоємності повітря 1 кДж);

$\rho$  – густина газового середовища в приміщенні,  $kg/m^3$  (дорівнює густині повітря при заданій температурі;  $\rho = 1,2$   $kg/m^3$ );

$k$  – коефіцієнт, що враховує роботу аварійної вентиляції ( $k=A \cdot t+1$ , де  $A$  – кратність аварійної вентиляції);

$t$  – тривалість надходження горючих газів і парів, год.;

$K_H$  – коефіцієнт негерметичності приміщення ( $K_H = 3$ );

$T_0$  – температура в приміщенні ( $T_0 = 300K$ ).

При використанні в приміщенні горючих газів, легкозаймистих або горючих рідин для визначення маси, що входить в формулу 4.1, допускається враховувати роботу аварійної вентиляції, якщо забезпечено її автоматичний пуск при перевищенні гранично допустимої вибухонебезпечної концентрації та електропостачання за першою категорією надійності.

Об'єм приміщення, в якому вибухонебезпечна суміш буде утворювати концентрацію на межі поширення полум'я:

$$B=1,5\frac{E}{C_{н.к.м.}}, \quad (4.2)$$

де 1,5 – коефіцієнт запасу;

$E$  – кількість вибухонебезпечної речовини, котра надійшла у приміщення, г;

$C_{н.к.м.}$  – нижня концентраційна межа поширення полум'я.

Після визначення категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою визначається категорія будівель в цілому.

**Будівля (будинок) належить до категорії А**, якщо у ній сумарна площа приміщень категорії А перевищує 5% площі усіх приміщень, або 200 м<sup>2</sup>.

Допускається не відносити будівлю до категорії А, якщо сумарна площа приміщень категорій А в будівлі не перевищує 25% сумарної площі усіх розташованих у ній приміщень (але не більше 1000 м<sup>2</sup>) і ці приміщення обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

**Будівля належить до категорії Б**, якщо одночасно виконуються дві умови:

а) будівля не належить до категорії А;

б) загальна площа приміщень категорії А і Б перевищує 5% сумарної площі усіх приміщень, або 200 м<sup>2</sup>.

Допускається не відносити будівлі до категорії Б, якщо сумарна площа приміщень категорій А і Б не перевищує 25% сумарної площі усіх розташованих в ній приміщень (але не більше 3500 м<sup>2</sup>) і ці приміщення обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

**Будівля належить до категорії В**, якщо одночасно виконуються дві умови:

а) будівля не належить до категорії А чи Б;

б) загальна площа приміщень категорій А, Б, В перевищує 5% (10%, якщо в будівлі відсутні приміщення категорій А і Б) сумарної площі усіх приміщень.

Допускається не відносити будівлі до категорії В, якщо сумарна площа приміщень категорій А, Б, В у будівлі не перевищує 25% сумарної площі усіх розташованих в ній приміщень (але не більше 3500 м<sup>2</sup>) і ці приміщення обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

**Будівля належить до категорії Г**, якщо одночасно виконуються дві умови:

а) будівля не належить до категорій А, Б або В;

б) загальна площа приміщень категорій А, Б, В і Г перевищує 5% сумарної площі усіх приміщень, або 200 м<sup>2</sup>.

Допускається не відносити будівлі до категорії Г, якщо сумарна площа приміщень категорій А, Б, В і Г не перевищує 25% сумарної площі усіх розташованих в ній приміщень (але не більше 5000 м<sup>2</sup>) і приміщення категорій А, Б, В обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

**Будівля належить до категорії Д**, якщо вона одночасно не належить до категорій А, Б, В або Г.

Визначення категорій будівель в цілому виконується після визначення категорій приміщень. Залежно від встановленої категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою, передбачається відповідний чинним нормативам комплекс об'ємно-планувальних рішень та профілактичних заходів.

#### **4.5.3. Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон**

Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон визначається «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ-84) і ДНАОП 0.00-1.32.01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

Характеристика пожежо- та вибухонебезпеки може бути загальною для усього приміщення або різною в окремих його частинах. Це також стосується надвірних установок і ділянок територій. Таким чином, усі приміщення, або їх окремі зони, поділяються на пожежонебезпечні та вибухонебезпечні

**Пожежонебезпечна зона** – це простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини, як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації. Ці зони в разі використання у них електроустаткування поділяються на чотири класи: **П-I, П-II, П-III** і **П-III**.

**Пожежонебезпечна зона класу П-I** – простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина – рідина, що має температуру спалаху, більшу за +61°C.

**Пожежонебезпечна зона класу П-II** – простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею спалахування, більшою за 65 г/м<sup>3</sup>.

**Пожежонебезпечна зона класу П-III** – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

**Пожежонебезпечна зона класу П-III** – простір поза приміщенням, у якому знаходяться горючі рідини, пожежонебезпечний пил та волокна або тверді горючі речовини і матеріали.

**Вибухонебезпечна зона** – це простір у приміщенні або за його межами, у якому є в наявності, чи здатні утворюватися вибухонебезпечні суміші.

Газо – пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні – вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

**Вибухонебезпечна зона класу 0** – простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно, або протягом тривалого часу. Вибухонебезпечні зони класу 0 можуть мати місце переважно в межах корпусів технологічного обладнання і, у меншій мірі, в робочому просторі (вугільна, хімічна, нафтопереробна промисловість).

**Вибухонебезпечна зона класу 1** – простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (тут і далі нормальна робота – ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).

**Вибухонебезпечна зона класу 2** – простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості), які не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газопароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

**Вибухонебезпечна зона класу 20** – простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто у кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Звичайно, це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

**Вибухонебезпечна зона класу 21** – простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію пилоповітряної суміші.

**Вибухонебезпечна зона класу 22** – простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто і існувати недовго, або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати і утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії. Ця зона може включати простір поблизу обладнання, що утримує пил, який може вивільнятися шляхом витoku і формувати пилові утворення.

При визначенні розмірів вибухонебезпечних зон у приміщеннях слід враховувати що:

1) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху газо – пароповітряної вибухонебезпечної суміші, що перевищує 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає весь об'єм приміщення;

2) вибухонебезпечна зона класів 20, 21, 22 займає весь об'єм приміщення;

3) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху газо – пароповітряної вибухонебезпечної суміші, що дорівнює або менше 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає частину об'єму приміщення і визначається відповідно до норм технологічного проектування або обчислюється технологами згідно з ГОСТ 12.1.004-91. За відсутності даних допускається приймати вибухонебезпечну зону в межах до 5м по вертикалі і горизонталі від технологічного апарату, з якого можливий викид горючих газів або парів ЛЗР;

4) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху в приміщенні, що не перевищує 0,5 кПа, матиме місце пожежонебезпечна зона, що визначається згідно з вимогами розділу 5;

5) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху пилоповітряної суміші або парів ГР, що дорівнює або менше 5 кПа, матиме місце пожежонебезпечна зона;

6) простір за межами вибухонебезпечних зон класів 21, 22 не вважається вибухонебезпечним, якщо немає інших умов, що створюють для нього вибухонебезпеку.

Зони в приміщеннях або за їх межами, в яких тверді, рідкі та газоподібні горючі речовини спалюються як паливо, або утилізуються шляхом спалювання, не належать у частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон. До них також не належать зони до 5 м по горизонталі та вертикалі від апарата, у якому знаходяться горючі речовини, якщо технологічний процес ведеться із застосуванням відкритого вогню, розжарених частин, або технологічні апарати мають поверхні, нагріті до температури самозаймання горючої пари, пилу або волокон.

Клас пожежонебезпечної та вибухонебезпечної зони визначається технологами разом з електриками проектною або експлуатуючою організації у залежності від частоти і тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища.

Залежно від класу зони згідно з вимогами ПУЕ і ДНАОП 0.00-1.32-01 визначається тип виконання електроустаткування, що є одним з головних напрямків у запобіганні пожежам і вибухам від теплового прояву електричного струму. Правильний вибір типу виконання електрообладнання забезпечує виключення можливості виникнення пожежі чи вибуху за умови підтримання допустимих режимів його експлуатації.

Усі електричні машини, апарати і прилади, розподільні пристрої, трансформаторні і перетворювальні підстанції, елементи електропроводки, струмоводи, світильники, тощо повинні використовуватися у виконанні, яке б відповідало класу зони з пожежовибухонебезпеки,

тобто мати відповідний рівень і вид вибухозахисту або ступінь захисту оболонки згідно ГОСТ 14254, ПУЕ-84 і ДНАОП 0.00-1.32-01.

Електроустановка, що використовується, повинно мати чітке маркування щодо його вибухозахисних властивостей і ступеню захисту оболонки згідно з чинними нормативами.

## **4.6. СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТА**

Як уже зазначалось, відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ вибухопожежна безпека об'єкта забезпечується системами:

- ◆ попередження вибухів і пожеж (блоки 5, 5.1, 5.2 рис. 4.1);
- ◆ протипожежного та противибухового захисту (блоки 6, 6.1–6.4 рис. 4.1);
- ◆ організаційно-технічних заходів (блоки 7, 7.1–7.3 рис. 4.1).

### **4.6.1. Система попередження вибухів і пожеж**

*Мета системи* – не допустити виникнення вибухів і пожеж.

Вихідні положення системи попередження пожежі (вибухів):

- пожежа (вибух) можливі при наявності 3-х чинників: горючої речовини, окисника і джерела запалювання;
- за відсутності будь-якого зі згаданих чинників, або обмеження його визначаючого параметра безпечною величиною, пожежа неможлива.

Горюча речовина і окислювач за певних умов утворюють горюче (вибухонебезпечне) середовище. Тоді попередження пожеж (вибухів) буде зводитись до:

- ◆ попередження утворення горючого середовища;
- ◆ попередження виникнення у горючому середовищі або внесення в це середовище джерела запалювання.

Заходи і засоби попередження утворення горючого середовища в кожному конкретному випадку визначаються реальними умовами, що розглядаються, та вибухопожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що використовуються у технологічному циклі.

Залежно від агрегатного стану та ступеню подрібненості речовин, горюче середовище може утворюватися твердими речовинами, легкозаймистими та горючими рідинами, горючим пилом та горючими газами за наявності окисника.

Тверді горючі речовини, що зберігаються у приміщеннях та на складах, чи застосовуються у технологічному процесі, утворюють

разом з повітрям стійке горюче середовище. При визначенні пожежної небезпеки такого середовища слід враховувати кількість матеріалів, інтенсивність та тривалість можливого горіння.

Легкозаймисті та горючі рідини можуть утворювати горюче середовище під час нагрівання чи зміни тиску, при зливанні чи наливанні, перекачуванні а також під час перебування усередині апаратів, трубопроводів, сховищ. Тому можливі причини утворення горючого середовища такого типу необхідно детально вивчати в кожному конкретному випадку з урахуванням особливостей відповідного етапу технологічного процесу.

При обробці ряду твердих речовин (графіту, деревини, бавовни і т. ін.) утворюється горючий пил, який перебуває у зваженому стані в повітрі або осідає на будівельних конструкціях, машинах, устаткуванні. В обох випадках пил знаходиться у повітряному середовищі, тому утворює горюче середовище підвищеної небезпеки, яке може займатися або вибухати. Горюче середовище може виникати всередині апаратів та трубопроводів, а також у приміщеннях в разі виходу пилу через нещільність устаткування. Під час аналізу слід також встановлювати походження, розмір пилинок та умови займання і горіння (вибуху) пилу, що утворюється.

Гази можуть утворювати горюче середовище в посудинах і апаратах, коли досягають вибухонебезпечних концентрацій з киснем. Маючи здатність проникати через незначні нещільності і тріщини при найменших пошкодженнях обладнання вони можуть утворювати вибухонебезпечні суміші у навколишньому середовищі.

Згідно з ГОСТ 12.1.004-91 попередження утворення горючого середовища може забезпечуватись наступними загальними заходами або їх комбінаціями:

- максимально можливе використання негорючих та важкогорючих матеріалів замість горючих, в тому числі заміна легкозаймистих та горючих рідин як миючих засобів на пожежобезпечні;
- максимально можливе за умови технології та будівництва обмеження маси та об'єму горючих речовин, матеріалів та найбільш безпечні способи їх розміщення;
- ізоляція горючого середовища (використання ізольованих відсіків, камер, кабін, тощо);
- підтримання безпечної концентрації середовища відповідно до норм і правил безпеки;
- достатня концентрація флегматизатора в повітрі захищеного об'єму (його складової частини);
- підтримання відповідних значень температур та тиску середовища, за яких поширення полум'я виключається;



- максимальна механізація та автоматизація технологічних процесів, пов'язаних з обертанням та використанням горючих речовин;
- установка та розміщення пожежонебезпечного устаткування в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках;
- застосування пристроїв захисту устаткування з горючими речовинами від пошкоджень та аварій, встановлення пристроїв, що відключають, відсікають, тощо;
- видалення пожежонебезпечних відходів виробництва.

Найбільш радикальним заходом попередження утворення горючого середовища є заміна горючих речовин і матеріалів, що використовуються, на негорючі та важкогорючі.

Проте горючі речовини, матеріали, вироби з них реально присутні в абсолютній більшості існуючих житлових, громадських, виробничих та інших приміщеннях, будівлях і спорудах, а їх повна заміна практично неможлива.

Тому попередження виникнення в горючому середовищі або внесення до нього джерел запалювання є головним стратегічним пріоритетом у роботі щодо запобігання пожежам. Джерелом запалювання може бути нагріте тіло чи екзотермічний процес, які здатні нагріти деякий об'єм горючої суміші до температури, коли швидкість тепловідлення ініційованого нагрівом процесу окислення перевищує швидкість тепловідводу із зони реакції.

До основних груп джерел запалювання відносять: відкритий вогонь, розжарені продукти горіння та нагріті ними поверхні, тепловий прояв хімічної реакції, електричної, механічної, сонячної, ядерної енергії тощо.

Пожежна небезпека відкритого вогню зумовлена інтенсивністю теплового впливу, площею впливу, орієнтацією у просторі, періодичністю і часом його впливу на горючі речовини. Відкрите полум'я небезпечне не тільки при безпосередньому контакті з горючим середовищем, але і як джерело опромінювання горючого середовища. Воно має достатню температуру та запас теплової енергії, які спроможні викликати горіння усіх видів горючих речовин і матеріалів як при безпосередньому контакті, так і в результаті опромінення.

Нагріті поверхню стінок апаратів вище за температуру самозаймання речовин, що обертаються у виробництві, здатні газоподібні продукти горіння, які виникають при горінні твердих, рідких та газоподібних речовин і мають температуру 800–1200°C. Джерелом запалювання можуть бути також іскри, які виникають при роботі двигунів внутрішнього згорання та електричних. Вони являють собою розжарені частинки пального або окалини у газовому потоці, які виникають

внаслідок неповного загоряння, чи механічного винесення горючих речовин та продуктів корозії. Температура такої частинки досить висока, але запас теплової енергії є невеликим, тому що іскра має малу масу. Іскри здатні запалити тільки речовини, які достатньо підготовлені для горіння, наприклад, гозо- та пароповітряні суміші, осілий пил, волокнисті матеріали. До джерел відкритого вогню належить і полум'я сірників, необережне поводження з якими може призвести до пожежі.

Серед теплових проявів електричної енергії найбільш поширеними та небезпечними є коротке замикання в електричних мережах, струмові перевантаження проводів та електричних машин, великий перехідний опір, розряди статичної та атмосферної електрики, електричні іскри. При короткому замиканні величина струму в провідниках і струмопровідних частинах електричних апаратів та машин досягає дуже великих значень, внаслідок чого можливий не тільки перегрів, але і займання ізоляції, розплавлення струмопровідних частин, жил кабелів та проводів.

Великий струм, що тривалий час перевищує нормативне значення при перевантаженнях електричних мереж, також є причиною перегрівів струмопровідних елементів та електропроводки. Основними причинами перевантаження електричних мереж є ввімкнення в електричну мережу споживачів підвищеної потужності, а також невідповідність площі поперечного перерізу жил проводів робочим струмам. Причиною пожежі може також стати великий перехідний опір, який виникає в місцях з'єднання проводів та в електричних контактах електрообладнання. Тому у цих місцях може виділятися значна кількість тепла, яка здатна призвести до загоряння ізоляції, а також горючих речовин, що знаходяться поруч. Перехідний опір буде меншим при збільшенні площі стискування контактів, використанні для їх виготовлення м'яких металів з малим електричним опором, з'єднуванні провідників та проводів встановленими ПУЕ способами: зварюванням, паянням, опресуванням, за допомогою гвинтових та болтових з'єднань (але в ніякому разі так званою «скруткою»).

Розряди статичної електрики виникають при деформації, подрібненні речовин, відносному переміщенні двох тіл, що знаходяться в контакті, перемішуванні рідких та сипких матеріалів тощо. Іскрові розряди статичної електрики здатні запалити паро-, газо- та пилоповітряні суміші. Накопиченню і формуванню зарядів статичної електрики сприяє відсутність або неефективність спеціальних заходів захисту, створення електроізоляційного шару відкладень на поверхні заземлення, порушення режиму робочих апаратів.

Пожежі, вибухи, механічні руйнування, перенапруги на проводах електричних мереж можуть бути наслідками ураження будівлі чи устаткування блискавкою. Блискавка, яка є електричним розрядом в атмосфері, маючи високу температуру і запас теплової енергії, при прямому ударі може проплавляти металеві поверхні, перегрівати і руйнувати стіни будівель та надвірного устаткування, безпосередньо запалювати горюче середовище. Небезпека вторинної дії блискавки полягає в іскрових розрядах, що виникають як результат індукційної та електромагнітної дії атмосферної електрики на виробниче обладнання, трубопроводи і будівельні конструкції.

Ще одним тепловим проявом електричної енергії є електрична дуга та електричні іскри у вигляді крапель металу, що утворюються при короткому замиканні електропроводки, електрозварюванні та при плавленні ниток розжарювання електричних ламп загального призначення. Температура таких електричних іскор становить 1500–2500°C, а температура дуги може перевищувати 4000°C. Тому природно, що вони можуть бути джерелом запалювання горючих речовин. В цілому, частка пожеж, які викликані наслідками теплових проявів електричної енергії, складає 20–25% і має тенденцію до зростання.

Пожежонебезпечний прояв механічної енергії внаслідок її перетворення в теплову спостерігається в разі ударів твердих тіл (з виникненням або без виникнення іскор), поверхневого тертя тіл під час їх взаємного переміщення, стиснення газів та пересування пластмас, механічної обробки твердих матеріалів різальними інструментами. Ступінь нагрівання тіл та можливість появи при цьому джерел запалювання залежить від умов переходу механічної енергії в теплову. Досить часто пожежонебезпечні ситуації виникають внаслідок утворення іскор, що являють собою в даному випадку розпечені до світіння частинки металу або каміння. Від іскор при ударі у виробничих умовах можуть займатися ацетилен, етилен, водень, металоповітряні суміші, волокнисті матеріали, або відкладення дрібного горючого пилу (розмільні цехи млинів та круп'яних заводів, сортувально-розпутувальні цехи текстильних фабрик, бавовняно-очисні цехи, тощо). Найчастіше іскри утворюються під час роботи ударними інструментами і при ударах рухомих елементів механізмів машин по їх нерухомих частинах. Пожежну небезпеку внаслідок тертя найчастіше створюють підшипники ковзання навантажених високооборотних валів, а також транспортні стрічки та привідні паси механізмів.

Проходження хімічних реакцій із значним виділенням теплової енергії містить у собі потенційну небезпеку виникнення пожежі або

вибуху тому, що виникає можливість неконтрольованого розігрівання реагуючих, новоутворюваних чи тих, що знаходяться поряд, горючих речовин. Існує також велика кількість таких хімічних сполук, які в контакті з повітрям чи водою, а також в разі взаємодії можуть стати причиною виникнення пожежі. Найчастіше тепловий прояв хімічних реакцій стає причиною пожежі внаслідок дії окисників на органічні речовини, а також при займанні та вибуху деяких речовин під час нагрівання або механічної дії з порушенням технологічного регламенту.

Крім вище наведених джерел запалювання існують інші, які не слід виключати під час аналізу пожежної небезпеки.

Попередження утворення в горючому середовищі джерел запалювання може забезпечуватись наступними засобами або їх комбінаціями:

- ◆ використанням машин, механізмів, устаткування, пристроїв, при експлуатації яких не утворюються джерела запалювання;
- ◆ використанням швидкодійних засобів захисного відключення можливих джерел запалювання;
- ◆ улаштуванням блискавкозахисту і захисного заземлення інженерних комунікацій та устаткування;
- ◆ використанням технологічних процесів і устаткування, що задовольняє вимогам статичної іскробезпеки;
- ◆ підтриманням температури нагріву поверхні машин, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти в контакт з горючим середовищем, нижче гранично допустимої, яка не повинна перевищувати 80% температури самозаймання горючого середовища;
- ◆ виключенням можливості появи іскрового розряду в горючому середовищі з енергією, яка дорівнює або перевищує мінімальну енергію запалювання;
- ◆ використанням інструменту, робочого одягу і взуття, які не викликають іскроутворення при виконанні робіт;
- ◆ ліквідацією умов теплового, хімічного, мікробіологічного самозаймання речовин та матеріалів, що обертаються, виробів і конструкцій, виключенням їх контакту з відкритим полум'ям;
- ◆ зменшенням розміру горючого середовища, яке є визначальним, нижче гранично допустимого за горючістю;
- ◆ усуненням контакту з повітрям пірофорних речовин;
- ◆ виконанням вимог чинних стандартів, норм та правил пожежної безпеки;
- ◆ використання електростаткування, що відповідає за своїм виконанням пожежонебезпечним та вибухонебезпечним зонам, групам та категоріям вибухонебезпечних сумішей.

Вимоги щодо виконання електрообладнання для пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон регламентуються ДНАОП 0.00-1.32-01.

У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу можуть застосовуватись електроустановки, що мають ступінь захисту відповідно до вимог ДНАОП 0.00-1.32-01. Ступінь захисту оболонок електрообладнання характеризується можливістю проникнення в оболонку твердих тіл і рідини.

Ступінь захисту оболонок електрообладнання, згідно міжнародної класифікації, позначається буквосполученням IP (International Protection), після якого ставляться дві цифри, перша з яких характеризує ступінь захисту оболонки від проникнення твердих тіл, а друга – від проникнення рідин. Класифікація передбачає 6 ступенів захисту від проникнення в оболонку твердих тіл (1, 2, 3, 4, 5, 6) і 8 ступенів захисту від проникнення в оболонку рідини (1 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

За відсутності захисту ступінь захисту оболонки позначається IP 00. При ступені захисту від проникнення твердих тіл 1 в оболонку можуть проникати тверді тіла розміром понад 50 мм, а при ступені захисту 6 оболонка захищає від проникнення пилу в електрообладнання.

Ступінь захисту 1 від проникнення рідини не допускає проникнення в оболонку краплин, а 8 – рідини під тиском.

У вибухонебезпечних зонах повинно застосовуватись електрообладнання у вибухозахищеному виконанні і, як виняток, електрообладнання відповідного ступеня захисту оболонки згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01.

За призначенням електрообладнання у вибухозахищеному виконанні поділяється на дві групи: рудничне і загальнопромислового призначення (не в рудниках). Електрообладнання у вибухозахищеному виконанні загальнопромислового призначення класифікується за рівнем вибухозахисту, видом вибухозахисту та категорією за БЕМЗ і температурною групою суміші, в якій це обладнання виконує функції вибухозахисту.

За рівнем вибухозахисту виділяють: електрообладнання підвищеної надійності проти вибуху (2), вибухобезпечне електрообладнання (1), особливо вибухобезпечне електрообладнання (0).

У вибухозахищеному електрообладнанні застосовуються наступні види вибухозахисту:

- |  |                     |
|--|---------------------|
| вибухонепроникна оболонка  | – d (ГОСТ 22782.6); |
| заповнення або продування оболонки захисним газом з надлишковим тиском | – p (ГОСТ 22782.4); |
| іскробезпечне електричне коло  | – i (ГОСТ 22782.5); |

кварцове заповнення оболонки	– q (ГОСТ 22782.2);
масляне заповнення оболонки	– o (ГОСТ 22782.1);
захист виду	– e (ГОСТ 22782.7);
спеціальний вид вибухозахисту	– s (ГОСТ 22782.3).

Відповідно до приведеного і ГОСТ 12.1.011-78 маркування вибухо- захищеного електрообладнання включає:

- рівень вибухозахисту (2, 1, 0);
- індекс Ex (означає відповідність електрообладнання міжнарод- ним стандартам вибухозахисту);
- вид вибухозахисту (d, p, i, q, o, e, s);
- знак групи або підгрупи електрообладнання (II, IIA, IIB, IIC);
- знак температурного класу електрообладнання (T1...T6).

Маркування вибухозахищеного електрообладнання наноситься на його корпусі при виготовленні (електрографікою, у виді таблички тощо). Експлуатація електрообладнання при пошкодженому марку- ванні або його відсутності забороняється.

Наявність на корпусі електрообладнання, наприклад, маркування 1ExdIIBT3 означає, що електрообладнання вибухобезпечне (1), від- повідає міжнародним стандартам вибухозахисту, побудовано на прин- ципі вибухонепроникної оболонки, може застосовуватись у вибухоне- безпечних середовищах IIB і IIA, температура на поверхні обладнан- ня при його роботі не може перевищувати 200°C – нижчої температу- ри самозаймання суміші групи T3.

#### 4.6.2. Система протипожежного та противибухового захисту

Система протипожежного та противибухового захисту спрямована на створення умов обмеження розповсюдження і розвитку пожеж і вибухів за межі осередку при їх виникненні, на виявлення та ліквіда- цію пожежі, на захист людей та матеріальних цінностей від дії шкідли- вих та небезпечних факторів пожеж і вибухів. Загальні вимоги цієї системи щодо будівель і споруд регламентуються ДБН В.1.1-7-2002.

*Обмеження розповсюдження та розвитку пожежі, загалом, забез- печується:*

- ◆ розміщенням вибухопожежонебезпечних виробничих і складсь- ких будинків, зовнішніх установок, складів горючих рідин, горючих газів з урахуванням переважаючого напрямку вітру, а також рельєфу місцевості;

- ◆ потрібною вогнестійкістю будівель та споруд, зниженням пожежної небезпечності будівельних матеріалів, що використовуються у зовнішніх огорожувальних конструкціях, у тому числі оздоблення та облицювання фасадів, а також у покриттях;

- ◆ застосуванням конструктивних рішень, спрямованих на створення перешкоди поширенню пожежі між будинками, улаштуванням протипожежних відстаней між будівлями та спорудами;

- ◆ встановленням гранично допустимих за техніко-економічними розрахунками площ поверхів виробничих будівель та поверховості будівель і споруд;

- ◆ застосуванням конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, що спрямовані на створення перешкод поширенню небезпечних факторів пожежі приміщеннями, між приміщеннями, поверхами, протипожежними відсіками та секціями;

- ◆ зменшенням пожежної небезпеки будівельних матеріалів і конструкцій, у тому числі оздоблень й облицювань, що застосовуються у приміщеннях та на шляхах евакуації;

- ◆ зменшенням вибухопожежної та пожежної небезпеки технологічного процесу, використанням засобів, що перешкоджають розливу та розтіканню горючих рідин під час пожежі;

- ◆ застосуванням засобів виявлення пожежі та пожежогасіння, у тому числі автоматичних установок пожежогасіння, а також інших інженерно-технічних рішень, спрямованих на обмеження поширення небезпечних факторів пожежі;

- ◆ улаштуванням аварійного відключення та перемикання установок і комунікацій;

- ◆ використанням вогнеперешкоджуючих пристроїв в устаткуванні.

Пожежна небезпека будівель та споруд, а також здатність до поширення пожежі визначається кількістю та властивостями матеріалів, що знаходяться в будівлі, а також пожежною небезпекою будівельних конструкцій, яка залежить від ступеню вогнестійкості та горючості матеріалів з яких вони зроблені. Залежно від матеріалу виготовлення основні будівельні конструкції поділяють на кам'яні, залізобетонні, металеві, дерев'яні, а також такі, що вміщують полімерні матеріали.

Горючість та здатність чинити опір дії пожежі будівельними конструкціями характеризуються їх вогнестійкістю.

*Вогнестійкість конструкції* – це здатність конструкції зберігати несучі та (або) теплоізоляційні функції та цілісність в умовах пожежі. Нормована характеристика вогнестійкості основних будівельних конструкцій називається *ступенем вогнестійкості*.

Ступінь вогнестійкості будівель та споруд залежить від меж вогнестійкості будівельних конструкцій та меж поширення вогню по них.

*Межа вогнестійкості конструкції* – показник вогнестійкості конструкції, який визначається часом від початку вогневого випробування за стандартного температурного режиму до втрати конструкцією несучої здатності, цілісності або теплоізолювальної здатності.

*Межа поширення вогню по будівельних конструкціях* – це розмір зони пошкодження зразка в площині конструкцій від межі зони нагрівання до найбільш віддаленої точки пошкодження.

Відповідно до ДБН В.1.1-7-2002 за вогнестійкістю усі будівлі та споруди діляться на вісім ступенів – I, II, III, IIIа, IIIб, IV, IVа, V.

До конструкцій I-го ступеню вогнестійкості відносяться будівлі з несучими конструкціями та конструкціями огороження із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плитових негорючих матеріалів. Будівлі II-го ступеню вогнестійкості, такі самі, але у їх покриттях допускається застосовувати незахищені сталні конструкції.

Ступінь вогнестійкості III – будівлі з несучими конструкціями та конструкціями огорожі з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону. Для перекриття допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою, вогнетривкими листовими або плитовими матеріалами. До елементів покриття не висуваються вимоги щодо меж вогнестійкості та розповсюдження вогню, при цьому елементи покриття горища із деревини підлягають вогнезахисній обробці.

Ступінь вогнестійкості IIIа – будівлі переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу 0, із сталевих незахищених конструкцій. Конструкції огорожі із сталних профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів із вогнетривким утеплювачем.

Ступінь вогнестійкості IIIб – будівлі переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – із суцільної або клеєної деревини, що піддається вогнезахисній обробці, яка забезпечує потрібні вимоги для меж розповсюдження вогню. Конструкції огороження – із панелей або напівелементної збірки, виконані із застосуванням деревини або матеріалів на її основі. Деревина та інші горючі матеріали конструкцій огороження повинні піддаватися вогнезахисній обробці або захищені від впливу вогню та високих температур для забезпечення вимог щодо меж розповсюдження вогню.

Ступінь вогнестійкості IV – будівлі з несучими конструкціями та конструкціями огорожі із суцільної або клеєної деревини та інших горючих або вогнестійких матеріалів, захищених від впливу вогню та високих температур штукатуркою або іншими листовими або плитовими матеріалами. До елементів покриття не ставляться вимоги до вогнестійкості та меж розповсюдження вогню, елементи покриття горища із деревини не піддаються вогнезахисній обробці.

Ступінь вогнестійкості IVа – будівлі переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – із сталевих незахищених



конструкцій. Конструкції огороження – із сталевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з горючим утеплювачем.

Ступінь вогнестійкості V – будівлі, до несучих конструкцій огорожі яких не ставляться вимоги щодо меж вогнестійкості та меж розповсюдження вогню.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальні межі поширення вогню по них регламентуються ДБН В.1.1-7-2002. Наприклад, максимальні межі вогнестійкості несучих стін зменшуються з 2,5 години для I ступеня вогнестійкості до 0,5 годин для IVa ступеня, а максимальні межі поширення вогню по них складають 0 для I, II, III, IIIa ступенів і 40 см для ступенів IIIб, IV, IVa. Для V ступеня показники вогнестійкості усіх типів будівельних конструкцій не нормуються.

Перевірка відповідності будівельних конструкцій вимогам пожежної безпеки здійснюється у відповідності до вимог СНиП і ДБН.

В умовах пожежі за незначний час різко підвищується температура, виникають динамічні навантаження від падаючих уламків елементів будівель та пролітої для гасіння пожежі води, можливе різкі коливання температур та тиску, які можуть призвести до руйнування окремих конструкцій і будівлі в цілому. Зрозуміло, що стійкість до впливу факторів пожежі визначається, перш за все, матеріалами, з яких виконано будівельні конструкції.

Вогнестійкість кам'яних конструкцій визначається їх перетином, конструктивним виконанням, теплофізичними властивостями матеріалів. Велику межу вогнестійкості мають конструкції з глиняної цегли. В умовах пожежі цегляні конструкції задовільно витримують нагрівання до 700–900°C, не знижуючи міцність та не руйнуючись.

Здатність залізобетонних конструкцій протистояти вогню залежить від інтенсивності та тривалості температурного впливу, класу бетону, арматури та виду заповнювача, розмірів та конфігурації конструкції. Негорючість та відносно невелика теплопровідність бетону забезпечують таку його вогнестійкість, що задовольняє вимогам безпеки. У той же час слід зауважити, що кам'яні та залізобетонні конструкції не можуть чинити опір впливу пожежі без кінця.

Незахищені металеві конструкції під впливом високої температури деформуються, втрачають свою несучу здатність та завалюються. Вони мають невисоку межу вогнестійкості (15 хв.), що визначається часом нагріву до критичної температури, яка для конструкцій різних сталей складає, в середньому, 470–550°C, з алюмінієвих сплавів – 165–225°C. Щоб обмежити зниження міцності металевих конструкцій в умовах пожежі необхідно зменшити швидкість їх нагріву. Для

цих цілей використовують два методи захисту: тепловідвід та теплоізоляцію. Тепловідвід здійснюється охолодженням порожнистих металевих конструкцій рідиною, що циркулює, заповненням порожнистих колон бетоном чи водою, зрошенням металевих конструкцій струменем води. Вогнезахист методом теплоізоляції здійснюється, в основному, трьома способами: збільшенням товщини захисного шару шляхом обкладення цеглою, бетонуванням, штукатуренням встановленням теплоізолюючих облицювань (екранів); нанесенням вогнезахисних покриттів.

Дерев'яні будівельні конструкції, природно, мають підвищену пожежну небезпеку. Низька температура займання (280–300°C) призводить до того, що дерев'яні конструкції можуть загорятися навіть при незначному осередку пожежі, а полум'я може поширюватися зі швидкістю до 2 м/хв. Все це створює серйозну пожежну небезпеку і потребує вогнезахисту деревини та конструкцій, що виконані з неї. До поширених способів вогнезахисту дерев'яних конструкцій відносять традиційне штукатурення, завтовшки до 30 мм, а також вогнезахисне просочування, глибина якого може коливатися від 1 до 15 мм в залежності від технології її проведення. Вибір способу вогнезахисту деревини та параметрів його реалізації проводять з урахуванням конструктивних, технологічних і техніко-економічних вимог, що висуваються до вогнезахисної деревини, та згідно з умовами її використання.

Особливу пожежну небезпеку являють полістирольний пінопласт, що використовується для теплоізоляції легких покриттів, різноманітні оздоблювальні вироби з полімерних матеріалів, килимові та пластикові покриття та текстильні матеріали підлог тощо. Всі вони, як правило, вельми пожежонебезпечні, тому що є горючими матеріалами, мають високу димотворну здатність, при горінні виділяють токсичні продукти. Для зменшення пожежної небезпеки, взагалі, та швидкості поширення пожежі, зокрема, необхідно зводити до мінімуму об'єм використання подібних речовин та матеріалів на об'єкті, а найбільш радикальним і ефективним заходом є повна відмова від їх використання або заміна на більш пожежобезпечні.

Одним з найпоширеніших у будівництві заходів для запобігання можливості розповсюдження пожежі на сусідні будівлі та споруди є протипожежні відстані, які, крім того, створюють сприятливі умови для забезпечення маневрування, встановлення, розгортання пожежної техніки та підрозділів пожежної охорони. Потрібні величини протипожежних відстаней наведені у додатку 3.1 до ДБН 360-92. Цим документом регламентуються протипожежні відстані між житловими, громадськими і допоміжними будинками промислових підприємств,

відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будівель до виробничих будинків, промислових підприємств, сільськогосподарських будівель і споруд. Чинними будівельними нормами встановлюються відстані між виробничими будинками промислових підприємств, будинками і спорудами сільськогосподарських підприємств, протипожежні відстані від житлових і громадських будинків до трамвайних, тролейбусних, автобусних парків, депо метрополітену, складів з горючими речовинами.

Протипожежні відстані не дозволяється захаращувати, використовувати для складування матеріалів та устаткування, стоянок транспорту, будівництва та встановлення тимчасових будівель, споруд, індивідуальних гаражів.

Для запобігання розповсюдженню пожежі та продуктів горіння з приміщень або пожежного відсіку з осередком пожежі в інші приміщення, створюють протипожежні перешкоди. Протипожежна перешкода – це будівельна конструкція, інженерна споруда чи технічний засіб, що має нормовану межу вогнестійкості і перешкоджає поширенню вогню. Вогнестійкість протипожежної перешкоди визначається вогнестійкістю її елементів, до яких належать огорожувальні частини, конструкції, що забезпечують стійкість перешкоди, елементи опори та вузли кріплення. Тому межі вогнестійкості вказаних вище елементів не повинні бути меншими, ніж потрібні межі вогнестійкості огорожувальної частини протипожежної перешкоди. До протипожежних перешкод належать: протипожежні стіни, перегородки, перекриття, зони, тамбури-шлюзи, двері, вікна, люки, клапани, гребені, тощо.

Вертикальні перешкоди, що розділяють будівлю за висотою, називають протипожежними стінами, а об'єм будинку (споруди), виділений протипожежними стінами – пожежним відсіком. Якщо вертикальна перешкода відділяє одне приміщення від іншого в межах поверху, то її іменують протипожежною перегородкою, а приміщення, що розділяють, називають секціями. Протипожежні двері, вікна, ворота, люки, клапани тощо служать для захисту дверних та віконних прорізів, а також отворів для прокладання технологічних комунікацій. Гребені, козирки, діафрагми, пояси обмежують розповсюдження пожежі по поверхнях конструкцій, по рідині, що розлита, та інших горючих матеріалах. За допомогою перешкод, які обмежують розповсюдження пожежі та продуктів горіння, можуть бути створені безпечні зони або приміщення для тривалого чи короточасного перебування людей, що сприяє успішному проведенню операцій їх рятування у разі пожежі. Типи протипожежних перешкод та їх мінімальні межі вогнестійкості приведені в ДБН В.1.1-7-2002. У цьому ж документі,

відповідних інших ДБН та нормативних актах визначені поняття, сутність межі використання, кількісні параметри решти способів та засобів попередження розповсюдження і розвитку пожежі.

**Захист людей у разі пожежі** є найважливішим завданням всієї системи протипожежного захисту. Вирішення цього завдання становить велику складність, оскільки має власну специфіку та здійснюється іншими шляхами, ніж захист будівельних конструкцій чи матеріальних цінностей.

Рятування являє собою вимушене переміщення людей назовні при впливові на них небезпечних факторів пожежі або при виникненні безпосередньої загрози цього впливу. Вимушений процес руху людей з метою рятування називається **евакуацією**. Евакуація людей із будівель та споруд здійснюється через евакуаційні виходи. Шляхом евакуації є безпечний для руху людей шлях, який веде до евакуаційного виходу.

Евакуаційний вихід – це вихід з будинку (споруди) безпосередньо назовні або вихід із приміщення, що веде до коридору чи сходової клітки безпосередньо або через суміжне приміщення. Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть із приміщень:

- першого поверху безпосередньо назовні або через вестибюль, коридор, сходову клітку;
- будь-якого поверху, крім першого у коридор, що веде на внутрішню сходову клітку або безпосередньо на зовнішні відкриті сходи;
- у сусіднє приміщення на тому ж поверсі, яке забезпечене виходами, зазначеними у попередніх пунктах;
- цокольного, підвального, підземного поверху назовні безпосередньо через сходову клітку або коридор, що веде на сходову клітку, яка має вихід назовні.

Із приміщень, розташованих на другому та більш високих поверхах (висотою не більше 30 м) допускається передбачати евакуаційний (запасний) вихід на зовнішні сталеві сходи. Кількість евакуаційних виходів із приміщень та з кожного поверху будівель потрібно приймати за ДБН В.1.1-7-2002, але не менше двох. Евакуаційні виходи повинні розташовуватись розосереджено. Мінімальну відстань між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами з приміщення можна визначати за формулою:

$$L = 1,5\sqrt{P},$$

де  $P$  – периметр приміщення.

Ширина шляхів евакуації в світлі повинна бути не менша 1 м, висота проходу – не менша 2 м. Улаштування гвинтових сходів на шляхах

евакуації не допускається. Між маршами сходів необхідно передбачати горизонтальний зазор не менше 50 мм.

Двері на шляху евакуації повинні відкриватися за напрямком виходу з приміщення. Двері на балкони та площадки, призначені для евакуації з приміщень із одночасним перебуванням не більше 15 людей, а також із комор з площею не більше 200 м<sup>2</sup> та санітарних вузлів, допускається проектувати такими, що відкриваються в середину приміщення. Улаштування розсувних та в'їзних дверей на шляхах евакуації не допускається. Мінімальна ширина дверей на шляхах евакуації повинна бути 0,8 м. Ширина зовнішніх дверей сходових кліток повинна бути не менша ширини маршу сходів.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу із приміщення безпосередньо назовні або на сходову клітку не повинна перевищувати значень, наведених у ДБН В1.1-7-2002.

Шляхи евакуації людей на випадок пожеж мають забезпечити евакуацію в терміни, що не перевищують значень, приведених у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

**Необхідний час евакуації людей (хв.) із виробничих будинків I і II ступеню вогнестійкості відповідно до СНиП II-2-80**

Категорія виробництва	Об'єм приміщення, тис. м <sup>3</sup>			
	до 15	30	40	50
А, Б	0,50	0,75	1,00	1,50
В	1,25	2,00	2,00	2,50
Г, Д	Не обмежується			
При проміжних значеннях об'ємів необхідний час варто визначати інтерполяцією				

Виконання нормативних вимог до шляхів евакуації ще не гарантує повного успіху евакуації людей у разі пожежі. Для забезпечення організованого руху під час евакуації та попередження паніки технічні рішення повинні бути доповнені організаційними заходами, до яких, передусім, відносяться інструктаж та навчання персоналу. З цією ж метою розробляють плани евакуації з будівель та місць з масовим перебуванням людей.

План евакуації складається з двох частин: графічної і текстової. Графічна частина являє собою план поверху або приміщення, на який нанесено пронумеровані евакуаційні шляхи і виходи з маршрутами руху. Маршрути руху до основних евакуаційних виходів зображуються суцільними лініями зі стрілками зеленого кольору, маршрути до запасних виходів – пунктирними зеленими лініями зі стрілками. Окрім маршруту руху на плані позначаються місця розташування засобів оповіщення та пожежогасіння.

Текстова частина плану евакуації, яка являє собою таблицю з переліком та послідовністю дій у разі пожежі для конкретних посадових осіб і працівників, затверджується керівником об'єкту. План евакуації вивішується на видному місці, а його положення повинні систематично відпрацьовуватись на практиці.

Дуже важливо для безпеки людей створити протидимний захист приміщень і особливо шляхів евакуації. Протидимний захист забезпечується обмеженням розповсюдження продуктів горіння по будівлях та приміщеннях, ізоляцією можливих місць виникнення пожежі, примусовим видаленням диму. Ці задачі вирішуються за допомогою об'ємно-планувальних та конструктивних рішень при проектуванні об'єктів, деякими технологічними прийомами в процесі будівництва, завдяки використанню спеціальних пристроїв і вентиляційних систем, які призначені для видалення диму, зниження температури і конденсації продуктів горіння.

**Виявлення та гасіння пожежі** є важливою складовою у справі забезпечення пожежної безпеки.

Для своєчасного здійснення заходів з евакуації людей, включення стаціонарних установок пожежогасіння, виклику пожежників тощо, вибухопожежонебезпечні об'єкти обладнуються системами пожежної сигналізації, запуск яких може здійснюватись автоматично або вручну.

Система пожежної сигналізації повинна швидко виявляти місця виникнення пожежі, надійно передавати сигнал на приймальноконтрольний прилад і до пункту прийому сигналів про пожежу, перетворювати сигнал про пожежу у сприйнятливий для персоналу об'єкту, що захищується, форму, вмикати існуючі стаціонарні системи пожежогасіння, забезпечувати самоконтроль функціонування.

До складу будь-якої системи пожежної сигналізації входять пожежні сповіщувачі, приймальний прилад та автономне джерело електроживлення.

**Пожежний сповіщувач** – це пристрій для формування сигналу про пожежу. В залежності від способу формування сигналу ПС бувають ручні та автоматичні.

Ручний сповіщувач являє собою технічний пристрій (кнопка, тумблер тощо), за допомогою якого особа, яка виявила пожежу, може подати повідомлення на приймальний прилад або пульт пожежної сигналізації. Ручні сповіщувачі встановлюються всередині приміщень на відстані 50 м, а поза межами приміщень – на відстані 150 м один від одного.

Автоматичний пожежний сповіщувач системи пожежної сигналізації встановлюється в зоні, яка охороняється, та автоматично подає сигнал тривоги на приймальний прилад (пульт) при виникненні одного або кількох ознак пожежі: підвищенні температури, появи диму або полум'я, появи значних теплових випромінювань.

Сповіщувачі за видом контрольованого параметра поділяються на теплові, димові, полум'яневі (світлові), комбіновані. За видом зони, автоматичні сповіщувачі поділяються на точкові (найбільш чисельна група) та лінійні. Точкові сповіщувачі контролюють ситуацію в місці розташування сповіщувача і, таким чином, сигнали від них є адресними, з точним визначенням місця пожежі. Лінійні ПС реагують на виникнення фактора пожежі впродовж певної безперервної лінії, при цьому спрацювання будь-якого ПС у шлейфі не дає інформацію про конкретне місце пожежі.

За видом вихідного сигналу сповіщувачі поділяються на дискретні та аналогові.

Дискретні ПС у більшості випадків можуть бути в одному з двох станів: у черговому режимі (нормальний режим) та в режимі «Тривога» (в деяких ПС є також стан «Несправність», наприклад, в лінійних активних сповіщувачах). До такої групи належить більшість сповіщувачів. Аналоговий ПС – це перетворювач, вихідний сигнал якого є безперервною монотонною функцією параметра, що контролюється. Такий сповіщувач у відповідності з визначенням ПС не є функціонально завершеним вузлом і може працювати тільки зі станцією пожежної сигналізації, яка приймає вихідний сигнал аналогового ПС і, після порівняння його з певним, програмно встановленим пороговим значенням, приймає рішення про визначення або невизначення фактора, що контролюється, пожежонебезпечним.

За кількістю можливих спрацювань ПС поділяють на одноразові та багаторазові. Більшість ПС, що випускається, є багаторазовим. Одноразові ПС в наш час застосовуються у виключних випадках, наприклад, як запобіжники, що вимикають подачу живлення на певну установку у разі виникнення пожежі.

ПС за способом реагування на параметри, що контролюються, поділяються на максимальні та диференційні. Сповіщувач максимального типу формує сповіщення про пожежу у разі перевищення за

певний період часу встановленого значення контрольованого параметра. Пожежний сповіщувач диференційного типу формує сповіщення про пожежу в разі перевищення за певний період часу встановленого значення швидкості зміни контрольованого параметра. Приймально-контрольні прилади пожежної та охоронно-пожежної сигналізації – це складова частина засобів пожежної та охоронно-пожежної сигналізації, що призначена для прийому інформації від пожежних (охоронних) сповіщувачів, перетворення та оцінки цих сигналів, видачі повідомлень для безпосереднього сприймання людиною, подальшої передачі повідомлень на пульт централізованого спостереження (ПЦС), видачі команд на включення сповіщувачів і приладів керування системи пожежогасіння і димовидалення, забезпечення перемикання на резервні джерела живлення у разі відмови основного джерела. Вибір типу окремих елементів, розробка алгоритмів і функцій системи пожежної сигналізації виконується з урахуванням пожежної небезпеки та архітектурно-планувальних особливостей об'єкта.

**Способи і засоби гасіння пожеж.** Комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі, що виникла, називається *пожежогасінням*. Основою пожежогасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння, суть яких полягає у приведеному нижче.

Спосіб охолодження ґрунтується на тому, що горіння речовини можливе тільки тоді, коли температура її верхнього шару вища за температуру його запалювання. Якщо з поверхні горючої речовини відвести тепло, тобто охолодити її нижче температури запалювання, горіння припиняється.

Спосіб розбавлення базується на здатності речовини горіти при вмісті кисню у атмосфері більше 14–16% за об'ємом. Зі зменшенням кисню в повітрі нижче вказаної величини полуменеве горіння припиняється, а потім припиняється і тління внаслідок зменшення швидкості окислення. Зменшення концентрації кисню досягається введенням у повітря інертних газів та пари із зовні або розведенням кисню продуктами горіння (у ізованих приміщеннях).

Спосіб ізоляції ґрунтується на припиненні надходження кисню повітря до речовини, що горить. Для цього застосовують різні ізолюючі вогнегасні речовини (хімічна піна, порошок та інше).

Спосіб хімічного гальмування реакцій горіння полягає у введенні в зону горіння галогідно-похідних речовин (бромисті метил та етил, фреон та інше), які при попаданні у полум'я розпадаються і з'єднуються з активними центрами, припиняючи екзотермічну реакцію, тобто виділення тепла. У результаті цього процес горіння припиняється.



Спосіб механічного зриву полум'я сильним струменем води, порошку чи газу.

Спосіб вогнеперешкоди, заснований на створенні умов, за яких полум'я не поширюється через вузькі канали, переріз яких менший за критичний.

Реалізація способів припинення горіння досягається використанням вогнегасних речовин та технічних засобів. До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створювати умови для припинення горіння. Серед них найпоширенішими є вода, водяна пара, піна, газові вогнегасні суміші, порошки, пісок, пожежостійкі тканини, тощо. Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів. Наприклад, для охолодження використовують воду, водні розчини, снігоподібну вуглекислоту; для розбавлення горючого середовища – діоксид вуглецю, інертні гази, водяну пару; для ізоляції вогнища – піну, пісок; хімічне гальмування горіння здійснюється за допомогою брометилу, хладону, спеціальних порошоків.

Коротку характеристику основних вогнегасних речовин почнемо з води, яка є найбільш розповсюдженим засобом припинення горіння. Вона має порівняно малу в'язкість, легко просочується в щілини та шпарини горючої речовини. При цьому вода поглинає велику кількість тепла завдяки випаровуванню (для випаровування 1 кг води витрачається 2258,5 кДж тепла) і утворює парову хмару, що в свою чергу перешкоджає доступу кисню до речовини, що горить. Крім того, перетворюючись на пару, вода збільшується в об'ємі приблизно у 1700 разів. Змішуючись із горючими газами, що виділяються при горінні, пара розводить їх, утворюючи суміш, не здатну до горіння. У вигляді потужних струменів, воду можна також застосовувати для механічного збиття полум'я. Завдяки високій технологічній стійкості води (розкладення на кисень та водень відбувається при температурі 1700°C) її можна використовувати для гасіння більшості горючих матеріалів та рідин. Застосування розчинів змочувачів, які зменшують поверхневий натяг води, дає можливість зменшити її витрати на гасіння деяких матеріалів на 30–50%. Воду для гасіння використовують як у компактному так і у розпиленому стані. Компактні струмені води звичайно застосовують у випадках, коли неможливо близько підійти до осередку горіння, наприклад, при пожежі на великій висоті, на складах лісових матеріалів і т.ін. Дальність, на яку б'є компактний струмінь, досягає 70–80 м. Для отримання компактного струменю використовують ручні та лафетні стволи.

Значно більший вогнегасний ефект спостерігається при застосуванні води у дрібно розпиленому стані. У такому вигляді її можна

використовувати навіть для гасіння легкозаймистих та горючих рідин, оскільки туманоподібна хмара дрібнорозпиленої води ізолює поверхні рідин від проникнення кисню. І хоча вода у компактному стані є добрим електропровідником, що створює певну небезпеку під час гасіння пожеж електроустаткування під напругою, в тонко розпиленому стані вода може використовуватись для гасіння електроустановок, тому що в такому стані електричний опір води різко зростає.

Не рекомендується гасити водою цінні речі, обладнання, книги, документи та інші предмети, що приходять під впливом води до непридатного стану.

Інколи для гасіння вогню застосовують пару. Сутність гасіння пожежі полягає у зменшенні вмісту кисню у повітрі. Концентрація пари у повітрі 30–35% по об'єму викликає припинення горіння. Крім того, пара частково охолоджує предмети, що погано вентилюються.

*Піна* – це колоїдна дисперсна система, яка складається із дрібних бульбашок, заповнених газом. Стінки бульбашок утворюються із розчинів поверхневоактивних речовин і стабілізаторів, склад яких обумовлює стійкість піни. За способом створення і складом газової фази піни поділяють на хімічні та повітряно-механічні. Хімічна піна отримується в результаті взаємодії кислотного та лужного розчинів у ручних вогнегасниках або хімічних піногенераторах. Повітряно-механічна піна утворюється за допомогою спеціальних піногенераторів із водних розчинів піноутворювачів.

Піна має досить низьку теплопровідність. Вона здатна перешкоджати випаровуванню горючих речовин, а також проникненню парів, газів, теплового випромінювання. Оскільки основою піни є вода, вона також має охолоджувальні властивості. Важливими характеристиками піни є її стійкість і кратність – відношення об'єму піни до об'єму піноутворюючої рідини. Низьократними пінами вогонь гасять, головним чином, на поверхнях. Для гасіння рідин застосовують піни середньої кратності (до 100). Для об'ємного гасіння, витиснення диму, ізоляції технологічних установок від впливу теплових потоків використовують високokratну піну (100–150 та більше).

*Вуглекислий газ* ( $\text{CO}_2$ ) безбарвний, не горить, при стисканні під тиском 3,5 МПа (35 кг/см<sup>2</sup>) перетворюється у рідину, що називається вуглекислою, яка зберігається і транспортується у сталевих балонах під тиском. За нормальних умов вуглекислота випаровується, при цьому з 1 кг кислоти отримується 509 л газу.

Для гасіння пожеж вуглекислоту застосовують у двох станах: у газоподібному та у вигляді снігу. Сніжинки вуглекислоти мають температуру  $-79^\circ\text{C}$ . При надходженні у зону горіння вуглекислота випа-

ровується, сильно охолоджує зону горіння та предмет, що горить, і зменшує процентний вміст кисню. В результаті цього горіння припиняється.

Вуглекислота не електропровідна. Застосовують її для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, а також для гасіння цінних речей.

Інертні гази (азот, аргон, гелій) та димові гази мають здатність зменшувати концентрацію кисню в осередку горіння. Вогнегасна концентрація цих газів при гасінні пожеж у закритих приміщеннях складає 30–36% за об'ємом.

*Галоїдовані вуглеводні* (хладон, чотирихлористий вуглець, бромистий етил та ін.) є високоефективними вогнегасними засобами. Їх вогнегасна дія заснована на гальмуванні хімічних реакцій горіння. Галоїдовані вуглеводні застосовують для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів, найчастіше при пожежах у замкнених об'ємах. Вогнегасна концентрація цих речовин значно нижча за вогнегасну концентрацію інертних газів, наприклад, для бромистого етилу вона складає 4,5%, чотирихлористого вуглецю 10,5% по об'єму. У той же час слід зазначити, що більшість цих речовин є вкрай шкідливими, тому можуть застосовуватися за умови відсутності людей у приміщенні. Відносно помірну токсичність має хладон 114В2, який забезпечує гасіння при концентраціях всього біля 2%. Але за вимогами безпеки евакуація людей повинна бути завершена до його використання. Особи, що беруть участь у ліквідації пожежі, можуть заходити у приміщення, де використовують будь-які галоїдовані вуглеводні, тільки у спеціальних засобах захисту органів дихання.

*Вогнегасні порошки* використовують для ліквідації горіння твердих, рідких та газоподібних речовин. Вогнегасний ефект застосування порошків складається з хімічного гальмування реакції горіння, утворення на поверхні речовини, що горить, ізолювальної плівки, утворення хмари порошку, яка має властивості екрану, механічного збивання полум'я твердими частинками порошку та виштовхування кисню із зони горіння за рахунок виділення  $\text{CO}_2$ . Найчастіше порошки застосовують при горінні легкозаймистих і горючих рідин, електроустановок, вуглецевих тліючих матеріалів, лужних та лужно-земельних металів та інших речовин (калію, магнію, натрію), які не можна гасити водою та водяними розчинами.

*Стиснуте повітря* використовують для гасіння горючих рідин з метою перемішування рідини, що горить. Стиснуте повітря, яке подається знизу, переміщує нижні, більш холодні шари рідини наверх, зменшуючи температуру верхнього шару. Коли температура верхньо-

го шару стає меншою за температуру займання, горіння припиняється. Стиснуте повітря використовують при гасінні пожеж у резервуарах нафтопродуктів великої місткості.

Гасіння невеликих осередків пожежі може здійснюватись піском, покривалом з повстини, азбесту, брезенту та інших матеріалів. Метод полягає в ізолюванні зони горіння від повітря і механічному збиванні полум'я.

Вибір вогнегасної речовини залежить від характеру пожежі, властивостей і агрегатного стану речовин, що горять, параметрів пожежі (площі, інтенсивності, температури горіння тощо), виду пожежі (у закритому або відкритому повітрі), вогнегасної здатності щодо гасіння конкретних речовин та матеріалів, ефективності способу гасіння пожежі.

Оскільки вода є основною вогнегасною речовиною, необхідно приділити особливу увагу створенню та працездатності надійних систем водопостачання.

Відповідно до протипожежних норм кожне промислове підприємство обладнують пожежним водопроводом. Він може бути об'єднаним з господарсько-питним або водопроводом, який використовують у виробничому процесі. Воду також можна подавати до місця пожежі з водоймищ річок або підвозити в автоцистернах.

Нормами допускається обладнання окремого пожежного водопроводу високого або низького тиску. Під час гасіння пожеж напір води в водопроводах високого тиску створюється спеціальними стаціонарними пожежними насосами. Їх обладнують пусковими пристроями, які включають систему в роботу при одержанні сигналу про виникнення пожежі.

Водопровід високого тиску має забезпечити подачу компактного струменя води на висоту 10 м, коли пожежний ствол розміщено на рівні самого високого об'єкта, при максимальному споживанні води з внутрішніх пожежних кранів. У водопроводах низького тиску напір води створюється за допомогою пересувних пожежних насосів (мотопомпи, автонасоси), які подають воду від гідрантів до місця пожежі. Напір в мережі пожежного водопроводу низького тиску повинен забезпечити висоту струменя не менше 10 м відносно землі.

Основними елементами устаткування водяного пожежогасіння на об'єктах є пожежні гідранти, пожежні крани, пожежні рукави, насоси та ін.

Пожежні гідранти використовують для відбору води із зовнішнього водопроводу. Біля місця їх розташування повинні бути встановлені покажчики з нанесеними на них: літерним індексом «ПГ», цифровими

значеннями відстані в метрах від покажчика до гідранта, внутрішнього діаметра трубопроводу в міліметрах, зазначенням виду водопровідної мережі (тупикова чи кільцева).

Пожежний кран являє собою комплект пристроїв, який складається із клапана (вентиля), що встановлюється на пожежному трубопроводі і обладнаного пожежною з'єднувальною головкою, а також пожежного рукава з ручним стволом. Пожежні крани повинні розміщуватись у вбудованих або навісних шафах, які мають отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкривання. Пожежні рукави необхідно утримувати сухими, складеними в «гармошку» або скатку, приєднаними до кранів та стволів. Не рідше одного разу на 6 місяців їх треба розгортати та згортати заново. На дверцятах пожежних шаф повинні бути вказані після літерного індексу «ПШ» порядковий номер крана та номер телефону для виклику пожежної охорони.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, лом, сокири тощо). Їх застосовують для ліквідації невеликих загорянь до приведення в дію стаціонарних та пересувних засобів гасіння пожежі або до прибуття пожежної команди. Кожне приміщення, відділення, цех, транспортні засоби повинні бути забезпечені такими засобами у відповідності з нормами. Фарбування первинних засобів гасіння пожежі та їх розташування виконуються згідно вимог ГОСТ 12.4.026-76. Як правило, первинні засоби пожежогасіння розміщуються на пожежних щитах або стендах, які встановлюються на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 5000 м<sup>2</sup>.

Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники. Залежно від вогнегасних речовин, що використовуються, вогнегасники ділять на пінні, газові та порошкові.

Пінні вогнегасники застосовують при пожежах класів А і В для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів, за виключенням речовин, які горять без доступу повітря або здатні горіти та вибухати при взаємодії з піною та електрообладнання, що знаходиться під напругою.

За способом утворення піни пінні вогнегасники поділяються на хімічні та повітряно-механічні.

Заряд хімічно-пінного вогнегасника ВХП-10 складається з кислотної та лужної частин. При приведенні вогнегасника в дію кислотна та

лужна складові змішуються і відбувається хімічна реакція з інтенсивним виділенням вуглекислого газу. Частина цього газу іде на утворення піни з розчину, який містить піноутворювач. Інша частина створює тиск (до 1 МПа), необхідний для викиду піни. Час дії вогнегасника 60 с, довжина струменя 6–8 м, кратність піни 8–10. У повітряно-пінних вогнегасниках (ВПП-5, ВПП-10) піна утворюється завдяки механічному перемішуванню розчину піноутворювача стиснутим повітрям, яке міститься у спеціальному балончику. Кратність піни цих вогнегасників 55, дальність викиду піни – 4,5 м.

За обмеженості сфери застосування, незручностей щодо утримання пінних вогнегасників у стані готовності тощо їх випуск практично призупинено.

На даний час більш досконалими і такими, що відповідають тенденціям у розвитку засобів пожежогасіння, є порошкові вогнегасники. Вони можуть застосовуватись при пожежах класів А, В, С, D і Е для гасіння загорань твердих речовин, рідин, газів та електрообладнання під напругою до 1000В. Порошкові вогнегасники випускаються двох типів: з пусковим балоном і закачні.

У вогнегасниках з пусковим балоном (ОП-2, ОП-5Б, ОП-5М, ОП-9, ОП-50) корпус, в якому знаходиться пусковий балон з газом чи повітрям під тиском, заповнюється вогнегасним порошком.

При приведенні вогнегасника в дію відкривається пусковий балон і порошок витискується з корпусу вогнегасника через сільфонну трубку. Враховуючи останнє, при використанні цих вогнегасників їх необхідно тримати у вертикальному положенні горловиною догори.

У закачних вогнегасників (ОП-2(з), ОП-5(з)М, ОП-9(з), ОП-50(з)) відсутній пусковий балон, а тиск повітря чи газу підтримується безпосередньо у корпусі вогнегасника. Це дає можливість контролювати наявність тиску у вогнегаснику а також підтримувати його потрібні параметри.

Загальний вид порошкових вогнегасників, які випускаються Чернігівським колективним підприємством «Пожтехніка», наведено на рис. 4.2.

Вуглекислотні вогнегасники випускають трьох типів: ВВ-2, ВВ-5 та ВВ-8 (цифри показують місткість балону у літрах). Їх застосовують при пожежах класів А, В і Е для гасіння твердих та рідких речовин (крім тих, що можуть горіти без доступу повітря), а також електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В за умови обмеження наближення до струмопровідних частин на відстань не ближче 1 м.

Вуглекислота у вогнегаснику знаходиться у рідкому стані під тиском 6–7 МПа. При відкритті вентилю балона вогнегасника, за



Рис. 4.2. Загальний вид порошкових вогнегасників

рахунок швидкого адіабатичного розширення, вуглекислий газ миттєво перетворюється у снігоподібну масу, у вигляді якої він і викидається з дифузора вогнегасника. Час дії вогнегасників цього типу 25–40 с, довжина струменя 1,5–3 м.

Вуглекислотно-брометилові вогнегасники ВВБ-3 та ВВБ-7 за зовнішнім виглядом та побудовою мало відрізняються від вуглекислотних. Їх заряджають сумішшю, що складається із 97% бромистого етилу та 3% вуглекислого газу. Завдяки високій змочувальній здатності бромистого етилу продуктивність цих вогнегасників у 4 рази вища за продуктивність вуглекислотних. У зв'язку з високою токсичністю бромистого етилу вказані вогнегасники мають обмежене використання і застосовуються в основному при пожежах класів В, С, Е. При цьому використання спеціальних засобів захисту органів дихання особами, що беруть участь у гасінні пожежі, є обов'язковим.

Вибір типу і розрахунок необхідної кількості вогнегасників проводиться в залежності від їх вогнегасної здатності, граничної площі, класу пожежі у приміщенні чи об'єкта, що потребує захисту відповідно до чинних нормативів (див. ОНТП 24-86)

Громадські будівлі та споруди промислових підприємств повинні мати на кожному поверсі не менше двох ручних вогнегасників. При захисті приміщень, в яких знаходяться електронно-обчислювальні машини, копіювальна та інша оргтехніка, а також телефонних станцій,

архівів тощо, необхідно враховувати специфіку вогнегасних речовин у вогнегасниках, що можуть призвести під час гасіння пожежі до псування обладнання, документів та інших матеріальних цінностей. Такі приміщення рекомендується забезпечувати вуглекислотними вогнегасниками з урахуванням гранично допустимої концентрації вогнегасної речовини.

Максимально допустима відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування вогнегасника має бути: 20 м – для громадських будівель та споруд, 30 м – для приміщень категорії А, Б, В (горючі гази та рідини); 40 м – для приміщень категорії В і Г, 70 м – для приміщень категорії Д.

Приміщення, обладнані стаціонарними установками автоматичного пожежогасіння, комплектуються вогнегасниками на 50% їх розрахункової кількості.

Для гасіння великих загорянь у приміщеннях категорій А, Б, В застосовують стаціонарні установки водяного, газового, хімічного та повітряно-пінного гасіння.

До розповсюджених стаціонарних засобів гасіння пожежі відносять спринклерні та дренчерні установки. Вони являють собою розгалужену мережу трубопроводів зі спринклерними або дренчерними головками і розташовуються під стелею приміщення, яке потрібно захистити, або в інших місцях – залежно від типу і властивостей вогнегасячих речовин.

У водяних спринклерних установках водорозпилюючі головки одночасно є датчиками. Вони спрацьовують при підвищенні температури у зоні дії спринклерної головки. Сплав, який з'єднує пластини замка, що закриває вихід води, плавиться, замок розпадається і розпилена завдяки спеціальній розетці вода починає падати на джерело займання. Кількість спринклерних головок визначають з розрахунку 12 м<sup>2</sup> підлоги на одну головку.

Дренчерна головка за зовнішнім виглядом мало відрізняється від спринклерної. Але вона відкрита – не має легкоплавкого замка. Вмикання дренчерної установки при пожежі у приміщенні, що потребує захисту, здійснюється або за допомогою пускового вентиля, який відкривається вручну, або за допомогою спеціального клапана, обладнаного легкоплавким замком. В обох випадках вода поступає до всіх дренчерів і в розпиленому стані одночасно починає зрошувати всю площу, над якою розташовані дренчерні головки. Таким чином можуть створюватися водяні завіси або здійснюватися гасіння пожеж на великій площі. Замки спринклерних головок та контрольні клапани дренчерних установок розраховані на температуру розкривання



72, 93, 141 та 182°C у залежності від можливої температури при пожежі у приміщенні, що потребує захисту.

Спринклерні та дренчерні установки безперервно вдосконалюються. На даний час застосовують дренчерні установки для гасіння пожеж повітряно-механічною піною, у яких звичайні дренчери замінені пінними, а керування автоматизоване. Кран автоматичного пуску зв'язаний із температурним датчиком, що знаходиться безпосередньо у приміщенні. Є також автоматичні вуглекислотні установки гасіння пожежі.

Одним з варіантів стаціонарних установок пожежогасіння є системи автоматичні модульні САМ-3, САМ-6, САМ-9 (див. рис. 4.3), у яких використовуються вогнегасні порошки. У цих системах принцип дії закачних порошкових вогнегасників суміщено з принципом дії теплового замка. При досягненні певної температури, що є свідченням виникнення у приміщенні пожежі, спрацьовує тепловий замок і автоматично починається розпилення порошка. Це забезпечує ефективне застосування таких САМ для протипожежного захисту об'єктів без участі людини.

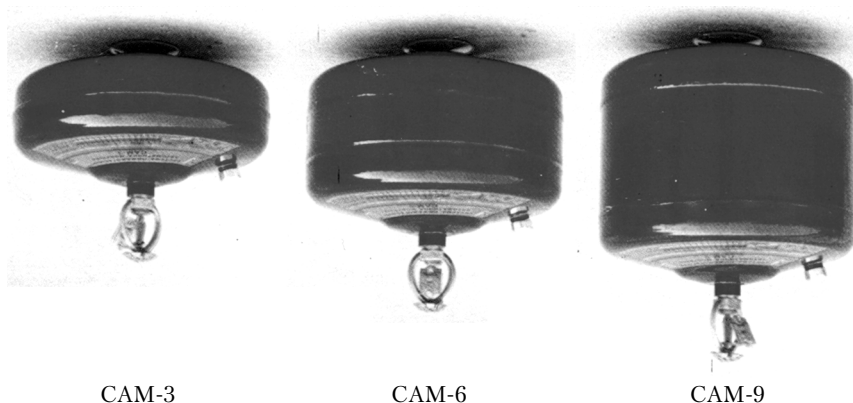


Рис. 4.3. Загальний вид автоматичних модульних систем

Застосовуються САМ для гасіння пожеж класів А, В, С, а також Е.

#### 4.6.3. Система організаційно-технічних заходів

**Організаційно-правові основи та структура забезпечення пожежної безпеки.** Складність та різноманітність завдань, пов'язаних з організацією забезпечення пожежної безпеки, викликають необхідність безпосередньої участі в цьому процесі всіх державних, господарських, комерційних та громадських організацій, окремих громадян.

Залежно від призначення та функцій відповідні організації наділяються певними повноваженнями, а власники підприємств, орендарі та громадяни – обов'язками, розподіл яких встановлено Законом України «Про пожежну безпеку».

Згідно з цим Законом, центральні органи виконавчої влади забезпечують:

- проведення єдиної політики в галузі пожежної безпеки;
- визначення основних напрямів розвитку науки й техніки, координацію державних, міжрегіональних заходів і наукових досліджень у галузі пожежної безпеки, керівництво відповідними науково-дослідними установами;
- розробку та затвердження державних стандартів, норм і правил пожежної безпеки;
- встановлення єдиної системи обліку пожеж;
- організацію навчання спеціалістів у галузі пожежної безпеки, керівництво пожежно-технічними навчальними закладами;
- оперативне управління силами і технічними засобами, які залучаються до ліквідації великих пожеж;
- координацію роботи щодо створення і випуску пожежної техніки та засобів протипожежного захисту, встановлення державного замовлення на їх випуск і постачання;
- співробітництво з органами пожежної безпеки інших держав.

Окремі міністерства і відомства, Рада Міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві органи державної виконавчої влади, органи місцевого та регіонального самоврядування в межах своєї компетенції організують розроблення та впровадження у відповідних галузях і регіонах організаційних і науково-технічних заходів щодо запобігання пожежам та їх гасіння, забезпечення пожежної безпеки населених пунктів і об'єктів.

Повноваження в галузі пожежної безпеки асоціацій, корпорацій, концернів, інших виробничих об'єднань визначаються їх статутами або договорами між підприємствами, що утворили об'єднання. Для використання делегованих об'єднанню функцій у його апараті створюється служба пожежної безпеки.

Велике коло обов'язків щодо забезпечення пожежної безпеки покладається на керівників, власників і орендарів підприємств. Вони зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, впроваджувати досягнення науки і техніки, позитивний досвід;
- відповідно до нормативних актів з пожежної безпеки розробляти і затверджувати положення, інструкції, інші нормативні акти, що

діють у межах підприємства, установи та організації, здійснювати постійний контроль за їх дотриманням;

- забезпечувати дотримання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;

- організовувати навчання працівників правил пожежної безпеки та пропаганду заходів щодо їх забезпечення;

- у разі відсутності в нормативних актах вимог, необхідних для забезпечення пожежної безпеки, вживати відповідних заходів, погоджуючи їх з органами державного пожежного нагляду;

- утримувати в справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;

- створювати у разі потреби відповідно до встановленого порядку підрозділи пожежної охорони та необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу;

- подавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів і продукції, що ними виробляється;

- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж і використання з цією метою виробничої автоматики;

- своєчасно інформувати пожежну охорону про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання, а також про закриття доріг і проїздів на своїй території;

- проводити службове розслідування випадків пожеж.

Обов'язки сторін щодо забезпечення пожежної безпеки орендованого майна повинні бути визначені у договорі оренди.

**Служба пожежної безпеки.** Координація і вдосконалення роботи із забезпечення пожежної безпеки та контролю за проведенням і виконанням протипожежних заходів здійснюється службою пожежної безпеки (СПБ), яка створюється в міністерствах, інших центральних органах виконавчої влади, в об'єднаннях підприємств різної форми власності. Діяльність СПБ регламентується Законом України про пожежну безпеку та Типовим положенням про службу пожежної безпеки, затвердженим наказом №220 МВС України 12 квітня 1995 р.

Цим документом визначено основні завдання СПБ, до яких відносяться: вдосконалення та координація пожежно-профілактичної роботи, організація розробки комплексних заходів щодо поліпшення пожежної безпеки, контроль за їх виконанням, координація проведення науково-технічної політики з питань пожежної безпеки, здійснен-

ня методичного керівництва і контролю за діяльністю підвідомчих об'єктів у галузі пожежної безпеки та підрозділів відомчої пожежної охорони, облік пожеж та їх наслідків на підвідомчих об'єктах.

Для виконання перелічених завдань співробітники СПБ наділені відповідними повноваженнями. Зокрема, вони мають право: перевіряти стан пожежної безпеки на підпорядкованих об'єктах та у разі потреби видавати їх керівникам обов'язкові для виконання приписи, вимагати від посадових осіб усунення від роботи працівників, які порушують вимоги правил пожежної безпеки або не пройшли відповідного навчання, припиняти чи забороняти експлуатацію окремих приміщень, дільниць, обладнання, агрегатів у разі порушення правил пожежної безпеки і створення безпосередньої загрози виникнення пожежі або перешкоджань її гасінню та евакуації людей, тощо.

Одночасно працівники СПБ несуть персональну відповідальність за невідповідність ухвалених ними рішень вимогам чинного законодавства та невиконання своїх функціональних обов'язків.

**Пожежна охорона.** Система пожежної охорони створюється для захисту життя і здоров'я громадян, приватної, колективної та державної власності від пожеж, підтримання належного рівня пожежної безпеки на об'єктах і в населених пунктах.

До основних завдань пожежної охорони відносяться:

- здійснення контролю за дотриманням протипожежних вимог;
- запобігання пожежам і нещасним випадкам;
- гасіння пожеж, рятування людей та надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф та стихійного лиха.

Таким чином пожежна охорона виконує як профілактичну, так і бойову роботу. Пожежна охорона поділяється на державну, відомчу, місцеву та добровільну.

Державна пожежна охорона формується на базі існуючих воєнізованої та професійної пожежної охорони, входить до системи Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської аварії (МНС), здійснює державний пожежний нагляд. Вона створюється в містах, населених пунктах, на промислових та інших об'єктах незалежно від форм власності і складається з підрозділів, апаратів управління та допоміжних служб.

Державна пожежна охорона є одночасно самостійною протипожежною службою цивільної оборони, а також службою, яка в межах своєї компетенції виконує мобілізаційну роботу.

На об'єктах міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, перелік яких визначається Кабінетом Міністрів України, створюються підрозділи відомчої пожежної (пожежно-сторожової) охорони, які здійснюють свою діяльність згідно з положеннями, погодженими з

МНС України. Підрозділи відомчої пожежної охорони, що мають виїзну пожежну техніку, залучаються до гасіння пожеж у порядку, який встановлюється державною пожежною охороною. Ці підрозділи у питаннях підготовки особового складу та організації гасіння пожеж керуються нормативними актами, що діють у державній пожежній охороні.

У населених пунктах, де немає підрозділів державної пожежної охорони, органами місцевої державної адміністрації створюються місцеві пожежні команди

Фінансування та матеріально-технічне забезпечення місцевих пожежних команд здійснюється за рахунок коштів місцевого бюджету, коштів, які відраховуються підприємствами, установами та організаціями, розташованими на території району.

На підприємствах, в установах та організаціях з метою проведення заходів щодо запобігання пожежам та організації їх гасіння можуть створюватися з числа робітників, службовців, інженерно-технічних працівників та інших громадян добровільні пожежні дружини (команди).

**Державний пожежний нагляд.** Державний пожежний нагляд за станом пожежної безпеки в населених пунктах і на об'єктах незалежно від форм власності здійснюється відповідно до чинного законодавства державною пожежною охороною в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

Органи державного пожежного нагляду не залежать від будь-яких господарських органів, об'єднань громадян, політичних формувань, органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування.

Контроль за виконанням правил пожежної безпеки під час проектування, технічного переоснащення, будівництва, реконструкції та експлуатації об'єктів іноземних фірм та спільних підприємств регулюється чинним законодавством або умовами, передбаченими договорами сторін, якщо вони не суперечать чинному законодавству.

На об'єктах приватної власності органи державного пожежного нагляду контролюють лише умови безпеки людей на випадок пожежі, а також вирішення питань пожежної безпеки, що стосуються прав та інтересів інших юридичних осіб і громадян.

Відповідно до покладених на них завдань, органи держпожнагляду:

- розробляють за участю зацікавлених міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади і затверджують загальнодержавні правила пожежної безпеки, обов'язкові для усіх підприємств, установ, організацій та громадян;
- встановлюють порядок опрацювання і затвердження положень, інструкцій та інших нормативних актів, розробляють типові документи з питань пожежної безпеки;

- погоджують проекти державних і галузевих стандартів, норм, правил, технічних умов та інших нормативно-технічних документів, що стосуються пожежної безпеки, а також інші проектні рішення;

- здійснюють контроль за дотриманням вимог законодавства з питань пожежної безпеки керівниками органів державної виконавчої влади, місцевих Рад та їх виконкомів, керівниками та іншими посадовими особами підприємств, установ і організацій, а також громадянами;

- беруть участь у прийнятті в експлуатацію будівель, споруд та інших об'єктів, а також у відведенні територій під будівництво, проведенні випробувань нових зразків пожежонебезпечних приладів, обладнання та іншої продукції;

- проводять експертизу (перевірку) проектної та іншої документації та відповідність нормативним актам з пожежної безпеки і у встановленому порядку дають дозвіл на введення в експлуатацію нових і реконструйованих об'єктів виробничого та іншого призначення, впровадження нових технологій, передачу у виробництво зразків нових пожежонебезпечних приладів, обладнання та іншої продукції, на оренду будь-яких приміщень і початок роботи новостворених підприємств;

- проводять згідно з чинним законодавством перевірки і дізнання за повідомленнями і заявками про злочини, пов'язані з пожежами, і порушення правил пожежної безпеки;

- здійснюють вибірково в загальноосвітніх, професійних, навчально-виховних, вищих навчальних закладах, закладах підвищення кваліфікації і перепідготовки кадрів, на підприємствах, в установах і організаціях контроль за підготовкою працівників, учнів і студентів з питань пожежної безпеки;

- перевіряють наявність документів, які дають право на виконання пожежонебезпечних робіт.

**Навчання з питань пожежної безпеки.** Оскільки головними причинами пожежі є відсутність у людей елементарних знань та недотримання вимог пожежної безпеки, проблемі вивчення правил пожежної безпеки слід надавати першорядне значення. Воно повинно здійснюватись безперервно, на всіх етапах виховання, навчання та трудової діяльності працівника починаючи з самого раннього віку.

Вже у дитячих дошкільних закладах проводиться виховна робота, спрямована на запобігання пожежам від дитячих пустощів з вогнем і виховання у дітей бережливого ставлення до національного багатства.

Вивчення правил пожежної безпеки організовується у загальноосвітніх і професійних навчально-виховних закладах, вищих навчальних закладах, навчальних закладах підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів, на виробництві та в побути.

Місцеві органи державної виконавчої влади, органи місцевого та регіонального самоврядування, житлові установи та організації зобов'язані за місцем проживання організувати навчання населення правилам пожежної безпеки в побуті та громадських місцях.

Навчання працюючих здійснюється згідно з Типовим положенням про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України.

Усі працівники під час прийняття на роботу і щорічно за місцем роботи повинні проходити інструктаж з пожежної безпеки.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Перелік посад і порядок організації навчання (у тому числі керівників різних рівнів) визначаються Кабінетом Міністрів України. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань пожежної безпеки, забороняється. Програми навчання з питань пожежної безпеки мають погоджуватися з органами державного пожежного нагляду.

Однією з основних форм пожежно-профілактичної роботи з працівниками є протипожежна пропаганда. Вона повинна бути спрямована на виконання вимог пожежної безпеки і попередження пожеж, наголошуючи, в першу чергу, на такі причини їх виникнення, як необережне поводження з вогнем, порушення правил експлуатації електроустановок, невиконання протипожежних заходів під час проведення пожежонебезпечних робіт.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ**

### **До гл. 4.1.**

1. Що таке пожежа і пожежна безпека об'єкта?
2. Обґрунтувати актуальність питань пожежної безпеки.
3. Перерахувати первинні і вторинні небезпечні чинники пожежі.
4. Основні причини пожеж.

#### До гл. 4.2.

1. Який рівень допустимої пожежної небезпеки регламентується ГОСТ 12.1.004-99?
2. Що таке системи пожежної безпеки?
3. Які вихідні дані є основою для вирішення питань забезпечення пожежної безпеки об'єкта?
4. Перерахувати основні елементи (блоки) структурної схеми забезпечення пожежної безпеки об'єкта.
5. Відобразити структурну схему забезпечення пожежної безпеки об'єкта.

#### До гл. 4.3.

1. Охарактеризувати законодавчу базу України з пожежної безпеки.
2. Перерахувати групи законодавчо-нормативних актів про пожежну безпеку відповідно до державного реєстру.
3. Основні обов'язки роботодавця щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта.
4. За яких умов на підприємстві може створюватися пожежно-технічна комісія?
5. Обов'язки громадян України та іноземних громадян щодо пожежної безпеки.
6. Вимоги Закону України «Про пожежну безпеку» до навчання з питань пожежної безпеки.
7. Вимоги пожежної безпеки на стадіях проектування, будівництва, введення в експлуатацію та експлуатації об'єктів залежно від їх пожежної безпеки.
8. Пожежна охорона, її види і функції.
9. Відповідальність за порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки.

#### До гл. 4.4.

1. Сутність процесу горіння, бідні та багаті горючі суміші.
2. Види та форми горіння.
3. Класи пожеж.
4. Класифікація матеріалів і речовин за схильністю до виникнення горіння.
5. Основні показники пожежонебезпечних властивостей матеріалів і речовин за ГОСТ 12.1.044-89
7. Класифікація спалимих рідин за температурою спалаху.



8. За яких умов горючі рідини можуть утворювати вибухонебезпечні пароповітряні суміші?

9. Класифікація пилу за здатністю до загорання і особливостями горіння.

10. Чому пил більш пожежонебезпечний ніж тверді речовини з яких він створений?

11. За якими показниками здійснюється класифікація вибухонебезпечних газів і пароповітряних сумішей?

12. Що таке БЕМЗ, умови об'єктивної оцінки вибухонебезпеки газів і пароповітряних сумішей за БЕМЗ?

13. Самозаймання речовин, суть, умови та види.

#### **До гл. 4.5.**

1. Від яких чинників залежить вибухопожежонебезпека об'єкта?

2. Вихідні дані системи попередження вибухів і пожеж.

3. Які основні заходи пропонуються ГОСТ 12.1.004-91 щодо попередження утворення горючого середовища?

4. Які загальні заходи пропонуються ГОСТ 12.1.004-91 щодо попередження утворення в горючому середовищі або внесення в це середовище джерела запалювання?

5. Електрообладнання як потенційне джерело запалювання та основні причини реалізації цього джерела при експлуатації електроустановок.

6. Які вимоги пожежної безпеки залежать від класу пожежонебезпеки та вибухонебезпеки зон за ДНАОП 0.00-1.32-01?

#### **До гл. 4.6.**

1. Перерахувати системи забезпечення вибухопожежної безпеки об'єкта.

2. Вихідні дані системи попередження вибухів і пожеж.

3. Які основні заходи пропонуються ГОСТ 12.1.004-91 щодо попередження утворення горючого середовища?

4. Які загальні заходи пропонуються ГОСТ 12.1.004-91 щодо попередження утворення в горючому середовищі або внесення в це середовище джерела запалювання?

5. Електрообладнання як потенційне джерело запалювання та основні причини реалізації цього джерела при експлуатації електроустановок.

6. Електрообладнання для пожежонебезпечних зон, ступінь захисту його оболонок.

7. Вибухозахищене електрообладнання, рівні та види вибухозахи-  
сту, маркування відповідно до ГОСТ 12.1.011-78.
8. Мета системи протипожежного захисту.
9. Заходи і засоби щодо обмеження розповсюдження пожеж.
10. Ступені вогнестійкості будівель і споруд.
11. Від чого залежить необхідна і фактична ступінь вогнестійкості  
будівель і споруд?
12. Від чого залежать протипожежні відстані між будівлями і спо-  
рудами?
13. Протипожежні перешкоди в будівлях і спорудах.
14. Що таке евакуаційний вихід з будівлі чи споруди?
16. Системи виявлення пожеж та сповіщення про пожежу: види,  
складові, утримання.
17. Які способи застосовуються при гасінні пожеж, їх суть?
18. Які вогнегасні речовини застосовуються при гасінні пожеж та їх  
властивості щодо припинення горіння?
19. Типи стаціонарних систем пожежогасіння, вимоги до їх застос-  
ування.
20. Первинні засоби пожежогасіння їх типи призначення та вимо-  
ги до оснащень ними приміщень.
21. Спринклерні та дренчерні системи пожежогасіння, їх будова та  
принцип дії.
22. Порошкові вогнегасники, їх типи, принцип дії.
23. Автоматичні модульні системи порошкового пожежогасіння.
24. Організаційно-правові основи забезпечення пожежної безпеки  
та обов'язки органів державної виконавчої влади у вирішенні цих  
питань.
25. Обов'язки керівників, власників і орендарів підприємств  
щодо забезпечення пожежної безпеки.
26. Служба пожежної безпеки міністерств, інших центральних  
органів виконавчої влади та об'єднань підприємств, її функції.
27. Які види пожежної охорони передбачені Законом України «Про  
пожежну безпеку» та її функції.
28. Державний пожежний нагляд, його структура, функції і права.
29. Функції державного пожежного нагляду на об'єктах приватної  
власності.
30. Які нормативні документи регламентують вимоги до навчання  
з питань пожежної безпеки?

## ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

### Лабораторна робота: ЗНАННЯ І УМІННЯ

Методи та засоби виявлення та гасіння пожежі.

#### **Знання:**

- пожежа, шкідливі і небезпечні фактори при пожежі;
- поняття пожежної безпеки;
- особливості горіння газів, рідин, твердих речовин, пилу;
- показники пожежовибухонебезпеки речовин різного агрегатного

стану;

- класифікація вибухонебезпечних газо-, паро- та пилоповітряних сумішей;

- класифікація приміщень і виробництв за вибухопожежонебезпекою;

- вибухо- та пожежонебезпека приміщень і зон за Правилами улаштування електроустановок;

- види вибухозахисту електроулаштування;

- маркування вибухозахисного електроулаштування;

- система попередження пожеж;

- система протипожежного захисту;

- методи та речовини, що застосовуються при гасінні пожеж;

- первинні та стаціонарні засоби пожежогасіння;

- колективні та індивідуальні засоби захисту людей під час пожеж.

#### **Уміння:**

- оцінити пожежонебезпеку об'єкта;

- визначити категорію вибухопожежонебезпеки;

- визначити клас вибухо- та пожежонебезпеки приміщень і зон за Правилами улаштування електроустановок;

- визначити необхідні технічні рішення системи попередження пожежі;

- визначити необхідні технічні рішення системи протипожежного захисту;

- визначити типи, марки, кількість та місця розташування переносних вогнегасників у конкретному виробничому приміщенні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Алексеев С. В., Усенко В. Р.* Гигиена труда. – М.: Медицина, 1988. – 576 с.
2. Будівельні норми і правила: СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение; СНиП 2.04.05-92. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха; Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений; СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений; СНиП 2.09.02-85. Производственные здания промышленных предприятий; СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания и сооружения; СНиП 2.11.01-85 «Складские здания»; СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий»; ОНТП 24-86 «Определение категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности»; Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
3. Безопасность производственных процессов: Справочник / С. В. Белов, В. Н. Бринза, Б. С. Векшин и др., Под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
4. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. – Охорона праці. – 1998. – № 6. – С. 29–44.
5. ДБН В1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
6. *Долин П. А.* Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: «Энергоатомиздат», 1985. – 376 с.
7. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Постанова Верховної Ради України від 24 лютого 1994 р.
8. Закон України «Про пожежну безпеку». Пожежна безпека. Нормативні акти та інші документи. Т. 1. – Київ. – 560 с.
9. Законодавство України про охорону праці. Т. 1–3. – Київ, «Основа», 2006.
10. *Зеркалов Д. В.* Основы охорони праці. Навч. посібник. – К.: Наук. світ, 2000. – 278 с. – Бібліогр.: с. 276–278.
11. *Козлов В. Ф.* Справочник по радиационной безопасности. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 192 с.
12. *Машкович В. П.* Защита от ионизирующих излучений: Справочник. – 3-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1982. – 276 с.
13. Науково-практичний коментар до нової редакції Закону України «Про охорону праці». – Х.: Форт, 2003. – 72 с.
14. НАПБ Б.07.005-86 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности».

15. «Нормы радиационной безопасности» НРБ-76/87 и «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» ОСП-72/87. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Энергоатомиздат», 1988. – 160 с.
16. Охорона праці. К. Н. Ткачук, А. О. Гурін, П. В. Бересневич та ін. (підручник для студентів гірничних спеціальностей вищих закладів освіти). – К.: 1998. – 320 с.
17. Охрана труда в электроустановках/Под ред. Б. А. Князевского. – М.: «Энергоатомиздат», 1983. – 336 с.
18. Правила будови електроустановок. «Електрообладнання спеціальних установок». ДНАОП 0.00-1.32.01. – Київ: Укрархбудінформ, 2001. 118 с.
19. Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-95). Київ: Основа, 2002. – 176 с.
20. Рожков А. П. Пожарная безопасность: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України. – Київ: Пожінформтехніка, 1999. – 256 с.
21. Средства индивидуальной защиты работающих на производстве: каталог-справочник/ Под ред. В. Н. Ардасенова. – М.: Профиздат, 1988. – 176 с.
22. Справочник по охране труда на промышленном предприятии/ К. Н. Ткачук, Д. Ф. Иванчук и др. – К.: Техника, 1991. – 285 с.
23. Система стандартів безпеки праці: ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны; ГОСТ 12.1.003-86. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности; ГОСТ 12.1.001-89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности; ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования; ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах; ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля; ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля; ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования; ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования; ГОСТ 12.1.011-78. ССБТ. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний; ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения; ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования

безопасности; ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности; ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Защитное заземление, зануление; ДСТУ 2293-99 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять; ГОСТ 12.1.005-85 ССБТ. Воздух рабочей зоны; ГОСТ 12.4.024-76 ССБТ. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования; ГОСТ 12.4.002-74 ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования; ГОСТ 12.4.016-87 ССБТ. Одежда специальная. Номенклатура показателей качества; ДСТУ ISO 14001-97 (Системи управління навколишнім середовищем. Київ, Держстандарт України).

24. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров. № 2392-79. – М.: «Медицина», 1981.

25. Санитарные правила работы с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения. № 1960-79. – М.: «Атомиздат», 1981. – 32 с.

26. *Трахтенберг І. М., Коршун М. М., Чебанова О. В.* Гігієна праці та виробнича санітарія. – К.: 1997. – 464 с.

27. Электробезопасность на промышленных предприятиях / Р. В. Сабарно, А. Г. Степанов и др. – К.: «Техника», 1985. – 288 с.

# ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	3
Історія розвитку охорони праці в Україні та за кордоном .....	3
Сучасний стан охорони праці в Україні .....	9
Предмет, структура, зміст та мета навчальної дисципліни «Охорона праці» .....	14
<b>Розділ 1. НАУКОВІ, ПРАВОВІ, ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b> .....	17
1.1. Основні поняття в галузі охорони праці, терміни та визначення .....	17
1.1.1. Термінологія охорони праці .....	17
1.1.2. Задачі охорони праці та її структура .....	21
1.2. Теоретичні основи охорони праці .....	23
1.2.1. Попередження виробничого травматизму, профе- сійної захворюваності та аварій – головне завдання охорони праці .....	23
1.2.2. Системний аналіз в охороні праці .....	29
1.2.3. Ризик як оцінка небезпеки .....	37
1.2.4. Аналіз умов праці .....	41
1.2.5. Аналіз виробничого травматизму .....	44
1.3. Нормативно-правова база охорони праці в Україні .....	48
1.3.1. Законодавство України в галузі охорони праці .....	48
1.3.2. Принципи державної політики в галузі охорони праці .....	51
1.3.3. Застосування міжнародних договорів та угод. Між- народне співробітництво в галузі охорони праці .....	55
1.3.4. Основні положення державного соціального страху- вання від нещасного випадку на виробництві та профе- сійного захворювання .....	58
1.3.5. Нормативно-правові акти та документи підприємств з охорони праці .....	62
1.3.6. Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці .....	66
1.4. Гарантії прав на охорону праці .....	69
1.4.1. Гарантії прав на охорону праці під час прийому працівника на роботу і під час роботи .....	69
1.4.2. Права працівників на пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці .....	70

1.4.3. Видача працівникам спецодягу, спецвзуття, інших засобів індивідуального захисту .....	73
1.4.4. Гарантії охорони праці жінок, неповнолітніх, інвалідів та людей похилого віку .....	75
1.4.5. Відшкодування шкоди у разі ушкодження здоров'я працівників або в разі їх смерті .....	77
1.5. Державне управління охороною праці та організація охорони праці на виробництві .....	80
1.5.1. Органи державного управління охороною праці, їх компетенція і повноваження .....	80
1.5.2. Державний нагляд, відомчий і громадський контроль за охороною праці .....	83
1.5.3. Організація охорони праці на виробництві .....	85
1.5.4. Обов'язки працівників щодо виконання вимог охорони праці .....	89
1.5.5. Навчання та інструктажі з охорони праці .....	91
1.5.6. Управління охороною праці на підприємстві .....	96
1.6. Розслідування, реєстрація, облік та аналіз нещасних випадків, професійних захворювань та аварій .....	102
1.6.1. Розслідування та облік нещасних випадків .....	102
1.6.2. Розслідування та облік професійних захворювань ..	109
1.6.3. Розслідування та облік аварій .....	112
1.7. Економічні аспекти охорони праці .....	115
1.7.1. Економічне значення та економічні проблеми охорони праці .....	115
1.7.2. Економічні методи управління охороною праці .....	117
1.7.3. Оцінка затрат на охорону праці .....	120
1.7.4. Визначення ефективності заходів і засобів профілактики виробничого травматизму і професійної захворюваності .....	122
1.7.5. Стимулювання охорони праці .....	127
1.7.6. Фінансування охорони праці .....	132
<b>Питання для самоконтролю .....</b>	<b>133</b>

<b>Розділ 2. ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ, ГІГІЄНИ ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ .....</b>	<b>138</b>
2.1. Основні поняття фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії .....	138
2.1.1. Основні поняття фізіології праці .....	138
2.1.2. Основні поняття гігієни праці .....	144
2.1.3. Основні поняття виробничої санітарії .....	149



2.2. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до промислових підприємств, виробничих приміщень та організації праці на робочому місці.....	149
2.2.1. Вимоги до розміщення та планування території підприємства .....	149
2.2.2. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень ....	152
2.2.3. Організація праці на робочому місці.....	154
2.3. Мікроклімат виробничих приміщень .....	161
2.3.1. Загальні положення .....	161
2.3.2. Дія параметрів мікроклімату на людину .....	162
2.3.3. Нормування мікроклімату .....	163
2.3.4. Загальні заходи та засоби нормалізації мікроклімату та теплозахисту .....	167
2.4. Оздоровлення повітряного середовища.....	169
2.4.1. Загальні положення .....	169
2.4.2. Структура і склад атмосфери.....	169
2.4.3. Забруднюючі речовини, нормування, дія на людину ....	171
2.4.4. Методи регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу забруднюючих речовин на працівників.....	175
2.4.5. Вентиляція .....	176
2.4.6. Природна вентиляція .....	178
2.4.7. Механічна вентиляція .....	180
2.4.8. Кондиціонування повітря.....	183
2.5. Освітлення виробничих приміщень .....	186
2.5.1. Загальні уявлення.....	186
2.5.2. Основні світлотехнічні поняття та одиниці .....	187
2.5.3. Види виробничого освітлення.....	189
2.5.4. Основні вимоги до виробничого освітлення .....	190
2.5.5. Природне освітлення.....	190
2.5.6. Штучне освітлення .....	192
2.5.7. Експлуатація освітлювальних установок .....	197
2.6. Захист від шуму у виробничому середовищі .....	198
2.6.1. Загальне положення .....	198
2.6.2. Дія шуму на людину .....	201
2.6.3. Нормування та вимірювання шумів .....	202
2.6.4. Захист від шумів .....	205
2.6.5. Захист від ультра- та інфразвуку .....	213
2.7. Захист від вібрації .....	214
2.7.1. Основні положення.....	214
2.7.2. Вплив вібрації на людину .....	218

2.7.3. Методи гігієнічної оцінки та нормативні параметри виробничої вібрації .....	220
2.7.4. Методи захисту від вібрацій .....	223
2.8. Захист від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону .....	228
2.8.1. Основні положення .....	228
2.8.2. Основні характеристики електромагнітного поля .....	229
2.8.3. Дія ЕМВ радіочастотного діапазону на людину .....	233
2.8.4. Нормування електромагнітних випромінювань .....	233
2.8.5. Захист від електромагнітних випромінювань .....	237
2.9. Захист від випромінювань оптичного діапазону.....	239
2.9.1. Захист від ІЧ випромінювань.....	239
2.9.2. Захист від УФ випромінювань .....	246
2.9.3. Захист від лазерних випромінювань .....	249
2.10. Захист від іонізуючих випромінювань .....	256
2.10.1. Загальні положення.....	256
2.10.2. Основні поняття і характеристики іонізуючих випромінювань .....	258
2.10.3. Біологічний вплив іонізуючих випромінювань .....	262
2.10.4. Нормування іонізуючих випромінювань .....	265
2.10.5. Захист від іонізуючих випромінювань .....	267
<b>Питання для самоконтролю .....</b>	<b>269</b>
<b>Розділ 3. ОСНОВИ БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА .....</b>	<b>273</b>
3.1. Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання та технологічних процесів .....	273
3.2. Системи, що працюють під тиском .....	279
3.2.1. Посудини, що працюють під тиском .....	279
3.2.2. Безпека під час експлуатації резервуарів і балонів.....	284
3.2.3. Парові і водогрійні котли .....	287
3.3. Безпека під час експлуатації установок кріогенної техніки .....	296
3.4. Безпека під час вантажно-розвантажувальних робіт і переміщення вантажів.....	303
3.4.1. Загальні положення .....	303
3.4.2. Вимоги до місць виконання робіт .....	305
3.4.3. Вимоги до вантажно-розвантажувальних засобів .....	308
3.5. Електробезпека .....	314
3.5.1. Основні визначення, нормативна база і актуальність проблем електробезпеки .....	314
3.5.2. Особливості електротравматизму .....	317

3.5.3. Дія електричного струму на організм людини .....	318
3.5.4. Види електротравм .....	319
3.5.5. Чинники, що впливають на тяжкість ураження електричним струмом .....	322
3.5.6. Класифікація приміщень за небезпекою електротравм .....	326
3.5.7. Причини електротравм .....	327
3.5.8. Земля як елемент електричної мережі. Напряга кроку .....	328
3.5.9. Фізичні основи електробезпеки .....	331
3.5.10. Системи засобів і заходів щодо електробезпеки ...	342
3.5.11. Опосвідчення стану безпеки та експертиза електроустановок споживачів .....	362
3.6. Газонебезпечні роботи .....	364
<b>Питання для самоконтролю .....</b>	<b>368</b>

## **Розділ 4. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА .....**

4.1. Основні поняття та значення пожежної безпеки .....	373
4.1.1. Основні терміни та визначення.....	373
4.1.2. Сучасний стан і рівень пожежної безпеки в Україні. Причини та наслідки пожеж .....	374
4.2. Складові та загальна схема забезпечення пожежної безпеки .....	375
4.2.1. Концептуальні основи системи пожежної безпеки....	375
4.2.2. Вихідні дані і шляхи забезпечення пожежної безпеки об'єкта .....	376
4.3. Законодавча і нормативно-правова база пожежної безпеки .....	378
4.3.1. Загальна характеристика законодавчої і нормативно-правової бази України про пожежну безпеку .....	378
4.3.2. Основні положення Закону України «Про пожежну безпеку» .....	380
4.4. Пожежовибухонебезпечні властивості речовин і матеріалів .....	383
4.4.1. Сутність та види горіння. Класи пожеж .....	383
4.4.2. Показники пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів .....	385
4.4.3. Класифікація вибухонебезпечних газів і пароповітряних сумішей .....	390
4.4.4. Самозагоряння речовин .....	391
4.5. Оцінка вибухопожежонебезпеки об'єкта .....	392

4.5.1. Основні принципи аналізу і класифікації об'єктів за їх вибухопожежонебезпекою .....	392
4.5.2. Категорії приміщень і будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою .....	393
4.5.3. Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон .....	396
4.6. Системи забезпечення вибухопожежної безпеки об'єкта ....	399
4.6.1. Система попередження вибухів і пожеж .....	399
4.6.2. Система протипожежного та противибухового захисту .....	406
4.6.3. Система організаційно-технічних заходів.....	425
<b>Питання для самоконтролю .....</b>	<b>431</b>
<b>Список використаної літератури .....</b>	<b>436</b>

**ДЛЯ НОТАТОК**

**ДЛЯ НОТАТОК**

**ДЛЯ НОТАТОК**

Навчальне видання

Ткачук Костянтин Нифонтович  
Халімовський Модест Олександрович  
Зацарний Віктор Васильович  
Зеркалов Дмитро Володимирович  
Сабарно Ростислав Валеріанович  
Полукарів Олексій Ігорович  
Коз'яков Володимир Сергійович  
Мітюк Людмила Олексіївна

## **ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **Підручник**

Комп'ютерне верстання *Зелінська В. М.*

Підписано до друку 20.07.2006 р.  
Формат 60x84/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Укр. Peterburg. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 26,04. Обл.-вид. арк. 28,94.  
Тираж 2000 пр. Зам. № 26-039.

Видавництво ТОВ «Основа»  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців ДК № 1981 від 21.10.2004 р.  
01032, Київ-32, вул. Жилинська 87/30.  
Тел.: (044) 239-38-97,  
т/ф: 239-38-95, 239-38-96.

Видруковано ТОВ «Основа-Принт»  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців ДК  
№ 2072 від 25.01.2005 р.