



**ББК 65.248я7**  
**М-223**  
**УДК331.45(075): 655. 531**

**Основи охорони праці:** навчально-методичний посібник / Укл. А.В. Мотрич. – Чернівці: Рута, 2022. – 360с.

У посібнику розглядається система правових, соціально-економічних, організаційно технічних методів і засобів забезпечення безпечних умов виробничого середовища, безпеки праці та пожежної безпеки згідно з чинними законодавчими та іншими нормативно-правовими актами.

Для студентів, які навчаються за спеціальностями «Видавничо-поліграфічній справі», «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

**ББК 65.248я7**  
**УДК331.45(075): 655.531**

# ЗМІСТ

## МОДУЛЬ 1 «ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ»

НЕ	<b>ВСТУП</b> .....	8
1.1	Охорона праці як соціально-економічний чинник і галузь науки.....	8
	Основні етапи розвитку охорони праці.....	9
	З історії нагляду за охороною праці в Україні.....	11
	Стан охорони праці в Україні та інших країнах.....	12
	Основні поняття в галузі охорони праці, їх терміни та визначення...	13
	Предмет, структура, зміст, мета дисципліни «Основи охорони праці», її зв'язок з іншими дисциплінами.....	20
	<b>1. ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b> .....	22
НЕ	<b>1.1. ЗАКОНОДАВЧА ТА НОРМАТИВНА БАЗА З ПИТАНЬ</b>	
1.2.	<b>ОХОРОНИ ПРАЦІ</b> .....	22
	1.1.1. Основні законодавчі акти про охорону праці.....	22
	1.1.2. Основні положення закону України «Про охорону праці».....	23
	1.1.3. Соціальний захист потерпілих на виробництві.....	28
	1.1.4. Основні положення законодавства про працю.....	31
	1.1.5. Нормативно-правові акти з охорони праці.....	34
	1.1.6. Нормативні акти з охорони праці підприємств.....	36
	1.1.7. Відповідальність за порушення законодавства з охорони праці.....	37
НЕ	<b>1.2. ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ ТА</b>	
1.3.	<b>ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ</b> .....	39
	1.2.1. Органи державного управління охороною праці, їх компетенція і повноваження.....	39
	1.2.2. Система управління охороною праці.....	42
	1.2.3. Організація охорони праці на виробництві. обов'язки роботодавців і працівників щодо виконання вимог охорони праці.....	51
	1.2.4. Служба охорони праці підприємства.....	53
	1.2.5. Комісія з питань охорони праці підприємства.....	57

НЕ	<b>1.3. НАВЧАННЯ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b> .....	59
1.4.	1.3.1. Організація навчання і перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві.....	60
	1.3.2. Організація проведення інструктажів з питань охорони праці.	62
НЕ	<b>1.4. ДЕРЖАВНИЙ НАГЛЯД І ГРОМАДСЬКИЙ КОНТРОЛЬ</b>	
1.5.	<b>ЗА ОХОРОНОЮ ПРАЦІ</b> .....	66
	1.4.1. Органи державного нагляду за охороною праці, їх основні повноваження та права.....	66
	1.4.2. Громадський контроль за додержанням законодавства з охорони праці.....	68
НЕ	<b>1.5. РОЗСЛІДУВАННЯ ТА ОБЛІК НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ, ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТА АВАРІЙ НА ВИРОБНИЦТВІ</b> .....	73
1.6.	1.5.1. Класифікація нещасних випадків.....	73
	1.5.2. Розслідування та облік нещасних випадків.....	77
НЕ	<b>1.6. АНАЛІЗ, ПРОГНОЗУВАННЯ, ПРОФІЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМУ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ</b> .....	84
1.7.	1.6.1. Методи аналізу виробничого травматизму та профзахворюваносп.....	84
	1.6.2. Основні причини виробничого травматизму і профзахворюваності та заходи щодо їх запобігання.....	89
	1.6.3. Визначення збитків, пов'язаних з виробничим травматизмом і захворюваннями працівників.....	92

**МОДУЛЬ 2 «ГІГІЄНА ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ.  
ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА»**

	<b>2. ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ, ГІГІЄНИ ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ</b> .....	95
НЕ	<b>2.1. 2.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ</b> .....	95
2.1.	2.1.1. Законодавство в галузі гігієни праці.....	95
	2.1.2. Фізіологічні особливості різних видів діяльності.....	97
	2.1.3. Гігієнічна класифікація праці.....	100

2.1.4.	Атестація робочих місць за умовами праці.....	102
	<b>Лабораторна робота № 1</b>	
	<b>Вимоги безпеки до абразивного інструменту й виконання робіт із його застосуванням.....</b>	<b>104</b>
НЕ		
2.2.	<b>2.2. МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ.....</b>	<b>112</b>
	2.2.1. Вплив параметрів мікроклімату на організм людини.....	112
	2.2.2. Теплове опромінення.....	117
	2.2.3. Нормалізація параметрів мікроклімату. Заходи нормалізації.....	119
	<b>Лабораторна робота № 2</b>	
	<b>Дослідження мікроклімату у виробничих приміщеннях.....</b>	<b>125</b>
НЕ		
2.3.	<b>2.3 ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ..</b>	<b>144</b>
	2.3.1. Вплив шкідливих речовин на організм людини.....	144
	2.3.2 Нормування шкідливих речовин.....	146
НЕ		
2.4.	<b>2.4. ВЕНТИЛЯЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ.....</b>	<b>148</b>
	2.4.1. Призначення та класифікація систем вентиляції.....	148
	2.4.2. Природна вентиляція.....	149
	2.4.3. Штучна вентиляція.....	153
	2.4.3.1. Загальнообмінна штучна вентиляція.....	154
	2.4.3.1. Розрахунок обміну повітря при загальнооб'ємній вентиляції.....	156
	2.4.4. Очищення повітря.....	160
	2.4.5. Контрольно-вимірювальна апаратура.....	169
	<b>Лабораторна робота № 3</b>	
	<b>Оцінка якості й покращення повітря у виробничих приміщеннях.....</b>	<b>171</b>
НЕ		
2.5.	<b>3. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА.....</b>	<b>179</b>
	3.1. Дія електричного струму на організм людини.....	179
	3.2. Фактори, що визначають небезпеку ураження електричним струмом.....	181
	3.3. Перша допомога людині, ураженій електричним струмом.....	183

3.4. Аналіз безпеки, що виникає при стіканні струму в землю. Захисне заземлення.....	184
3.5. Аналіз безпеки ураження струмом при дотиканні до струмопровідних частин в різних електричних мережах.....	192
3.6. Причини ураження електричним струмом і основні міри захисту.....	200
3.7. Захисне відключення.....	206
3.8. Захист від переходу напруги з високої на низьку при пошкодженнях ізоляції в трансформаторах.....	210
3.9. Компенсація ємнісної складової струму замикання на землю.....	211
<b>Лабораторна робота № 4</b>	
<b>Вимоги безпеки до ручного електрофікованого інструменту й виконання робіт з його застосуванням.....</b>	<b>214</b>
<b>Лабораторна робота № 5</b>	
<b>Електротравматизм та дія електричного струму на організм людини.....</b>	<b>222</b>
<b>Лабораторна робота № 6</b>	
<b>Небезпека замикання на землю в електроустановках.....</b>	<b>233</b>

**МОДУЛЬ 3 «ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ СУЧАСНИМ ВИМОГАМ ОХОРОНИ ПРАЦІ»**

НЕ	<b>4. ВПЛИВ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УМОВ НА БЕЗПЕКУ ПРАЦІ</b>	240
3.1.		
	4.1. Основні поняття та величини.....	240
	4.2. Нормування освітлення.....	244
	4.3. Методи розрахунку штучного освітлення.....	247
	4.4. Основні вимоги до виробничого освітлення.....	254
	4.5. Джерела штучного світла.....	256
	<b>Лабораторна робота № 7</b>	
	.....	258
НЕ	<b>5. ЗАХИСТ ВІД ВИРОБНИЧОГО ШУМУ</b>	171
3.2.		
	5.1. Основні поняття та фізичні параметри.....	171
	5.2. Характеристики джерел шуму.....	176

5.3.	Вплив шуму на організм людини.....	182
5.4.	Нормування шуму.....	183
5.5.	Акустичний розрахунок.....	185
5.6.	Основні методи боротьби з шумом.....	188
<b>НЕ</b>	<b>6. ВІБРАЦІЯ, ЇЇ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ, МЕТОДИ</b>	
<b>3.3.</b>	<b>ЗАХИСТУ.....</b>	<b>191</b>
6.1.	Вібрація.....	191
6.2.	Основні нормативні документи.....	194
<b>7.</b>	<b>ЗАХИСТ ВІД ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....</b>	<b>196</b>
7.1.	Характеристики іонізуючого випромінювання.....	196
7.2.	Біологічна дія іонізуючих випромінювань.....	199
7.3.	Норми радіаційної безпеки.....	201
7.4.	Захист від іонізуючих випромінювань.....	203
<b>НЕ</b>	<b>8. ЗАХИСТ ВІД СТАТИЧНОЇ ЕЛЕКТРИКИ У ВИРОБНИЧИХ</b>	
<b>3.4.</b>	<b>УМОВАХ. ЗАХИСТ ВІД БЛИСКАВКИ.....</b>	<b>205</b>
<b>НЕ</b>	<b>9. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ.....</b>	<b>216</b>
<b>3.5.</b>		
9.1.	Загальні відомості про процес горіння.....	216
9.2.	Характеристика речовин за пожежо- і вибухонебезпечністю....	219
9.3.	Класифікація виробництв і зон за пожежо- вибухонебезпечністю.....	223
	Питання для самоперевірки та контролю засвоєння знань.....	227
	Питання до модуля 1.....	227
	Питання до модуля 2.....	229
	Питання до модуля 3.....	232
	Список літератури.....	235

## **ВСТУП**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ ЯК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ЧИННИК І ГАЛУЗЬ НАУКИ**

Міжнародна статистика свідчить, що в наш час травматизм та смертність від нещасних випадків можуть бути прирівняні до епідемії. Так, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) смертність від нещасних випадків на сьогодні займає третє місце після серцево-судинних і онкологічних захворювань. У той же час, аналіз причин смертності в Україні показує, що саме нещасні випадки у виробничій та невиробничій сферах є головною причиною смерті наших чоловіків у працездатному віці (приблизно 35% усіх смертей у цьому віці). Тому питання охорони праці та здоров'я наших громадян у процесі їх трудової та будь-якої іншої діяльності повинні стати пріоритетними та увійти до розряду питань найвищого державного рівня, оскільки саме люди, їх життя та здоров'я є найбільшим багатством будь-якої держави.

Окрім соціального, охорона праці має, безперечно, важливе економічне значення - це й висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці тощо. Незадовільний же стан охорони праці важким тягарем лягає на економіку держави. Так в Україні щорічно майже 17 тис. чоловік стають інвалідами, чисельність пенсіонерів внаслідок трудового каліцтва перевищила 150 тис. чоловік, щорічна загальна сума виплат на фінансування пільгових пенсій та пенсій з трудового каліцтва, відшкодування заподіяної шкоди потерпілим на виробництві та інших виплат, пов'язаних із незадовільними умовами праці, перевищує 2 млрд. грн.

За розрахунками Німецької ради підприємців наслідки нещасних випадків коштують у 10 разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх запобігання. В Україні, враховуючи мізерні витрати на заходи з охорони праці, ця різниця ще більша. Фахівці Міжнародної організації праці (МОП) підраховали, що економічні витрати, пов'язані з нещасними випадками на виробництві, складають більше 1% світового валового



внутрішнього продукту. А витрати на ліквідацію аварій ще більші.

Охорона праці як галузь науки виникла на перетині соціально-правових, технічних і медичних наук, науки про людину. Головними об'єктами її досліджень є людина в процесі праці, виробниче середовище, організація праці та виробництва, знаряддя праці. На підставі цих досліджень розробляються заходи та засоби, спрямовані на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

### **ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Питання щодо забезпечення безпечних умов праці завжди супроводжували розвиток цивілізації людства. Умови праці розглядалися в працях Арістотеля (387 – 322 рр. до н. е.), Гіппократа (459 – 377 рр. до н. е.). Ще за 379 років до н. е. Гіппократ звернув увагу на шкідливий вплив на організм рудокопів пилу, який утворюється при видобуванні руди. Лікарі епохи Відродження (Агрікола, Парацельс) докладно описали важкі умови праці, якими вирізнялися гірничорудні та металургійні підприємства того часу.

У 1700 р. вийшла книга Бернардіно Рамацціні «Роздуми про хвороби ремісників», у якій були детально розглянуті питання гігієни праці і патологічних змін, що виникають в осіб різних професій. М. В. Ломоносов (1711 – 1765 рр.) написав основоположні праці про безпеку в гірництві. Питання гігієни праці були висвітлені Ф. Ф. Ерисманом (1842 – 1915 рр.) у його книзі «Професійна гігієна фізичної та розумової праці» (1877 р.). Значний вклад у розвиток гігієни праці вніс І. М. Сеченов (1829 – 1905 рр.), який у своєму «Нарисі робочих рухів людини» (1907 р.) науково обґрунтував цілу низку питань щодо ролі центральної нервової системи та органів чуття людини в процесі праці.

Багато зробили для наукового вивчення і вдосконалення гігієни та безпеки праці в умовах інтенсивного розвитку промисловості вітчизняні вчені В.Л. Кірпічов (1845 – 1913), Д.П. Нікольський (1855 – 1918 рр.), О.О. Прес (1857 – 1930 рр.), В.О. Левицький

(1867 – 1936 рр.), М.О. Вигдорчик (1875 – 1955 рр.), О.М. Марзєєв (1883 – 1956 рр.) та ін.

Значний вклад у розробку окремих питань охорони праці внесли: академік М.Є. Жуковський (1847 – 1921 рр.), який розробив аеродинамічну теорію, що дозволило проводити інженерні розрахунки вентиляційних систем; академік М.Д. Зелінський (1861 – 1953 рр.), який розробив ефективну конструкцію протигазу, яка майже без принципівих змін використовується дотепер; академік О.О. Скочинський (1874 – 1960 рр.), який досліджував причини пожеж та вибухів у вугільних шахтах; академік М. М. Семенов (1896 – 1981 рр.), який розробив ланцюгову теорію горіння та теорію теплового вибуху газових сумішей.

Фундаментальні та прикладні питання охорони та гігієни праці висвітлені в роботах сучасних вітчизняних вчених: академіків Б.О. Патона, І.М., Трахтенберга, Ю.І. Кундієва, В.А. Кордюмова; професорів К.Н. Ткачука, Г.Г. Гогіташвілі, І.І. Даценко та інших.

Науково-технічний прогрес вносить принципові нововведення у всі сфери сучасного матеріального виробництва, при цьому докорінним чином змінюються знаряддя та предмети праці, методи обробки інформації, що в свою чергу змінює умови праці. В Україні питаннями подальшого вдосконалення охорони праці в сучасних умовах, проведенням фундаментальних та прикладних наукових досліджень з вищеназваних питань займаються: Національний науково-дослідний інститут (НДІ) охорони праці (м. Київ), Український НДІ пожежної безпеки (м. Київ), Інститут медицини праці АМН України (м. Київ), Державний НДІ техніки безпеки хімічних виробництв (м. Северодонецьк), НДІ медико-екологічних проблем Донбасу та вугільної промисловості (м. Донецьк), Український НДІ промислової медицини (м. Кривий Ріг), Харківський НДІ гігієни праці та профзахворювань, Інститут екогігієни та токсикології ім. Л. І. Медведя (м. Київ), Український НДІ медицини транспорту (м. Одеса), галузеві НДІ, проектно-конструкторські установи, навчальні заклади та ін.

«Охорона праці», як самостійна навчальна дисципліна сформувалась протягом останніх семидесяти років ХХ століття.

До 1966 р. «Охорона праці» викладалась, в основному, як складова частина окремих спеціальних та інженерних дисциплін, і лише в окремих технічних вузах існувала як самостійна дисципліна. З 1966 р. «Охорона праці», як окрема спеціальна дисципліна була введена в програми навчання студентів усіх інженерних спеціальностей, а вищим технічним навчальним закладам було запропоновано створити кафедри охорони праці. З 1999 р. у всіх вищих закладах освіти України при підготовці фахівців відповідних освітньо-кваліфікаційних рівнів проводиться вивчення нормативних дисциплін «Основи охорони праці», та «Охорона праці в галузі» (наказ Міносвіти України від 02. 12. 98 р. № 420).

Безумовно важливим заходом щодо успішного вирішення питань охорони праці є підготовка відповідних фахівців. У Радянському Союзі підготовка фахівців з охорони праці не проводилась. Останнім часом деякі вищі технічні заклади освіти Донецька, Дніпропетровська, Одеси започаткували підготовку фахівців з охорони праці. Фахівців з пожежної безпеки готують вищі навчальні заклади Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи в містах Харкові, Черкасах та Львові.

Необхідно зазначити, що гігієна праці, яку зараз прийнято розглядати як складову частину охорони праці, вивчалась у навчальних закладах України ще в кінці ХІХ століття. Кафедра гігієни була створена в 1871 р. у Київському університеті, а в 1899 р. – на медичному факультеті Львівського університету. Зараз кафедри загальної гігієни створені майже у всіх вищих медичних закладах освіти України.

### **З ІСТОРІЇ НАГЛЯДУ ЗА ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В УКРАЇНІ**

Розпад Радянського Союзу, проголошення суверенної України в 1991 р. дали поштовх до давно назрілої реорганізації державного нагляду за безпечним веденням робіт у народному господарстві України.

З ініціативи Держгіртехнагляду України, з участю профспілок, органів державної виконавчої влади був розроблений вперше в

країнах СНД і в жовтні 1992 р. прийнятий Верховною Радою України Закон «Про охорону праці». Відповідно до цього Закону постановою Кабінету Міністрів України було створено Державний комітет України по нагляду за охороною праці (Держнаглядохоронпраці), якому було передано функції державного нагляду за охороною праці в усіх галузях народного господарства.

У 2000 р. після кількох реорганізацій було утворено Державний департамент з нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики із штатною чисельністю працівників територіальних управлінь Держнаглядохоронпраці 2733 працівники. Однак проведені реорганізації на фоні змін форм власності в суспільстві та розвитку ринкової економіки виявились недостатньо ефективними. Тому у 2002 р. було утворено Державний комітет України з нагляду за охороною праці, як центральний орган виконавчої влади. Дещо трансформувалася й сама політика здійснення державного нагляду за охороною праці, який набув чіткіших ознак спеціалізації, особливо стосовно травмонебезпечних галузей виробництва і об'єктів підвищеної небезпеки.

У 2005 р. після чергової реорганізації було утворено Державний департамент промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держпромгірнагляд) при Міністерстві України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи.

Для забезпечення технічної підтримки державного нагляду в системі Держпромгірнагляду діє 27 експертно-технічних центрів (ЕТЦ) із загальною чисельністю працюючих близько 1500 чоловік.

## **СТАН ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ ТА ІНШИХ КРАЇНАХ**

За статистичними даними МОП кількість нещасних випадків на виробництві у світі неухильно зростає, і становить на теперішній час приблизно 250 млн. щорічно (685 тис. виробничих травм на день). Рівень травматизму і профзахворюваності значно вищий у країнах, що розвиваються,

ніж у промислово розвинених державах. Так, у країнах Європейського Союзу щорічно жертвами нещасних випадків і профзахворювань стають близько 10 млн. чол., з них майже 8 тис. гине. В Україні щоденно на виробництві травмується в середньому 140 - 180 чоловік, з них 20 стають інвалідами, а 4 - 5 гинуть.

Статистичні дані свідчать, що:

- кожні 3 хвилини внаслідок виробничої травми чи професійного захворювання у світі помирає одна людина;
- в Україні внаслідок травм кожні 5 годин помирає одна людина;
- кожної секунди у світі на виробництві травмується 4 людини;
- в Україні кожні 8 хвилин травмується одна людина.

Міжнародне бюро праці встановило, що в середньому в світі на 100 тис. працюючих щорічно припадає приблизно 6 нещасних випадків зі смертельними наслідками. В Україні цей показник майже вдвічі вищий. Однак, слід зазначити, що показники стану охорони праці суттєво відрізняються за окремими галузями виробництва. Високотравмонебезпечною в нашій країні є вугільна промисловість. Так, на кожний мільйон тонн видобутого вугілля гине в середньому 3 шахтарі. У США цей показник у 100 разів нижчий, а в Росії - майже у 6 разів. На думку вітчизняних та іноземних фахівців, які за програмою МОП проводили дослідження в Україні, велика кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками пояснюється п'ятьма основними причинами: незадовільною підготовкою працівників і роботодавців з питань охорони праці; відсутністю належного контролю за станом безпеки на робочих місцях та виконанням встановлених норм; недостатнім забезпеченням працюючих засобами індивідуального захисту; повільним впровадженням засобів та приладів колективної безпеки на підприємствах; спрацьованістю (у деяких галузях до 80%) засобів виробництва.

Витрати, пов'язані з нещасними випадками складають значну суму. Так кожен випадок виробничого травматизму в індустріальній державі (наприклад, європейській) обходиться

приблизно в 500 - 1000 швейцарських франків на день. У яку суму точно обходиться нещасний випадок в Україні - поки що невідомо (немає статистичного обліку усіх витрат та методики їх визначення). Однак відомо, що за кілька останніх років в Україні витрати на відшкодування шкоди потерпілим на виробництві та ліквідацію наслідків нещасних випадків приблизно у 20 разів перевищували витрати на заходи з охорони праці.

Слід зазначити, що в Україні є високим не лише рівень виробничого та невиробничого травматизму, а й професійної захворюваності. Так за статистичними даними за кілька останніх років у нашій державі щорічно реєструється близько 2,5 тис. чол., у яких виявлені професійні захворювання. За галузями промисловості профзахворювання розподіляються наступним чином: вугільна промисловість 60 - 62%, металургія 12 - 14%, машинобудування 8 - 9%, сільське господарство 3 - 4%, інші 10 - 15%. Саме ці галузі й зумовлюють регіональний розподіл профзахворюваності в Україні: Донецька обл. 42 - 44%, Дніпропетровська 17 - 18%, Луганська 9 - 10%, Львівська 8 - 9%, Волинська 3 - 4%. Серед професійних захворювань переважають захворювання пилової етіології (38 - 40%) та вібраційно-шумова патологія (29 - 31 %).

## **ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЇХ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ**

Перш ніж розглянути поняття «охорона праці» звернемо увагу на його другий компонент, оскільки він є первинним. Адже без праці не було б і поняття «охорона праці».

Під *працею* розуміють цілеспрямовану діяльність людини, в результаті якої створюються матеріальні блага, необхідні для задоволення її власних потреб, а також духовні цінності, що слугують суспільству.

Таким чином, праця є умовою існування людини та суспільства загалом. Однак за певних умов, коли в процесі праці мають місце шкідливі та небезпечні чинники, які безпосередньо впливають на працюючу людину, можуть проявлятися негативні

наслідки праці. Ось чому з поняттям «праця» супутньо слідує й інше – «охорона праці».

Основну *мету охорони праці* можна виразити наступною формулою:

$$\text{ОП} = \text{ЗТПЗ} + \text{СБНУП} + \text{ЗЗП} + \text{ППП} + \text{ПАС},$$

де ЗТПЗ - запобігання травматизму та професійних захворювань; СБНУП - створення безпечних і нешкідливих умов праці; ЗЗП - збереження здоров'я та працездатності; ППП - підвищення продуктивності праці; ПАС - попередження аварійних ситуацій.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити дві групи завдань:

- наукові (аналіз конкретних моделей системи «людина-техніка-виробниче середовище», виявлення небезпечних і шкідливих виробничих чинників, їх взаємозв'язку, ступеня впливу на людину і т. д.);
- практичні (розроблення заходів та засобів щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці під час здійснення трудового процесу).

Терміни та визначення основних понять з охорони праці наведені в ДЕСТ 2293-99 та деяких нормативно-правових актах з охорони праці. Розглянемо найважливіші з них.

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

***Працездатність*** – стан людини, при якому сукупність фізичних розумових і емоційних можливостей дозволяє працюючому виконувати конкретну кількість роботи заданої якості за необхідний інтервал часу.

**Виробниче середовище** – це сукупність фізичних, хімічних, біологічних, соціальних та інших чинників, що діють на людину під час виконання нею трудових обов'язків.

Трудовий процес характеризується важкістю та напруженістю праці.

**Важкість праці** – це характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність.

**Напруженість праці** – це характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

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

**Безпечні умови праці** – стан умов праці, за якого вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих чинників не перевищує гранично допустимих значень.

**Гранично допустиме значення виробничого чинника** – граничне значення величини шкідливого виробничого чинника, вплив якого на людину в разі його щоденної регламентованої тривалості не призводить до зниження працездатності та захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє несприятливого впливу на здоров'я нащадків.

Під час трудової діяльності працівник може зазнавати впливу несприятливих виробничих чинників, які за можливими наслідками такого впливу поділяються на шкідливі та небезпечні.

**Шкідливий виробничий чинник (фактор)** – виробничий чинник, вплив якого за певних умов (інтенсивність, тривалість



та ін.) може викликати професійне захворювання, зниження працездатності і призвести до порушення здоров'я нащадків.

**Небезпечний виробничий чинник (фактор)** – виробничий чинник, вплив якого на працівника в певних умовах призводить до травм, отруєння, іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті.

Залежно від кількісної характеристики (рівня, концентрації тощо) і тривалості впливу шкідливий виробничий чинник може стати небезпечним. Небезпечні та шкідливі виробничі чинники (НШВЧ) за своїм походженням та природою дії поділяються на такі групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні;
- соціальні.

**До фізичних НШВЧ належать:** рухомі машини та механізми; пересувні частини виробничого устаткування; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена чи понижена температура поверхонь устаткування, матеріалів чи повітря робочої зони; підвищений рівень шуму, вібрацій, інфразвукових коливань, ультразвуку, іонізуючих випромінювань, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, ультрафіолетової чи інфрачервоної радіації; підвищені чи понижені барометричний тиск, вологість, іонізація та рухомість повітря; небезпечне значення напруги в електричному колі; підвищена напруженість електричного чи магнітного полів; відсутність чи нестача природного світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; пряме та відбите випромінювання та ін.

**До хімічних НШВЧ належать хімічні речовини,** які за характером дії на організм людини поділяються на загальнотоксичні, подразнювальні, сенсibilізуючі,

канцерогенні, мутагенні та такі, що впливають на репродуктивну функцію.

**До біологічних НШВЧ належать** патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, грибки та ін.) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини).

До *психофізіологічних НШВЧ* належать фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, монотонність праці, перенапруження органів чуття, емоційні перевантаження).

**До соціальних НШВЧ належать** погані стосунки між членами колективу, незадоволеність роботою, погана організація праці, фізична та (або) словесна образа та її ризик, насильство та його ризик.

Один і той же НШВЧ за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп.

Дія окремих небезпечних чинників виробничого середовища чи трудового процесу може призвести до **виробничої травми** - порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок дії виробничих чинників.

### **Виробничі травми класифікують:**

- за видом агента, що призвів до травмування - механічні, термічні, хімічні, променеві, електричні, комбіновані та ін.;
- за виробничими матеріальними причинами (носіями) травми - рухомі частини обладнання, готова продукція, відходи виробництва та ін.;
- за локалізацією травм - травми очей, голови, рук, ніг, тулуба;
- за ступенем тяжкості пошкоджень - легкі, тяжкі, смертельні;
- за технологічними операціями - фрезерування, свердління, вантажно-розвантажувальні роботи, перевезення вантажів та ін.

**Часто травма є наслідком нещасного випадку. *Нещасний випадок на виробництві*** – раптове погіршення стану здоров'я

чи настання смерті працівника під час виконання ним трудових обов'язків внаслідок короткочасного (тривалістю не довше однієї робочої зміни) впливу небезпечного або шкідливого чинника.

Наслідком дії шкідливого виробничого чинника може бути і **професійне захворювання** - патологічний стан людини, обумовлений надмірним напруженням організму або дією шкідливого виробничого чинника під час трудової діяльності.

Трудова діяльність людини відбувається у певному просторі та часі. Замкнений простір у будівлях і спорудах, призначений для трудової діяльності людей називається **виробничим приміщенням**. В такому приміщенні виділяють **робочу зону** - простір, у якому розташовано робочі місця постійного або тимчасового перебування працівників.

**Постійне робоче місце** - робоче місце, на якому працівник перебуває половину або більшу частину свого робочого часу (понад дві години безперервно).

**Тимчасове робоче місце** - робоче місце, на якому працівник перебуває менше половини або меншу частину (менше двох годин неперервно) тривалості щоденної роботи (зміни).

Для запобігання або зменшення впливу на працівника небезпечних і (або) шкідливих виробничих чинників призначені **засоби захисту**. Останні підрозділяються на засоби колективного та індивідуального захисту.

**Засіб колективного захисту (працівників)** – це засіб захисту, конструктивно і (або) функціонально пов'язаний з виробничим обладнанням, виробничим процесом, виробничим приміщенням (будівлею) або виробничим майданчиком.

**Засіб індивідуального захисту (працівника)** – це засіб захисту, що надягається на тіло працівника або його частину або використовується працівником під час праці.

Важливим елементом у збереженні життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності є **нормативно-правові акти з охорони праці** – правила, норми,

регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи обов'язкові для виконання. Обов'язковість виконання нормативно-правових актів з охорони праці встановлюється як для роботодавців, так і для працівників.

## **ПРЕДМЕТ, СТРУКТУРА, ЗМІСТ, МЕТА ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ» ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ІНШИМИ ДИСЦИПЛІНАМИ**

*Основи охорони праці* – це комплексна дисципліна, яка вивчається з метою формування у майбутніх фахівців з вищою освітою необхідного в їхній подальшій професійній діяльності рівня знань та умінь з правових і організаційних питань охорони праці, з питань гігієни праці, виробничої санітарії, виробничої безпеки та пожежної безпеки, визначеного відповідними державними стандартами освіти, а також активної позиції щодо практичної реалізації принципу пріоритетності охорони життя та здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності. Дана дисципліна є комплексною й базується як на загальноосвітніх (фізика, хімія, математика тощо) так і на загально технічних та спеціальних дисциплінах (опір матеріалів, електротехніка, технологія та устаткування виробничих процесів тощо).

*Методологічною основою* дисципліни «Основи охорони праці» є науковий аналіз умов праці, технологічних процесів, виробничого обладнання, робочих місць, трудових операцій, організації виробництва з метою виявлення шкідливих і небезпечних виробничих чинників, виникнення можливих аварійних ситуацій. На підставі такого аналізу розробляються заходи та засоби щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих чинників, створення здорових і безпечних умов праці.

Дисципліна «Основи охорони праці» складається з чотирьох розділів:

- правові та організаційні питання охорони праці;

- основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії;
- основи виробничої безпеки (техніки безпеки);
- пожежна безпека.

**Основна мета дисципліни** - надати майбутнім фахівцям знання основ охорони праці, реалізація яких на практиці сприятиме покращенню умов праці, підвищенню її продуктивності, запобіганню професійних захворювань, виробничого травматизму, аварій.

Питанням охорони праці певне місце відводиться у загально технічних і спеціальних дисциплінах. Однак з такими загальними питаннями охорони праці, які об'єднані у систему законодавчих, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів студент знайомиться лише під час вивчення самостійної дисципліни «Основи охорони праці».

# **1. ПРАВОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

## **1.1. ЗАКОНОДАВЧА ТА НОРМАТИВНА БАЗА З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **1.1.1. ОСНОВНІ ЗАКОНОДАВЧІ АКТИ ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ**

Законодавчими актами, що визначають основні положення з питань охорони праці, є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти. До загальних законів, що визначають основні положення про охорону праці належать:

- Конституція України;
- Закони України «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»;
- Кодекс законів про працю України (КЗпП).
- Спеціальні законодавчі акти в галузі охорони праці: нормативно-правові акти з охорони праці, Державні стандарти Системи стандартів безпеки праці, Будівельні норми та правила, Санітарні норми, Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів та інші нормативно-правові акти, якими встановлюються загальнообов'язкові правила (норми).

В основному законі України – Конституції питанням охорони праці присвячені статті 43,45 та 46.

В статті 43 Конституції України записано: «Кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає, або на яку вільно погоджується», «Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом», «Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється».

Кожен, хто працює, має право на відпочинок (ст. 45 Конституції України). Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи у нічний час.

У тексті статті 46 Конституції України вказано на те, що громадяни мають право на соціальний захист, що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках, передбачених законом.

Основоположним законодавчим документом у галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», дія якого поширюється на юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

### **1.1.2. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАКОНУ УКРАЇНИ «ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ»**

З набуттям незалежності Україна перша серед республік колишнього Союзу прийняла *14 жовтня 1992 року* Закон України «Про охорону праці» (18.12.02 р. прийнята нова редакція Закону). Цей Закон 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 органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Специфічною особливістю українського Закону, що регламентує правову основу охорони праці, є високий рівень прав і гарантій працівникам. Вперше в історії держави працівникам було надано право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, і

навколишнього природного середовища. Розширено права працівників у соціальних гарантіях відшкодування збитків у випадку ушкодження їх здоров'я на виробництві. Передбачається нова система фінансування охорони праці, формування системи страхування від нещасних випадків і профзахворювань, посилюється централізація планування. Договірне регулювання з питань охорони праці поставлено на високий рівень, передбачається значна участь громадських інституцій у цьому процесі. З позицій законодавчої регламентації прав і гарантій працівникам у сфері охорони праці та їх забезпечення Закон України «Про охорону праці» та нормативно-правові акти щодо його реалізації одержали високу оцінку експертів Міжнародної організації праці.

## **ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

В Законі України «Про охорону праці» задекларовані основні принципи державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства;
- повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції;
- обов'язковий соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- використання економічних методів управління охороною праці;
- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямків економічної та соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони довкілля;



- встановлення єдиних нормативів з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності, незалежно від форм власності і видів діяльності;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- співробітництво і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками) між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці;
- міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці.

Для реалізації цих принципів було створено *Національну раду з питань безпечної життєдіяльності* при Кабінеті Міністрів України, Держпромгірнагляд та його територіальні органи, Фонд соціального страхування від нещасних випадків, Національний науково-дослідний інститут охорони праці, навчально-методичний центр Держнаглядохоронпраці. Розроблені та реалізуються національна, галузеві, регіональні програми покращення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища. В обласних та районних державних адміністраціях діють відповідні ради з безпечної життєдіяльності, а в центральних та міських органах виконавчої влади функціонують підрозділи, що займаються питаннями охорони праці.

**ГАРАНТІЇ ПРАВ НА ОХОРОНУ ПРАЦІ**  
**ПРАВА НА ОХОРОНУ ПРАЦІ ПІД ЧАС УКЛАДАННЯ ТРУДОВОГО ДОГОВОРУ.** Умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорону праці.

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівників на пільги і

компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

***ПРАВА ПРАЦІВНИКІВ НА ОХОРОНУ ПРАЦІ ПІД ЧАС РОБОТИ.*** Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Працівник має право відмовитись 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.

***ПРАВА ПРАЦІВНИКІВ НА ПІЛЬГИ І КОМПЕНСАЦІЇ ЗА ВАЖКІ ТА ШКІДЛИВІ УМОВИ ПРАЦІ.*** Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги та компенсації, що надаються в порядку, передбаченому законодавством.

*Забезпечення працівників спецодягом, іншими засобами індивідуального захисту, мийними та знешкоджувальними засобами.* На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби.

Згідно з колективним договором роботодавець може додатково, понад встановлені норми, видавати працівникові певні засоби індивідуального захисту, якщо фактичні умови праці цього працівника вимагають їх застосування.

*Відшкодування шкоди у разі ушкодження здоров'я працівників або у разі їх смерті.* Відшкодування шкоди, заподіяної працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я або у разі смерті працівника, здійснюється Фондом соціального страхування від нещасних випадків відповідно до законодавства України.

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

*Обов'язкові медичні огляди працівників певних категорій.* Роботодавець зобов'язаний за свої кошти забезпечити фінансування та організувати проведення попереднього (під час прийняття на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року.

За результатами періодичних медичних оглядів у разі потреби роботодавець повинен забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів.

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

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

Закон України «Про охорону праці» містить також положення щодо охорони праці жінок, повнолітніх та інвалідів, організації охорони праці на виробництві та її стимулювання, нормативно-правових актів з охорони праці, державного управління охороною праці, відповідальності за порушення законодавства про охорону праці, які розглянуті під час висвітлення відповідних питань у наступних підрозділах підручника.

### 1.1.3. СОЦІАЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПОТЕРПІЛИХ НА ВИРОБНИЦТВІ

У більшості промислово розвинутих країн державна соціальна політика базується на солідарній основі та на суспільній думці про те, що потерпілі на виробництві повинні мати право на особливі переваги в соціальному захисті.

Враховуючи вищезазначені обставини та враховуючи міжнародний досвід був розроблений і набув чинності з 1 січня 2001 року **Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»**. Цей Закон гарантує право громадян на соціальний захист, яке проголошується Конституцією України (ст. 46), зокрема в разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності. Окрім того, він створює правове поле, фінансові й організаційні механізми для успішного розв'язання триєдиного завдання: запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві, компенсації потерпілим матеріальних збитків внаслідок ушкодження здоров'я.

Основними принципами соціального страхування від нещасного випадку Закон проголошує:

- обов'язковий порядок страхування всіх працівників, а також учнів та студентів навчальних закладів, коли вони набувають професійних навичок;
- сплату страхових внесків тільки роботодавцями;
- формування та витрачання страхових коштів на солідарній основі;
- своєчасне та повне відшкодування шкоди потерпілим;
- надання державних гарантій застрахованим у реалізації їх прав;
- диференціювання страхового тарифу з урахуванням умов і стану безпеки праці, виробничого травматизму та професійної захворюваності на кожному підприємстві;

Страхування від нещасного випадку здійснює **Фонд соціального страхування від нещасних випадків** – некомерційна

самоврядна організація, що діє на підставі статуту. Схема управління Фондом наведена на рис. 1.1.

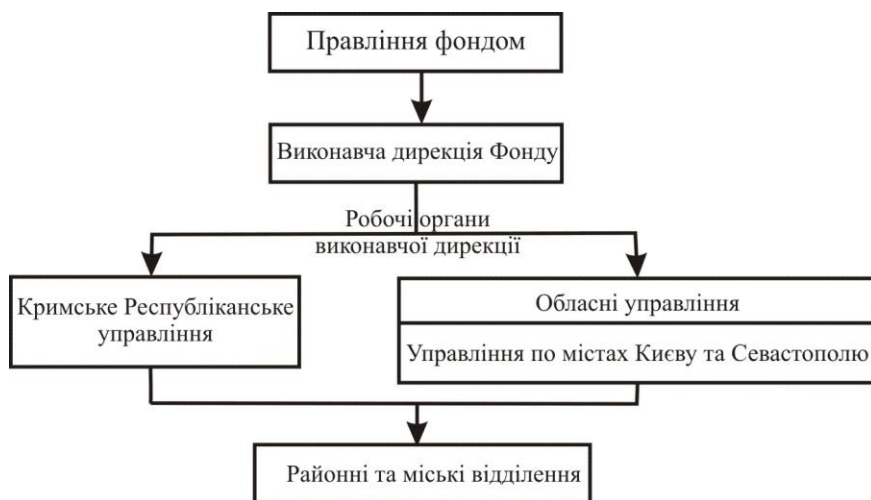


Рис. 1.1. Схема управління Фондом соціального страхування від нещасних випадків

Управління Фондом здійснюють правління та виконавча дирекція Фонду. До складу правління включаються представники держави, застрахованих працівників і роботодавців - по 15 осіб від трьох представницьких сторін. Правління Фонду спрямовує і контролює діяльність виконавчої дирекції Фонду та її робочих органів; щорічно, а також у разі потреби, заслуховує звіти директора виконавчої дирекції Фонду про її діяльність. Робочими органами виконавчої дирекції є управління в Автономній Республіці Крим, областях, містах Києві та Севастополі, відділення в районах та містах обласного підпорядкування.

Виконання статутних функцій та обов'язків Фонду щодо запобігання нещасним випадків та профзахворювань покладається на страхових експертів з охорони праці.

Беручи участь у реалізації державної політики в галузі соціального захисту людей праці Фонд здійснює такі основні послуги та виплати:

- повністю відшкодовує шкоду, заподіяну працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я або в разі його смерті, виплачуючи йому або особам, які перебували на його утриманні: допомогу в зв'язку з тимчасовою непрацездатністю; одноразову допомогу в разі стійкої втрати професійної працездатності або смерті потерпілого; втрачений заробіток у разі тимчасової непрацездатності; пенсію по інвалідності; пенсію у зв'язку з втратою годувальника; грошову суму за моральну шкоду;
- організовує поховання померлого, оплачуючи пов'язані з цим витрати;
- організовує лікування потерпілих, їх перекваліфікацію, працевлаштування осіб з відновленою працездатністю;
- надає допомогу інвалідам у вирішенні соціально-побутових питань, організовує їх участь у громадському житті тощо.

Однак діяльність Фонду не обмежується лише реабілітаційними заходами щодо потерпілих на виробництві та виплатою їм відповідних компенсацій. Фонд здійснює також заходи, спрямовані на запобігання нещасних випадків, усунення загрози здоров'ю працюючих, у тому числі:

- надає допомогу підприємствам і організаціям у створенні та реалізації ефективної системи управління охороною праці;
- перевіряє стан профілактичної роботи та охорони праці на підприємствах;
- бере участь: у розробленні та реалізації національної та галузевих програм поліпшення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища; у здійсненні наукових досліджень у сфері охорони та медицини праці; у навчанні, підвищенні рівня знань працівників, які вирішують питання охорони праці; у розробленні законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці; у розслідуванні групових нещасних випадків, нещасних випадків із смертельними наслідками та з можливою інвалідністю, а також професійних захворювань;

- виконує інші профілактичні заходи.

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

- навмисні дії потерпілого, спрямовані на створення умов для настання страхового випадку;
- надання роботодавцем або потерпілим Фонду соціального страхування від нещасних випадків свідомо неправдивих відомостей про страховий випадок;
- вчинення застрахованим умисного злочину, що призвів до настання страхового випадку.

Нагляд за діяльністю Фонду соціального страхування від нещасних випадків здійснює наглядова рада, до складу якої у рівній кількості входять представники держави, застрахованих працівників і роботодавців.

Державний нагляд у сфері страхування від нещасного випадку здійснюють спеціально уповноважені центральні органи виконавчої влади. Спрямовує і координує роботу зазначених органів з цих питань Кабінет Міністрів України.

#### **1.1.4. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАКОНОДАВСТВА ПРО ПРАЦЮ**

Основні положення законодавства про працю, що *регулюють трудові відносини* всіх працівників відображені в Кодексі законів про працю України (КЗпП). Розглянемо деякі з них.

Громадяни України мають право на вільний вибір професії, роду занять і роботи, причому оплата праці повинна бути не нижче встановленого державою мінімального розміру. Держава забезпечує рівність трудових прав усіх громадян.

Працівник реалізує право на працю шляхом укладання трудового договору.

**Трудовий договір** - це угода між працівником і роботодавцем, за якою працівник зобов'язується виконувати роботу, визначену

цією угодою, з дотриманням внутрішнього трудового розпорядку, а роботодавець зобов'язується виплачувати працівникові заробітну плату і забезпечувати умови праці, необхідні для виконання роботи, передбачені законодавством і угодою сторін. Особливою формою трудового договору є контракт.

***Трудовий договір може заключатись на:***

- невизначений строк (безстроковий);
- визначений строк, встановлений за погодженням сторін;
- час виконання певної роботи.

Роботодавець не має права вимагати від працівника виконання роботи, не обумовленої трудовим договором.

***До початку роботи роботодавець зобов'язаний:***

- роз'яснити працівникові його права і обов'язки та проінформувати під розписку про умови праці, наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу та про права працівника на пільги та компенсації за роботу в таких умовах;
- ознайомити працівника з правилами внутрішнього трудового розпорядку та колективним договором;
- визначити працівникові робоче місце, забезпечити необхідними для роботи засобами;
- проінструктувати працівника з питань охорони праці, виробничої санітарії, гігієни праці і протипожежної охорони.

У процесі трудової діяльності працівників *роботодавець зобов'язаний:*

- правильно організувати працю працівників, створювати умови для зростання продуктивності праці;
- забезпечити трудову і виробничу дисципліну;
- неухильно додержуватись законодавства про працю і охорону праці;



**У свою чергу працівник зобов'язаний:**

- своєчасно і точно виконувати законні розпорядження роботодавця;
- виконувати доручену йому роботу особисто, не передоручати її виконання іншій особі, за винятком випадків, передбачених законодавством;
- працювати чесно і сумлінно;
- дотримуватись трудової і технологічної дисципліни, вимог нормативно-правових актів з охорони праці;
- дбайливо ставитись до майна роботодавця.

***Роботодавець має право відсторонити працівника від роботи у разі:***

- появи на роботі в нетверезому стані, у стані наркотичного або токсичного сп'яніння;
- відмови або ухилення від обов'язкових медичних оглядів, навчання, інструктажу і перевірки знань з охорони праці та протипожежної охорони;
- в інших випадках, передбачених законодавством.

З метою регулювання виробничих, трудових і соціально-економічних відносин і узгодження інтересів працівників та роботодавця між ними укладається колективний договір. Від імені працівників (трудового колективу) право укласти колективний договір надається, як правило, профспілковому комітету підприємства. Термін дії колективного договору один рік. Серед інших питань до колективного договору включаються питання охорони праці. Сторони, які підписали колективний договір, щорічно в строки, передбачені договором, звітують про його виконання.

Працівникам надається перерва для відпочинку і харчування тривалістю не більше двох годин. Така перерва не включається в робочий час. Час початку і закінчення перерви встановлюється правилами внутрішнього трудового розпорядку. Працівники використовують час перерви на свій розсуд. На цей час вони можуть відлучатися з місця роботи.

### 1.1.5. НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

*Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП)* – це правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові для виконання.

Нормативно-правові акти з охорони праці призначені для уточнення, поглиблення та конкретизації положень законодавчих актів з питань охорони праці, а також регламентації вимог безпеки щодо виробничого середовища, трудового процесу, виробничого устаткування, знарядь праці, засобів захисту працюючих, порядку ведення робіт тощо.

Опрацювання та прийняття нових, перегляд і скасування чинних НПАОП здійснюється за участю Держпромгірнагляду, профспілок і Фонду соціального страхування від нещасних випадків та за погодженням з іншими органами державного нагляду за охороною праці.

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

З метою машинної обробки та систематизації обліку нормативно-правові акти з охорони праці повинні кодуватися відповідно до структурної схеми, наведеної на рис. 1.2.

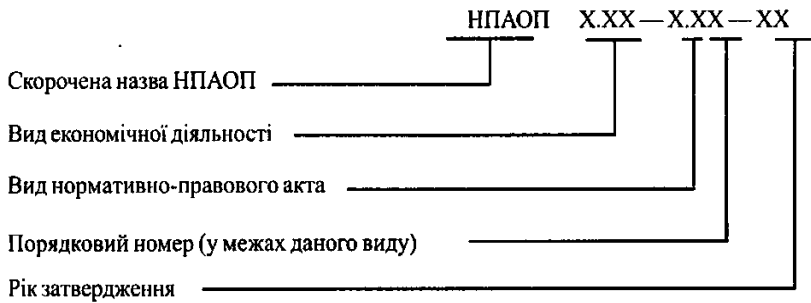


Рис. 1.2. Схема кодування (позначення) НПАОП

Вид економічної діяльності (група, клас) у коді НПАОП установлюється відповідно до державного кваліфікатора ДК 009-96 (код КВЕД), якщо нормативно-правовий акт

поширюється на всі або кілька видів економічної діяльності, зазначається код 0.00.

Види НПАОП (в уніфікованій формі для однакового застосування) мають таке цифрове позначення:

Правила	– 1	Інструкції	– 5
Переліки	– 2	Порядки	– 6
Норми	– 3	Інші	– 7
Положення	– 4		

У зв'язку з тим, що в новій редакції Закону України «Про охорону праці» термін «нормативно-правові акти з охорони праці» (НПАОП) замінив термін «державні нормативні акти про охорону праці» (ДНАОП), то у літературі та більшості чинних документів з питань охорони праці поки що вживається старий термін.

Серед нормативно-правових актів з охорони праці важливе місце посідають державні стандарти Системи стандартів безпеки праці (ГОСТ ССБТ) колишнього СРСР.

Останні застосовуються на території України до їх заміни іншими нормативно-правовими актами, якщо вони не протирічать чинному законодавству України. Відповідно до Угоди про співробітництво в галузі охорони праці, укладеної керівниками урядів держав СНД, стандарти ССБТ надалі визнаються Україною як міждержавні стандарти за узгодженим переліком, що переглядається в міру необхідності з урахуванням національного законодавства держав СНД та результатів спільної роботи, спрямованої на удосконалення Системи стандартів безпеки праці.

Вимоги щодо охорони праці регламентуються також Державними стандартами України з питань охорони праці, Будівельними нормами та правилами, Санітарними нормами, Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), нормами технічного проектування та іншими нормативно-правовими актами, виходячи із сфери їх дії.

## **1.1.6. НОРМАТИВНІ АКТИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІДПРИЄМСТВ**

Власники підприємств, установ, організацій або уповноважені ними органи розробляють на основі НПАОП і затверджують власні положення, інструкції або інші нормативні акти з охорони праці, що діють у межах підприємства, установи, організації. Відповідно до розроблених рекомендацій Держпромгіннагляду щодо опрацювання і затвердження роботодавцем нормативних актів з охорони праці, які діють на підприємстві, до основних таких нормативних актів підприємства належать:

- Положення про систему управління охороною праці на підприємстві;
- Положення про службу охорони праці підприємства;
- Положення про комісію з питань охорони праці підприємства;
- Положення про роботу уповноважених трудового колективу з питань охорони праці;
- Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці;
- Положення про організацію і проведення первинного та повторного інструктажів, а також пожежно-технічного мінімуму;
- Наказ про порядок атестації робочих місць щодо їх відповідності до нормативних актів з охорони праці;
- Положення про організацію попереднього і періодичного медичних оглядів працівників;
- Положення про санітарну лабораторію підприємства;
- Інструкції з охорони праці для працюючих за професіями і видами робіт;
- Загальнооб'єктові та цехові інструкції про заходи пожежної безпеки;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою.

Виходячи із специфіки виробництва та вимог чинного законодавства роботодавець затверджує нормативні акти із вищезазначеного списку та інші, що регламентують питання охорони праці.

### 1.1.7. ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ ЗАКОНОДАВСТВА З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» за порушення законів та інших нормативно-правових актів з охорони 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, кримінальної відповідальності згідно із законом.

*Дисциплінарна відповідальність* полягає у накладанні на винного працівника дисциплінарного стягнення. Відповідно до ст. 147 КЗпП встановлено такі дисциплінарні стягнення: догана, звільнення з роботи. Законодавством, статутами і положеннями про дисципліну можуть бути передбачені для окремих категорій працівників й інші дисциплінарні стягнення. Право накладати дисциплінарні стягнення на працівника має орган, який користується правом прийняття на роботу цього працівника, а також органи вищого рівня. Дисциплінарне стягнення може бути накладене за ініціативою органів, що здійснюють державний і громадський контроль за охороною праці. За кожне порушення може бути застосоване лише одне дисциплінарне стягнення. При обранні виду стягнення роботодавець повинен враховувати ступінь тяжкості вчиненого проступку і заподіяну ним шкоду, обставини, за яких вчинено проступок, попередню роботу працівника.

Дисциплінарне стягнення застосовується роботодавцем безпосередньо за виявленням проступку, але не пізніше одного місяця з дня його виявлення, не рахуючи звільнення працівника від роботи у зв'язку з тимчасовою непрацездатністю або перебування його у відпустці. Дисциплінарне стягнення не може бути накладене пізніше шести місяців з дня виникнення проступку. До застосування дисциплінарного стягнення роботодавець повинен зажадати від працівника, що провинився, письмового пояснення. Якщо працівник не надав такого пояснення у визначений термін, то дисциплінарне стягнення може бути накладене на основі наявних матеріалів. Стягнення

оголошується в наказі (розпорядженні) і повідомляється працівникові під розписку.

Якщо протягом року з дня накладання дисциплінарного стягнення працівника не було піддано новому дисциплінарному стягненню, то він вважається таким, що не мав дисциплінарного стягнення. Протягом строку дисциплінарного стягнення заходи заохочення до працівника не застосовуються.

**Адміністративна відповідальність** накладається на посадових осіб, винних у порушеннях законодавства про охорону праці у вигляді грошового штрафу. Право накладати адміністративні стягнення з причин, зазначених у Законі України «Про охорону праці» мають службові особи Держпромгірнагляду. Розміри та види штрафів, що можуть бути накладені службовими особами Держпромгірнагляду, визначаються чинним законодавством. Максимальний розмір штрафу не може перевищувати п'яти відсотків місячного фонду заробітної плати юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю. Адміністративній відповідальності підлягають особи, які досягай на момент вчинення адміністративного правопорушення шістнадцятирічного віку.

**Матеріальна відповідальність** включає відповідальність як працівника, так і роботодавця. У ст. 130 КЗпП зазначається, що працівники несуть матеріальну відповідальність за шкоду, заподіяну підприємству (установі) через порушення покладених на них обов'язків, у тому числі, і внаслідок порушення вимог охорони праці. Матеріальна відповідальність встановлюється лише за пряму дійсну шкоду і за умови, коли така шкода заподіяна підприємству (установі) винними протиправними діями (бездіяльністю) працівника. Ця відповідальність, як правило, обмежується певною частиною заробітку працівника і не повинна перевищувати повного розміру заподіяної шкоди. Матеріальна відповідальність може бути накладена незалежно від притягнення працівника до дисциплінарної, адміністративної чи кримінальної відповідальності. Роботодавець несе матеріальну відповідальність за заподіяну шкоду працівникові незалежно від наявності вини, якщо не

доведе, що шкода заподіяна внаслідок непереборної сили або умислу потерпілого.

**Кримінальна відповідальність** настає, якщо порушення вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці створило небезпеку для життя або здоров'я громадян. Суб'єктом кримінальної відповідальності з питань охорони праці може бути будь-яка службова особа підприємства, установи, організації незалежно від форм власності, а також громадянин – власник підприємства чи уповноважена ним особа. Кримінальна відповідальність визначається в судовому порядку.

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

### **1.2.1. ОРГАНИ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ, ЇХ КОМПЕТЕНЦІЯ І ПОВНОВАЖЕННЯ**

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- департамент промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду у складі МНС України (Держпромгірнагляд);
- міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
- Рада міністрів Автономної республіки Крим, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

Закон містить норми прямої дії, що визначають обов'язки, права та повноваження кожного з цих органів.

**Компетенція Кабінету Міністрів України в галузі охорони праці.** Кабінет Міністрів України:

- забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- подає на затвердження Верховною Радою України загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- спрямовує і координує діяльність міністерств, інших центральних органів виконавчої влади щодо створення безпечних і здорових умов праці та нагляду за охороною праці;
- встановлює єдину державну статистичну звітність з питань охорони праці.

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

***Держпромгірнагляд має такі основні повноваження:***

- здійснює комплексне управління охороною праці та контроль за виконанням функцій державного управління охороною праці відповідними органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування;
- розробляє за участю всіх зацікавлених сторін загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;
- бере участь у розробленні проєктів законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки;
- координує роботу відповідних органів виконавчої влади та самоврядування, підприємств, інших суб'єктів господарювання у сфері безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, промислової безпеки, поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення та об'єктами підвищеної небезпеки;
- здійснює в установленому порядку державний нагляд за додержанням законодавства з охорони праці та промислової безпеки;
- організовує виконання робіт щодо науково-технічної підтримки державного нагляду у сфері охорони праці та промислової безпеки.

Рішення, прийняті Держпромгірнаглядом у межах його компетенції, є обов'язковими для виконання всіма міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, Радою міністрів Автономної Республіки Крим, місцевими



органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, юридичними та фізичними особами, які відповідно до законодавства використовують найману працю. Для реалізації покладених на Держпромгірнагляд завдань утворюються його територіальні управління.

***Повноваження міністерств та інших центральних органів виконавчої влади в галузі охорони праці:***

- проведення єдиної науково-технічної політики в галузі охорони праці;
- розробка і реалізація галузевої програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;
- здійснення методичного керівництва діяльністю підприємств галузі з охорони праці;
- укладання з відповідними галузевими профспілками угоди з питань покращення умов і безпеки праці;
- участь в опрацюванні та перегляді нормативно-правових актів з охорони праці;
- організація навчання і перевірки знань з питань охорони праці;
- створення у разі потреби аварійно-рятувальних служб, здійснення керівництва їх діяльністю;
- здійснення відомчого контролю за станом охорони праці на підприємствах галузі. 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.

***Рада міністрів Автономної Республіки Крим та місцеві органи виконавчої влади в галузі охорони праці мають такі основні повноваження:***

- забезпечують виконання законів та реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- формують і забезпечують виконання регіональної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- забезпечують соціальний захист найманих працівників, вживають заходів до проведення атестації робочих місць;
  - здійснюють контроль за додержанням на об'єктах нормативно-правових актів з охорони праці;
- Для виконання названих функцій створюють відповідні структурні підрозділи.

**Органи місцевого самоврядування** в межах своєї компетенції:

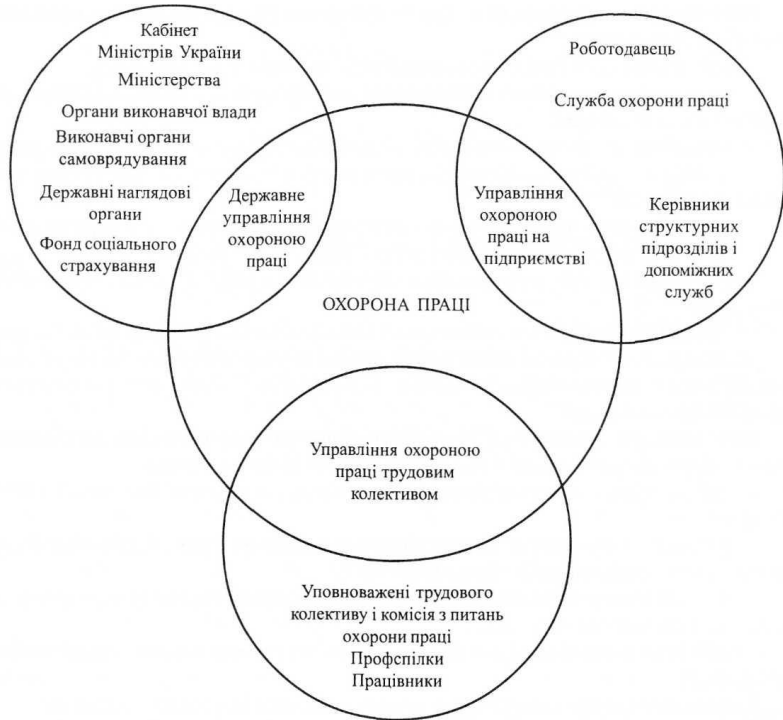
- затверджують цільові регіональні програми поліпшення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища;
- приймають рішення щодо створення комунальних аварійно-рятувальних служб.

### **1.2.2. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ**

У теперішній час в Україні здійснюються соціально-політичні та соціально-економічні реформи. Наша країна переживає етап відмирання централізовано-розподільних форм господарювання і народження економічних відносин у сфері праці, притаманних соціально-ринковій моделі управління. При цьому, природно, змінюються ролі й функції основних суб'єктів підприємницької діяльності: держави, роботодавця і працівника. Цей процес неминуче охоплює й охорону праці – невід'ємну частину будь-якого виробництва, а відтак і систему управління охороною праці.

На основі розробок професора Г. Г. Гогіташвілі можна зробити висновок, що у сучасних умовах виникає 3 центри управління охороною праці: державне управління (не адміністративне); управління з боку роботодавця (власника підприємства); управління з боку працівників підприємства (рис. 1.3).

Держава створює законодавчу базу з питань охорони праці; комплекс інспекцій, що здійснюють нагляд за виконанням прийнятих нормативно-правових актів з охорони праці; інфраструктуру виробничо-технічного, інформаційного, наукового та фінансового забезпечення діяльності в галузі охорони праці.



### 1.3. Комплексне управління охороною праці

Роботодавець економічно зацікавлений в тому, щоб люди, які працюють на його підприємстві не травмувались та не хворіли, і тому забезпечує виконання нормативно-правових актів з охорони праці. Окрім того, механізм соціального страхування передбачає збільшення страхового внеску, якщо на підприємстві зростає травматизм та профзахворювання працівників. Істотне значення у системі управління охороною праці на підприємстві відіграють громадські інституції в особі профспілок, уповноважених трудових колективів та комісії з питань охорони праці.

Працівники повинні відповідально ставитись до охорони праці, знати та виконувати вимоги, визначені нормативною документацією. В сучасних умовах кожному працівнику необхідно постійно підтримувати високий фізичний,

психологічний та фаховий рівень, програмувати шляхи здорового довголіття, запобігати виникненню випадків травматизму та профзахворювань. Інакше у працівника буде значно менше шансів отримати роботу на ринку праці.

Отже, у сучасних ринкових умовах лише комплексне управління охороною праці з боку держави, роботодавця та працівників здатне забезпечити підвищення ефективності у цій сфері. В той же час, як показала практика на підприємствах, окремі розрізнені заходи з охорони праці не дають необхідного ефекту, тому в даному питанні потрібний системний підхід, при якому заходи з охорони праці застосовуються продумано, взаємопов'язано, комплексно. З цією метою на підприємстві, з урахуванням його особливостей, розробляється система управління охороною праці.

***Система управління охороною праці (СУОП)*** – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворювань, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством з питань охорони праці.

Створення СУОП здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації.

В спрощеному вигляді будь-яку систему управління (керування) можна підрозділити на дві підсистеми: таку, що управляє і таку, якою управляють (рис. 1.4).

В свою чергу, у системі управління виділяють об'єкт, яким управляють та орган, який здійснює таке управління. Останній, на основі аналізу отриманої інформації – зовнішньої (наприклад, наказу міністерства) або внутрішньої про стан об'єкта, розробляє і видає управлінську інформацію (наприклад, наказ по підприємству). Як правило, на великих та середніх підприємствах на підставі управлінської інформації деякий

виконавчий орган (наприклад, керівники структурних підрозділів) здійснюють управлінську дію на об'єкт. У багатьох випадках орган, що здійснює управління та виконавчий орган об'єднують одним поняттям – суб'єкт управління.

Отже СУОП підприємства можна представити структурною схемою, що наведена на рис. 1.4.

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

- прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- організація та координація робіт;
- облік показників стану умов і безпеки праці;
- аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- контроль за функціонуванням СУОП;
- стимулювання діяльності з охорони праці.

Основні **завдання** управління охороною праці:

- забезпечення безпеки технологічних процесів, виробничого устаткування, будівель і споруд;
  - нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
  - забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту;
  - забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку;
  - організація лікувально-профілактичного та санітарно-побутового обслуговування працівників;
  - професійний відбір працівників з окремих професій;
- удосконалення нормативної бази підприємства з питань охорони праці.

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

Перспективне планування охоплює найбільш важливі, трудомісткі й довгострокові за терміном виконання заходи з охорони праці, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи кількох підрозділів підприємства. Можливість

виконання заходів перспективного плану повинна бути підтвержена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат із зазначенням джерел фінансування.



Рис. 1.4. Структурна схема СУОП підприємства

Основною формою перспективного планування роботи з охорони праці є розроблення комплексного плану підприємства (на 3-5 років) щодо покращення стану охорони праці. Поточне планування здійснюється у межах календарного року шляхом розроблення та включення відповідних заходів до розділу «Охорона праці» колективного договору.

Оперативне планування роботою з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві в цілому або перевірок органів державного нагляду. Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків зазначаються у наказі роботодавця.

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 у процесі управління, а також прийняття та виконання відповідних рішень.

**Контроль за станом охорони праці.** Дійове управління охороною праці можна здійснювати тільки у разі наявності повної, своєчасної і точної інформації про стан охорони праці на об'єкті. Одержати таку інформацію, виявити можливі відхилення від норм та правил з охорони праці, перевірити додержання вимог законодавства з охорони праці та виконання відповідних планів, програм, приписів, прийнятих рішень можна тільки на підставі регулярного та об'єктивного контролю. Тому контроль стану охорони праці є найбільш відповідальна та трудомістка функція процесу управління.

Контроль за охороною праці може бути (рис. 1.5):

- відомчим, що здійснюється посадовими особами, повноважними представниками та службами міністерства або іншого центрального органу виконавчої влади, а також асоціації, корпорації, концерну або іншого об'єднання підприємств;

- регіональним, що здійснюється посадовими особами, повноважними представниками та службами місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування;
- громадським, що здійснюється виборними органами та представниками професійних спілок, інших громадських організацій;
- страховим, що здійснюється страховими експертами з охорони праці Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- внутрішнім, що здійснюється в межах підприємства (установи, організації) відповідними службами, посадовими особами та громадськими інспекторами (уповноваженими трудових колективів) цього підприємства.
- 



Рис. 1.5. Форми контролю за охороною праці

Виключно важливе значення має внутрішній контроль, який на відміну від інших видів контролю проводиться значно частіше та від дієвості якого вагомо залежить стан охорони праці на підприємстві. Внутрішній контроль підрозділяється на: оперативний (повсякденний); такий, що здійснюється службою



охорони праці підприємства; громадський; адміністративно-громадський трьохступеневий.

Оперативний контроль з боку керівників робіт і підрозділів, а також інших посадових осіб підприємства проводиться згідно із затвердженими посадовими обов'язками.

Служба охорони праці контролює виконання вимог з охорони праці у всіх структурних підрозділах та службах підприємства.

У справі створення здорових та безпечних умов праці значна роль відводиться громадському контролю, який здійснюється громадськими інспекторами з охорони праці або представниками трудових колективів (якщо профспілкова організація на підприємстві не створювалася), а також комісією з питань охорони праці підприємства (за рішенням загальних зборів або конференції працівників підприємства).

Адміністративно-громадський трьохступеневий контроль проводиться на трьох рівнях (ступенях). На першому рівні контролю начальник виробничої дільниці (майстер) спільно з громадським інспектором профгрупи щоденно перевіряють стан охорони праці на виробничій дільниці. На другому рівні – начальник цеху спільно з громадським інспектором та спеціалістами відповідних служб цеху (механік, електрик, технолог) два рази в місяць (згідно із затвердженим графіком) перевіряють стан охорони праці в цеху. На третьому рівні контролю щомісячно (згідно із затвердженим графіком) комісія підприємства під головуванням керівника (головного інженера) перевіряє стан охорони праці в цілому на підприємстві. До складу комісії входять: керівник служби охорони праці, голова комісії з охорони праці (або представник профкому), керівник медичної служби, працівник пожежної охорони та головні спеціалісти підприємства (технолог, механік, енергетик). Результати роботи комісії фіксуються в журналі трьохступеневого контролю і розглядаються на нараді. За результатами наради видається наказ по підприємству.

Слід зазначити, що крім контролю за станом охорони праці на підприємстві здійснюється й державний нагляд за додержанням законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці з боку уповноважених органів і посадових осіб (державних інспекторів).

**Облік, аналіз і оцінка показників охорони праці та функціонування СУОП** спрямовані (відповідно до одержаної інформації) на розробку та прийняття відповідних рішень керівниками усіх рівнів управління (від майстра дільниці до керівника підприємства). Суть даної функції полягає у системному та систематичному обліку показників стану охорони праці, в аналізі одержаних даних та узагальненні причин недодержання вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці, причин невиконання планів покращення стану безпеки, гігієни праці, виробничого середовища, а також у розробці заходів, спрямованих 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 та ін. За результатами обліку, аналізу та оцінки стану охорони праці вносяться доповнення та уточнення до оперативних, поточних та перспективних планів роботи з охорони праці, а також визначаються кращі серед структурних підрозділів, служб, працівників за досягнуті показники з охорони праці.

**Стимулювання діяльності з охорони праці** направлено на створення зацікавленості працівників у забезпеченні здорових та безпечних умов праці. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» до працівників підприємств можуть застосовуватися будь-які заохочення за активну участь та ініціативу в здійсненні заходів щодо підвищення безпеки та покращення умов праці. Стимулювання передбачає моральні та матеріальні заохочення. До числа останніх належать: премії, винагороди за виконану конкретну роботу, винахідництво та раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці та ін.

### **1.2.3. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ. ОБОВ'ЯЗКИ РОБОТОДАВЦІВ І ПРАЦІВНИКІВ ЩОДО ВИКОНАННЯ ВИМОГ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Організація охорони праці на підприємстві покладається на роботодавця. Останній зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;
- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства, та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;
  - здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;
  - організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;
  - вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.
- Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Запорукою попередження більшості аварій і нещасних випадків на виробництві, а також збереження життя, здоров'я і працездатності працівників є чітке виконання ними своїх обов'язків щодо додержання вимог охорони праці.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;
- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

За порушення зазначених вимог працівник несе безпосередню відповідальність.

#### **1.2.4. СЛУЖБА ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІДПРИЄМСТВА**

Згідно з Законом України «Про охорону праці» служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

Роботодавець з урахуванням специфіки виробництва, видів діяльності, чисельності працівників, умов праці тощо розробляє та затверджує Положення про службу охорони праці відповідного підприємства, визначає структуру служби охорони праці, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників відповідно до законодавства.

Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб. В інших випадках функції цієї служби 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. За своїми посадами та заробітною оплатою керівники та спеціалісти служби охорони праці прирівнюються до керівників та спеціалістів основних виробничо-технічних служб підприємства. Служба охорони праці в залежності від чисельності працюючих може функціонувати як самостійний структурний підрозділ або у вигляді групи спеціалістів чи одного спеціаліста, у тому числі за сумісництвом. Служба охорони праці формується із спеціалістів, які мають вищу освіту та стаж роботи за профілем виробництва не менше 3 років. Спеціалісти з середньою спеціальною освітою приймаються в службу охорони праці у виняткових випадках. Навчання та перевірка знань з охорони праці працівників служби охорони праці проводяться під час прийняття на роботу та періодично один раз на три роки.

Працівники служби охорони праці мають право видавати керівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків. Припис спеціаліста з

охорони праці, у тому числі про зупинення робіт, може скасувати лише роботодавець. Працівники служби охорони праці не можуть залучатися до виконання функцій, не передбачених Законом України «Про охорону праці» та Типовим положенням про службу охорони праці. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки в разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Служба охорони праці вирішує **завдання**:

- забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з питань охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці;
- вибору оптимальних режимів праці й відпочинку працівників;
- інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

Служба охорони праці виконує такі основні **функції**:

- опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці;
- проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;
- складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також розділ «Охорона праці» у колективному договорі;
- проводить з працівниками вступний інструктаж з охорони праці;
- готує проекти наказів та розпоряджень з питань охорони праці, і вносить їх на розгляд роботодавцю;

- забезпечує належне оформлення і зберігання документації з питань охорони праці;
- розглядає факти наявності виробничих ситуацій, небезпечних для життя чи здоров'я працівників або людей, які їх оточують, у випадку відмови з цих причин працівників від виконання дорученої їм роботи;
- **організовує:** забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці; паспортизацію цехів, дільниць, робочих місць щодо відповідності їх до вимог охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці; роботу методичного кабінету охорони праці, пропаганду безпечних та нешкідливих умов праці; допомогу комісії з питань охорони праці підприємства в опрацюванні необхідних матеріалів та реалізації її рекомендацій; підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці;
- **бере участь** у: розслідуванні нещасних випадків та аварій; проведенні внутрішнього аудиту; організації навчання з питань охорони праці; роботі комісії з перевірки знань з питань охорони праці; роботі комісії з питань охорони праці підприємства; роботі комісій з прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом, реконструкцією або технічним переозброєнням об'єктів виробничого та соціального призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування; розробці положень, інструкцій, нормативних актів з охорони праці, що діють у межах підприємства; роботі комісії з питань атестації робочих місць за умовами праці;
- **контролює:** дотримання чинного законодавства, вимог нормативно-правових актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці; виконання приписів посадових осіб органів державного нагляду; виконання заходів, передбачених колективним договором; використання цільових коштів, виділених на заходи з охорони праці; стан запобіжних і

захисних пристроїв, вентиляційних систем; своєчасне проведення навчання та інструктажів працюючих, атестації та переатестації з питань безпеки праці посадових осіб та осіб, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, мийними засобами, санітарно-побутовими приміщеннями; використання праці неповнолітніх, жінок та інвалідів згідно з діючим законодавством; проходження попереднього і періодичних медичних оглядів працівників; виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань охорони праці, а також заходів щодо усунення причин нещасних випадків і аварій, які визначені у актах розслідування;

Спеціалісти служби охорони праці **мають право:**

- безперешкодно відвідувати виробничі об'єкти, структурні підрозділи підприємства, зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працівників;
- одержувати від посадових осіб необхідні відомості, документи і пояснення з питань охорони праці;
- перевіряти стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на об'єктах підприємства, видавати керівникам перевіреного об'єкта, цеху, виробництва обов'язковий для виконання припис;
- вимагати від посадових осіб відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань з охорони праці, не мають допуску до відповідних робіт або не виконують нормативно-правових актів з охорони праці;
- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці;



- порушувати клопотання про заохочення працівників, які беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці.

### **1.2.5. КОМІСІЯ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІДПРИЄМСТВА**

Комісія з питань охорони праці підприємства може створюватися на підприємствах, в організаціях, господарствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб, незалежно від форм власності та видів господарської діяльності. Комісія є постійно діючим консультативно-дорадчим органом трудового колективу та роботодавця і створюється з метою залучення представників роботодавця та трудового колективу (безпосередніх виконавців робіт, представників профспілок) до співробітництва в галузі управління охороною праці на підприємстві, узгодженого вирішення питань, що виникають у цій сфері.

Рішення про доцільність створення комісії, її кількісний та персональний склад, строк повноважень приймається трудовим колективом на загальних зборах (конференції) за поданням роботодавця, органу трудового колективу та профспілкового комітету. Загальні збори (конференція) затверджують Положення про комісію з питань охорони праці підприємства, яке розробляється за участю сторін на основі Типового положення. 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). Комісія у своїй діяльності керується законодавством про працю, нормативно-правовими актами з охорони праці, а також Положенням про комісію з питань охорони праці підприємства.

Основними *завданнями* комісії є:

- захист законних прав та інтересів працівників у сфері охорони праці;
- підготовка, на основі аналізу стану безпеки та умов праці на виробництві, рекомендацій роботодавцю та працівникам щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань, практичної реалізації принципів державної політики в галузі охорони праці на підприємстві;
- 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;
- вироблення пропозицій щодо включення до колективного договору окремих питань з охорони праці та використання цільових коштів, виділених на заходи з охорони праці на підприємстві.

*Комісія має право:*

- звертатися до роботодавця, органу самоврядування трудового колективу, профспілкового комітету з пропозиціями щодо регулювання відносин у сфері охорони праці;
- створювати робочі групи з числа членів комісії для вироблення узгоджених рішень з конкретних питань охорони праці із залученням до їх складу фахівців, експертів, інспекторів державного нагляду за охороною праці;
- одержувати від окремих працівників, служб підприємства, профспілкового комітету необхідну інформацію;
- здійснювати контроль за дотриманням вимог законодавства з питань охорони праці;
- знайомитись з будь-якими матеріалами з питань охорони праці, аналізувати стан умов і безпеки праці на підприємстві, виконання відповідних програм і колективних договорів;
- вільного доступу на всі дільниці виробництва і обговорення з працюючими питань охорони праці.

Комісія може делегувати своїх представників для участі:

- у розв'язуванні разом з представниками державного нагляду за охороною праці конфліктів, пов'язаних з відмовою працівника виконувати доручену роботу з мотивів небезпечної для його здоров'я чи життя виробничої ситуації на підприємстві, де відсутня профспілкова організація;
- в обговоренні питань охорони праці роботодавцем, профспілковим комітетом чи органом самоврядування трудового колективу (за погодженням з цими органами).

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.

Комісія здійснює свою діяльність на основі планів, що розробляють на квартал, півріччя чи рік і затверджуються нею. 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.

### **1.3. НАВЧАННЯ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Навчання та систематичне підвищення рівня знань працівників, населення України з питань охорони праці – один з основних принципів державної політики в галузі охорони праці, фундаментальна основа безпеки праці та необхідна умова удосконалення управління охороною праці і забезпечення ефективної профілактичної роботи щодо запобігання аварій і травматизму на виробництві.

Основним нормативним актом, що встановлює порядок та види навчання, а також форми перевірки знань з охорони праці є НПАОП 0.00–4.12–05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Даний нормативний документ спрямований на реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань охорони

праці, яка проводиться з працівниками в процесі трудової діяльності, а також з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів під час трудового та професійного навчання.

Вимоги Типового положення є обов'язковими для виконання усіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, бюджетними установами та суб'єктами господарської діяльності незалежно від форми власності та видів діяльності.

### **1.3.1. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ І ПЕРЕВІРКИ ЗНАТЬ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи, а також учні, курсанти, слухачі і студенти під час трудового та професійного навчання проходять на підприємстві за рахунок роботодавця інструктажі, навчання і перевірку знань з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі виникнення аварії. Допуск до роботи (виконання навчальних практичних завдань) без навчання і перевірки знань з питань охорони праці забороняється.

На підприємствах на основі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, розробляються і затверджуються наказом керівника відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці та формуються плани-графіки проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, з якими мають бути ознайомлені працівники. Відповідальність за організацію цієї роботи на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах – на керівників цих підрозділів.

Організація навчання і перевірки знань з питань охорони праці працівників, у тому числі під час професійної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації на підприємстві здійснюють працівники служби кадрів або інші спеціалісти, яким роботодавцем доручена організація цієї роботи.

На підприємстві для перевірки знань працівників з питань охорони праці наказом керівника створюється відповідна комісія. Головою комісії призначається керівник підприємства або його заступник, до службових обов'язків якого входить організація роботи з охорони праці. У разі потреби створення комісій в окремих структурних підрозділах їх очолюють керівник цього підрозділу чи його заступник.

До складу комісії підприємства входять спеціалісти служби охорони праці, представники юридичної, виробничих, технічних служб, представник профспілки або вповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці та інші. Комісія вважається правомочною, якщо до її складу входять не менше трьох осіб.

Усі члени комісії у порядку, встановленому Типовим положенням, повинні пройти навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Перед перевіркою знань на підприємстві організуються заняття: лекції, семінари та консультації. Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за тими нормативно-правовими актами з охорони праці, додержання яких входить до їх функціональних обов'язків. Формою перевірки знань з питань охорони праці працівників є тестування, залік або іспит. Тестування проводиться комісією за допомогою технічних засобів (авто екзаменатори, модульні тести тощо), залік або іспит – за екзаменаційними білетами у вигляді усного або письмового опитування. Результати перевірки знань працівників з питань охорони праці оформляються відповідним протоколом. Працівникам, які при перевірці знань з охорони праці виявили задовільні результати, видаються посвідчення. При незадовільних результатах перевірки знань працівник повинен протягом одного місяця пройти повторне навчання та повторну перевірку знань.

Працівники, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці, до роботи не допускаються.

Посадові особи та інші працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою проходять щорічне спеціальне

навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

*Робота з підвищеною небезпекою* – це робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, навколишньому природному середовищу.

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

### **1.3.2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ІНСТРУКТАЖІВ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Усі працівники під час прийняття на роботу та періодично повинні проходити на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій у разі виникнення аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці 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 виробничого навчання;
- з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці, а в разі відсутності на підприємстві такої служби – іншим фахівцем, на якого наказом по підприємству покладено ці обов'язки.

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 затверджуються керівником підприємства.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу, який зберігається службою охорони праці або працівником, 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) на підприємство, або до фізичної особи, яка використовує найману працю;
- який переводиться з одного структурного підрозділу підприємства до іншого;
- який буде виконувати нову для нього роботу;
- з відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Проводиться 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 з працівниками на робочому місці в терміни, визначені нормативно-правовими актами з охорони праці, що діють у галузі або роботодавцем з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

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

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

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

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших чинників, що впливають на стан охорони праці;
- при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – понад 60 днів;

Позаплановий інструктаж з учнями, студентами, курсантами, слухачами проводиться під час проведення трудового і професійного навчання при порушеннях ними вимог нормативно-правових актів з охорони праці, 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, стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, розпорядження або наказ.

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

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер) або фізична особа, яка використовує найману працю. Завершуються вони перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці особою, 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.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів 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.

Особливості проведення та реєстрації інструктажів наведені в таблиці 1.1.

**Таблиця 1.1.** Проведення та реєстрація інструктажів з охорони праці

<i>Вид інструктажу</i>	<i>Місце проведення інструктажу</i>	<i>Особа, котра проводить інструктаж</i>	<i>Запис про проведення інструктажу</i>
Вступний	Кабінет охорони праці	Працівник служби охорони праці	Журнал реєстрації вступного інструктажу
Первинний	На робочому місці	Безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер) або фізична особа, яка використовує найману працю	Журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці і (або) наряді-допуску (цільовий інструктаж)
Повторний	На робочому місці		
Позаплановий	або в кабінеті охорони праці		
Цільовий	Як правило на робочому місці		

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

## **1.4. ДЕРЖАВНИЙ НАГЛЯД І ГРОМАДСЬКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОХОРОНОЮ ПРАЦІ**

### **1.4.1. ОРГАНИ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ ЗА ОХОРОНОЮ ПРАЦІ, ЇХ ОСНОВНІ ПОВНОВАЖЕННЯ ТА ПРАВА**

Державний нагляд за додержанням законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці здійснюють:

- органи державного нагляду за охороною праці Державного департаменту промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи;
- органи Головної державної інспекції з нагляду за ядерною та радіаційною безпекою Міністерства екології та природних ресурсів України;

- органи державного пожежного нагляду Державного департаменту пожежної безпеки Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи;

- органи та заклади санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України.

Кожний із вищеперерахованих органів виконує функції в межах своїх повноважень, визначених положеннями про ці органи.

Вищий нагляд за додержанням і правильним застосуванням законодавства з охорони праці здійснюється Генеральним прокурором України і підпорядкованими йому прокурорами.

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

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

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та проводити в присутності роботодавця або його представника перевірку додержання законодавства з питань, що належать до їх компетенції;

- одержувати від роботодавця і посадових осіб письмові чи усні пояснення, висновки експертних обстежень, аудитів, матеріали та інформацію з відповідних питань, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та здійснення заходів щодо їх усунення;

- видавати в установленому порядку роботодавцям, керівникам та іншим посадовим особам юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, міністерствам та іншим центральним органам виконавчої влади, Раді Міністрів Автономної Республіки Крим, місцевим органам виконавчої влади та органам місцевого самоврядування обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і недоліків в сфері

охорони праці та промислової безпеки, використання та охорони надр, безпечної експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки;

- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію підприємств, окремих виробництв, цехів, дільниць, робочих місць, будівель, споруд, приміщень, випуск та експлуатацію машин, механізмів, устаткування, транспортних та інших засобів виробництва, 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 працівників;
- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства з охорони праці;
- притягати до сплати штрафу юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, за порушення законодавства з охорони праці в частині безпечного ведення робіт та невиконання розпоряджень посадових осіб Держпромгірнагляду;
- надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих посадових осіб займаній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці несуть відповідальність за виконання покладених на них обов'язків згідно із законодавством.

#### **1.4.2. ГРОМАДСЬКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ДОДЕРЖАННЯМ ЗАКОНОДАВСТВА З ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» громадський контроль за додержанням законодавства з охорони праці здійснюють професійні спілки, їх об'єднання в особі своїх виборних органів і представників. У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль за додержанням законодавства з охорони праці здійснює уповноважена найманими працівниками особа.

## **Уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці, їх основні обов'язки і права**

Діяльність уповноважених проводиться на підставі Положення про роботу уповноважених найманими працівниками осіб з питань охорони праці, яке розробляється відповідно до Типового положення і затверджується загальними зборами (конференцією) трудового колективу підприємства.

Уповноважені з питань охорони праці обираються на загальних зборах (конференції) колективу підприємства або цеху, дільниці з числа досвідчених та ініціативних працівників на строк дії повноважень органу самоврядування трудового колективу. Працівник, який згідно з посадовими обов'язками відповідає за організацію безпечних та нешкідливих умов праці, не може бути уповноваженим з питань охорони праці. Чисельність останніх визначається рішенням загальних зборів (конференції) трудового колективу залежно від конкретних умов виробництва та необхідності забезпечення безперервного громадського контролю за станом безпеки та умов праці в кожному виробничому підрозділі.

Свої обов'язки уповноважені з питань охорони праці виконують, як правило, в процесі виробництва, безпосередньо на своїй дільниці, зміні, бригаді. Уповноважені з питань охорони праці не рідше одного разу на рік звітують про свою роботу на загальних зборах (конференції) трудового колективу, котрим вони обрані.

Відповідно до Типового положення, уповноважені з питань охорони праці, з метою створення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві, оперативного усунення виявлених порушень здійснюють контроль за:

- виконанням вимог законодавства з охорони праці;
- забезпеченням працівників інструкціями, положеннями з охорони праці, які діють у межах підприємства, та додержання їх вимог працівниками;
- своєчасним і правильним розслідуванням, документальним оформленням та обліком нещасних випадків та професійних захворювань;

- використанням фонду охорони праці підприємства за його призначенням, та інше. Уповноважені з охорони праці можуть і повинні залучатися до розроблення розділу «Охорона праці» колективних договорів та угод, комплексних перспективних планів з охорони праці, до роботи в комісіях з питань атестації робочих місць. Вони беруть участь: у комісіях з розслідування професійних захворювань і нещасних випадків на виробництві, якщо потерпілий не є членом профспілки; у вирішенні питання про зниження розміру одноразової допомоги потерпілому від нещасного випадку в разі невиконання працівником вимог нормативних документів з охорони праці; розгляду факту наявності виробничої ситуації, небезпечної для здоров'я чи життя працівника або для людей, які його оточують, і навколишнього природного середовища, у випадку відмови працівника виконувати з цих причин доручену йому роботу.

*Уповноважені з охорони праці мають право:*

- безперешкодно перевіряти стан безпеки і гігієни праці, додержання працівниками нормативно-правових актів з охорони праці на об'єктах підприємства чи виробничого підрозділу, колектив якого його обирає;
- вносити в спеціально заведену для цього книгу обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції щодо усунення виявлених порушень;
- вимагати від майстра, бригадира чи іншого керівника виробничого підрозділу припинення роботи на робочому місці у разі створення загрози життю або здоров'ю працюючих;
- вносити пропозиції про притягнення до відповідальності працівників, які порушують нормативні акти з охорони праці.

Гарантії для уповноважених з питань охорони праці щодо звільнення їх з роботи з ініціативи роботодавця або притягнення до дисциплінарної чи матеріальної відповідальності передбачається у колективному договорі. Уповноважений може бути відкликаний до закінчення терміну своїх повноважень у разі незадовільного їх виконання тільки за рішенням загальних зборів (конференції) трудового колективу, який його обирає.

**Повноваження і права профспілок у здійсненні контролю за додержанням законодавства з охорони праці**

Законом України «Про охорону праці» на профспілки покладено чимало повноважень у галузі охорони праці, виконання яких вони здійснюють через свої виборні органи та представників. Головною метою і завданням представників профспілок є захист прав та законних інтересів працівників у сфері охорони праці, надання їм практичної допомоги у вирішенні цих питань.

Представники профспілок беруть участь у вирішенні таких основних питань:

- в опрацюванні загальнодержавної, галузевих і регіональних програм покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також відповідних угод з питань покращення умов і безпеки праці;
- в опрацюванні нормативно-правових актів з охорони праці;
- в опрацюванні роботодавцем комплексних заходів для досягнення встановлених нормативів з охорони праці;
- у розслідуванні нещасних випадків і профзахворювань, у тому числі спеціальних розслідуваннях за участю фахівців з охорони праці вищих профорганів, у розробленні заходів щодо їх попередження;
- у розробленні пропозицій для включення їх в угоду з питань охорони праці колективного договору;
- в організації соціального страхування від нещасних випадків та професійних захворювань у порядку і на умовах, що визначаються законодавством і колективним договором (угодою, трудовим договором);
- у визначенні Кабінетом Міністрів України порядку перегляду і збільшення тарифів на соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань залежно від рівня виробничого травматизму і ступеня шкідливості умов праці;
- у роботі комісій з питань охорони праці підприємств, з атестації посадових осіб на знання ними нормативно-правових актів з охорони праці, з приймання в експлуатацію нових і реконструйованих об'єктів виробничого призначення на відповідність їх до вимог нормативно-правових актів з охорони праці, з атестації робочих місць за умовами праці.

Безпосередніми виконавцями функцій профспілок на підприємствах є профспілковий комітет, його комісія з питань охорони праці, цехові комітети, профгрупи і громадські інспектори з охорони праці. Функції і обов'язки цих громадських формувань і їх права викладені у відповідних положеннях, затверджених президією Федерації профспілок України.

Оскільки зміст роботи громадських інспекторів профспілкових комітетів та уповноважених найманим працівниками осіб з питань охорони праці багато в чому збігаються, то розгляд даного питання опускається, так як воно щодо уповноважених досить детально висвітлене в попередній частині підрозділу.

Разом з тим, необхідно зазначити, що профспілковий комітет має дещо ширші права. Зокрема, він має право внести роботодавцю, державним органам управління подання з будь-якого питання охорони праці та домагатися від них аргументованої відповіді. Більше того, відповідно до ст. 45 КЗпП на вимогу профспілкового комітету, який підписав за дорученням трудового колективу колективний договір, роботодавець повинен розірвати трудовий договір (контракт) з будь-яким керівником або усунути його із займаної посади, якщо він порушує законодавство про працю і не виконує заходи або вимоги колективного договору, в тому числі і з питань охорони праці.

Значна роль профспілкових комітетів щодо профілактики травматизму та професійних захворювань. На засіданнях своїх колективних органів вони розглядають причини нещасних випадків, особливо з важкими наслідками і дають принципову оцінку діяльності роботодавця щодо підвищення рівня безпеки праці на виробництві. Важливою функцією профспілкового комітету є захист інтересів членів профспілки та інших працівників (на їх прохання) при розгляді конфліктних ситуацій з будь-яких питань охорони праці.



## **1.5. РОЗСЛІДУВАННЯ ТА ОБЛІК НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ, ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТА АВАРІЙ НА ВИРОБНИЦТВІ**

НПАОП 00.0–6.02–04 «Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві» визначає процедуру проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, що сталися на підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форми власності, виду економічної діяльності або в їх філіях, представництвах, інших відокремлених підрозділах чи у фізичних осіб підприємців, які відповідно до законодавства використовують найману працю (далі – підприємство), а також тих, що сталися з особами які забезпечують себе роботою самостійно при умові добровільної сплати ними внесків на державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання.

Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, що сталися з учнями, студентами, курсантами, слухачами, стажистами тощо під час навчально-виховного процесу визначається МОН України.

Нещасні випадки, що не пов'язані з виконанням трудових обов'язків підлягають розслідуванню відповідно до «Порядку розслідування та обліку нещасних випадків невиробничого характеру».

### **1.5.1. КЛАСИФІКАЦІЯ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ**

Нещасні випадки класифікуються за наслідками, кількістю потерпілих та стосовно їх зв'язку з виробництвом.

За наслідками нещасні випадки підрозділяються на легкі, тяжкі та смертельні. До легких належать такі нещасні випадки, що призвели до необхідності переведення працівника на легшу роботу, або спричинили нетривалу втрату працездатності (не менше як на оди робочий день). Якщо стався нещасний випадок з тяжкими наслідками то характер і ступінь тяжкості травми, отриманої працівником, встановлюється медичним заключенням спеціалізованого медичного закладу відповідно до

Класифікатора розподілу травм за ступенем тяжкості, що затверджується МОЗ України.

За кількістю потерпілих нещасні випадки поділяються на одинарні та групові (одночасно постраждали два і більше працівників).

Стосовно зв'язку з виробництвом нещасні випадки можна в загальному підрозділити на виробничого та невиробничого характеру (рис. 1.6). До нещасних випадків невиробничого характеру належать такі випадки, які призвели до ушкодження здоров'я потерпілого, однак не пов'язані з виконанням ним трудових обов'язків. Зокрема це нещасні випадки, що сталися під час: прямування на роботу чи з роботи пішки, на громадському, власному або іншому транспортному засобі, що не належить підприємству і не використовувався в інтересах підприємства; виконання громадських обов'язків (рятування людей, захист власності, правопорядку, якщо це не входить до службових обов'язків), участі в культурно-масових заходах, спортивних змаганнях тощо.



Рис. 1.6. Класифікація нещасних випадків стосовно їх зв'язку з виробництвом

Якщо ж нещасний випадок стався з працівником під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків, то він класифікується як нещасний випадок виробничого характеру. Однак не всі такі випадки є пов'язаними з виробництвом. Так 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, устаткування, механізмів, інструментів, що належать або використовуються підприємством (крім випадків, що сталися внаслідок їх несправності);
- унаслідок отруєння алкоголем, наркотичними засобами, токсичними чи отруйними речовинами, а також внаслідок їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця тощо) за наявності відповідного медичного висновку, якщо це не пов'язане із застосуванням цих речовин у виробничих процесах, або 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 згідно з установленим порядком;
- під час скоєння ними злочину, що встановлено обвинувальним вирокком суду;
- у разі смерті або самогубства на підприємстві за винятком тих випадків, які зазначені у НПАОП 00.0–6.02–04.

У вищезазначених випадках комісією з розслідування складається акт форми НПВ про нещасний випадок на підприємстві, не пов'язаний з виробництвом.

За висновками роботи комісії з розслідування визнаються пов'язаними з виробництвом і складається акт за формою Н-1 про нещасні випадки, що сталися з працівниками під час виконання трудових обов'язків, у тому числі у відрядженні, а також ті, що сталися з ними в період:

- перебування на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці, пов'язаному з виконанням роботи, починаючи з моменту прибуття працівника на підприємство до його відбуття, який повинен фіксуватися відповідно до вимог правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства, у тому числі протягом робочого та надурочного часу, або

виконання завдань роботодавця в неробочий час, під час відпустки, у вихідні, святкові та неробочі дні;

- підготовки до роботи та проведення в порядок після закінчення роботи знярядь виробництва, засобів захисту, одягу, виконання заходів особистої гігієни; пересування по території підприємства перед початком роботи і після її закінчення;
- проїзду на роботу чи з роботи на транспортному засобі підприємства або на іншому транспортному засобі, наданому роботодавцем;
- використання власного транспортного засобу в інтересах підприємства з дозволу або за дорученням роботодавця відповідно до встановленого роботодавцем порядку;
- виконання дій в інтересах підприємства, на якому працює потерпілий, тобто дій, які не належать до трудових обов'язків працівника (надання необхідної допомоги іншому працівникові, дії щодо попередження можливих аварій або рятування людей та майна підприємства, інших дій за розпорядженням або дорученням роботодавця);
- ліквідації аварій, наслідків надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру на виробничих об'єктах і транспортних засобах, що використовуються підприємством;
- інші випадки, зазначені у Порядку.

Нещасний випадок, що стався з працівником на території підприємства або в іншому місці роботи під час перерви, що надається згідно з правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства, а також під час перебування працівників на території підприємства у зв'язку з проведенням виробничої наради, отриманням заробітної плати, проходженням обов'язкового медичного огляду тощо, а також у випадках, передбачених колективним договором (угодою), визнаються також пов'язаними з виробництвом.

Залежно від того, як за висновками роботи комісії з розслідування класифікується конкретний нещасний випадок нею складається акт про нещасний випадок тої чи іншої форми.

## **1.5.2. РОЗСЛІДУВАННЯ ТА ОБЛІК НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ**

Розслідування проводиться у разі раптового погіршення стану здоров'я працівника, одержання ним поранення, травми, у тому числі внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострого професійного захворювання і гострого професійного та інших отруєнь, одержання теплового удару, опіку, обмороження, у разі утеплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, одержання інших ушкоджень внаслідок аварії, пожежі, стихійного лиха, контакту з представниками тваринного і рослинного світу, що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення його на іншу (легшу) роботу терміном не менш як на один робочий день, у разі зникнення працівника під час виконання ним трудових обов'язків, а також у разі смерті працівника 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 потерпілому.

У разі настання нещасного випадку безпосередній керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний:

- терміново організувати надання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити у разі необхідності його доставку до лікувально-профілактичного закладу;
- повідомити про те, що сталося, роботодавця, керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;
- зберегти до прибуття комісії з розслідування нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку (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.

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, крім випадків, які підлягають спеціальному розслідуванню, зобов'язаний негайно:

- повідомити про нещасний випадок відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків (далі – Фонду), 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 санітарно-епідеміологічної служби;

- утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку у складі не менше ніж три особи та організувати розслідування.

До складу комісії з розслідування включаються: керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа (спеціаліст), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова комісії), керівник структурного підрозділу підприємства, на якому стався нещасний випадок, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, інші особи.

У разі настання нещасного випадку з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого до складу комісії з розслідування обов'язково включається представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

До складу комісії не може включатися керівник робіт, який безпосередньо відповідає за стан охорони праці на робочому місці, де стався нещасний випадок.

Комісія з розслідування нещасного випадку 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 законодавства з охорони праці;
- з'ясувати обставини і причини, що призвели до нещасного випадку, визначити, пов'язаний чи не пов'язаний цей випадок з виробництвом, установити осіб, які допустили порушення вимог законодавства з охорони праці, 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 у шести примірниках, якщо цей нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або акт за формою НВП, якщо цей нещасний випадок визнано таким, що не пов'язаний з виробництвом і передати їх на затвердження роботодавцю;
- у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, крім акта форми Н-1 складається також у чотирьох примірниках карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

До першого примірника акта розслідування нещасного випадку (акт за формою Н-5) додаються акт про нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом (акт за формою Н-1) або акт про нещасний випадок на підприємстві, не пов'язаний з виробництвом (акт за формою НПВ), примірник карти форми П-5 – у разі гострого професійного захворювання (отруєння), пояснення свідків і потерпілого, витяги з експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця (устаткування, машини, апаратури тощо), у разі потреби – також медичний висновок про наявність в організмі потерпілого алкоголю, отруйних чи наркотичних речовин.

На вимогу потерпілого або особи, яка представляє його інтереси, голова комісії зобов'язаний ознайомити його з документами, що містяться у матеріалах розслідування.

Нещасні випадки реєструються роботодавцем у спеціальному журналі за встановленою формою.

Роботодавець повинен розглянути і затвердити акти форми Н-5, Н-1 або НПВ протягом доби після закінчення розслідування, а щодо випадків, які сталися за межами підприємства, – протягом

добі після одержання необхідних матеріалів. Затверджені акти протягом трьох діб надсилаються:

- потерпілому або особі яка представляє його інтереси (акти форми Н-5, Н-1 або НПВ, примірник карти форми П-5 – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння);
- керівникові цеху або іншого структурного підрозділу, дільниці, місця, де стався нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам (акт форми Н-1 або НПВ);
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду (акти форми Н-5, Н-1 або НПВ, примірник карти форми П-5 – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння);
- відповідному територіальному органу Держпромгірнагляду (акт форми Н-1 або НПВ);
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий (акт форми Н-1 або НПВ);
- керівникові (спеціалістові) служби охорони праці підприємства або посадовій особі (спеціалісту), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (акти форми Н-5, Н-1 або НПВ разом з іншими матеріалами розслідування).

Копія акта форми Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство, у разі відсутності такого органу – відповідній місцевій держадміністрації. У разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) копія акта форми Н-1 та карта обліку гострого професійного захворювання (отруєння) форми П-5 надсилається також до відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби, яка веде облік випадків гострих професійних захворювань (отруєнь).

Акти розслідування нещасного випадку, акти за формою Н-1 або НПВ разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий. У разі реорганізації підприємства дані документи підлягають передачі правонаступникові, який бере на облік цей нещасний випадок, а у разі ліквідації підприємства – до державного архіву.



По закінченні періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого внаслідок травми, одержаної під час нещасного випадку, 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 особам, яким надсилався акт за формою Н-1 або НПВ.

Нещасний випадок, про який безпосереднього керівника потерпілого чи роботодавця своєчасно не повідомили, або якщо втрата працездатності від нього настала не зразу, незалежно від терміну, коли він стався, розслідується згідно з Порядком протягом місяця після надходження заяви потерпілого чи особи, яка представляє його інтереси.

Контроль за своєчасністю та об'єктивністю розслідування нещасних випадків, їх документальним оформленням та обліком, виконанням заходів щодо усунення причин нещасних випадків здійснюють органи державного управління, органи державного нагляду за охороною праці, виконавча дирекція Фонду відповідно до їх компетенції. Громадський контроль здійснюють профспілки через виборні органи й своїх представників, а також уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці. Ці органи та особи мають право вимагати у межах своєї компетенції від роботодавця складення акта за формою Н-1 або НПВ чи його перегляду, якщо встановлено, що допущено порушення вимог Порядку або інших нормативно-правових актів з охорони праці.

**Спеціальному розслідуванню** підлягають:

- нещасні випадки із смертельними наслідками;
- групові нещасні випадки, які сталися одночасно з двома і більше працівниками, незалежно від ступеня тяжкості ушкодження їх здоров'я;
- випадки смерті працівників на підприємстві;
- випадки зникнення працівників під час виконання трудових (посадових) обов'язків;

- нещасні випадки з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого (за рішенням органів Держпромгірнагляду).

Про груповий нещасний випадок, нещасний випадок із смертельним наслідком, нещасний випадок з тяжким наслідком, випадок смерті працівника на підприємстві, а також випадок зникнення працівника під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків роботодавець зобов'язаний негайно передати засобами зв'язку повідомлення за встановленою формою:

- відповідному територіальному органу Держпромгірнагляду;
- відповідному органу прокуратури за місцем настання нещасного випадку;
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду;
- органу, до сфери управління якого належить це підприємство (у разі його відсутності відповідній місцевій держадміністрації або виконавчому органу місцевого самоврядування);
- відповідній установі (закладу) санітарно-епідеміологічної служби у разі виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь);
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- вищестоящому профспілковому органу;

Спеціальне розслідування нещасного випадку проводиться комісією. До складу комісії із спеціального розслідування нещасного випадку включаються: посадова особа органу державного нагляду за охороною праці (голова комісії), представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду, представники 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 або інший представник роботодавця, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони

праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, представник профспілкового органу вищого рівня, а у разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь) також спеціаліст відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби. Залежно від конкретних умов (кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії тощо) до складу комісії можуть бути включені також представники інших органів.

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло 2–4 особи, проводиться комісією із спеціального розслідування, яка призначається наказом керівника Держпромгірнагляду або за його дорученням наказом територіального органу Держпромгірнагляду. А якщо загинуло 5 і більше осіб або травмовано 10 і більше осіб комісія із спеціального розслідування призначається наказом Держпромгірнагляду, якщо з цього приводу не було прийнято спеціального рішення Кабінету Міністрів України.

Спеціальне розслідування нещасних випадків проводиться протягом 10 робочих днів. У разі необхідності встановлений термін може бути продовжений органом, який призначив спеціальну комісію. За результатами спеціального розслідування складаються акт форми Н-5, акт форми Н-1 стосовно кожного потерпілого, нещасний випадок з яким визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або форми НПВ в іншому випадку, карта форми П-5 стосовно кожного потерпілого у разі настання професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, а також оформляються інші матеріали.

Кількість примірників акта форми Н-5, акта форми Н-1 (або форми НПВ), карти форми П-5 визначається залежно від кількості потерпілих та органів, яким надсилаються зазначені документи.

Примірники актів форми Н-5, форми Н-1 (або форми НПВ) підписуються головою і всіма членами спеціальної комісії протягом п'яти днів після оформлення матеріалів спеціального розслідування. У разі незгоди із змістом актів член комісії письмово викладає окрему думку, яка додається до акта форми Н-5.

Керівник органу Держпромгірнагляду, який призначив спеціальну комісію, повинен розглянути і затвердити примірники актів форми Н-5 та форми Н-1 (або форми НПВ) протягом доби після надходження матеріалів спеціального розслідування.

Роботодавець у п'ятиденний термін після затвердження акта форми Н-5 зобов'язаний видати наказ про здійснення запропонованих заходів щодо запобігання виникненню подібних випадків, а також притягнути до відповідальності працівників, які допустили порушення законодавства з охорони праці.

Після закінчення спеціального розслідування нещасного випадку роботодавець у п'ятиденний термін надсилає копії матеріалів, зазначені в Порядку, органам прокуратури, Держпромгірнагляду, Національному науково-дослідному інституту охорони праці, виконавчій дирекції Фонду, іншим органам, представники яких брали участь у розслідуванні. Перший примірник матеріалів розслідування залишається на підприємстві та зберігається 45 років.

Потерпілому, членам його сім'ї або особі, що представляє його інтереси надсилається примірник затвердженого акта форми Н-5 разом з примірником затвердженого акта форми Н-1 (або форми НПВ), примірником карти форми П-5 – у разі гострого професійного захворювання (отруєння).

## **1.6. АНАЛІЗ, ПРОГНОЗУВАННЯ, ПРОФІЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМУ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА ВИРОБНИЦТВІ**

### **1.6.1. МЕТОДИ АНАЛІЗУ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ ТА ПРОФЗАХВОРЮВАНOSTІ**

Аналіз виробничого травматизму та профзахворюваності дозволяє виявити причини і визначити закономірності їх виникнення. На основі такої інформації розробляються заходи та заходи щодо запобігання виробничого травматизму і профзахворюваності. Єдиної класифікації методів аналізу травматизму не існує. В. О. Ачин запропонував поділити методи

аналізу травматизму на дві групи: імовірісно-статистичні та детерміністичні (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Класифікація методів аналізу травматизму

Імовірісно-статистичні методи дозволяють виявити залежність між чинниками системи праці та травматизмом на основі вивчення нещасних випадків, що вже сталися.

**Статистичний метод** базується на вивченні травматизму за документами і звітами, актами форми Н-1, журналами реєстрації тощо. Даний метод дозволяє визначити динаміку травматизму та його тяжкість на окремих дільницях виробництва, в цехах, підприємстві в цілому, провести порівняльний аналіз з іншими підприємствами галузі, виявити закономірності його зростання чи зниження. Для оцінки рівня травматизму використовують відносні статистичні коефіцієнти (показники):

$$K_q = m \cdot 1000 / p; K_m = D / p \quad (1.1)$$

де  $K_q$  – коефіцієнт частоти травматизму;  $p$  – кількість випадків травматизму на підприємстві (цеху, дільниці) за звітний період;  $p$  – середньоспівска чисельність працюючих за цей же період;

$K_m$  – коефіцієнт тяжкості травматизму;  $D$  – кількість днів непрацездатності у потерпілих (у робочих днях).

Коефіцієнт частоти травматизму показує скільки випадків травматизму за відповідний період (півріччя, рік) припадає на 1000 середньоспискових працівників підприємства (цеху, дільниці), що працювали за цей період, а коефіцієнт тяжкості травматизму – скільки днів непрацездатності припадає в середньому на один випадок травматизму за відповідний період. Інтегровану оцінку рівня виробничого травматизму проводять за коефіцієнтом загального травматизму

$$K_{заг} = K_q \cdot K_m . \quad (1.2)$$

При *груповому методі* дані про травматизм групують за однорідними ознаками: за професіями, характером роботи, стажем та віком працівників, характером одержаних травм, джерелами травмування, днями тижня та годинами зміни, коли сталося травмування і т. п. Обробка та аналіз одержаних результатів дозволяє визначити професії, види робіт, устаткування, механізми, технологічні процеси тощо, на які припадає найбільше число випадків травматизму, виявити основні його причини та розробити заходи щодо його запобігання.

*Топографічний метод* ґрунтується на тому, що на плані цеху (підприємства) відмічають місця, де сталися нещасні випадки. Це дозволяє наочно бачити місця з підвищеною небезпекою, які вимагають ретельного обстеження та проведення профілактичних заходів. Повторення нещасних випадків у 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, що викликали нещасні випадки, розробляють і впроваджують запобіжні заходи.

Детерміністичні методи дозволяють виявити об'єктивний, закономірний зв'язок умов праці та причинну обумовленість випадків травматизму.

**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 чинників, притаманних лише тій чи іншій (моно) дільниці виробництва, обладнанню, технологічному процесу. За цим методом поглиблено розглядають всі обставини нещасного випадку, якщо необхідно, то виконують відповідні дослідження та випробування. Отже, при монографічному методі застосовується комплексний підхід, при якому кожний випадок травматизму розглядається як система, елементами якої є взаємопов'язані умови, обставини та причини явища, що аналізується.

**Метод моделювання причинних зв'язків** застосовується при аналізі випадків травматизму, які були спричинені дією кількох чинників. Модель причинних зв'язків будується від моменту травмування до подій, які йому передували, встановлюється логічний зв'язок між явищами. Такі причинні зв'язки можуть мати різну форму: послідовну (рис. 1.8, а), коли одна причина викликає наступну, і так далі, поки кінцева не призведе до нещасного випадку; паралельну (рис. 1.8, б) коли декілька послідовних зв'язків викликають одну загальну причину, яка призводить до травмування; колову (рис. 1.8, в), коли одна причина викликає наступну, кінцева збільшує першу і так далі по колу, поки будь-яка з цих причин не призведе до травмування; розгалужену (рис. 1.8, г), коли один чинник є джерелом кількох причин, які розвиваючись паралельно викликають одну загальну причину, що призводить до травмування.

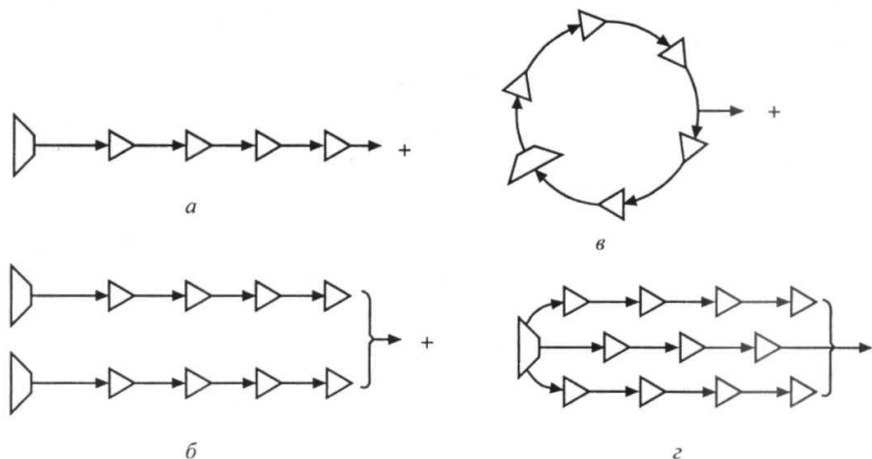


Рис. 1.8. Типи причинних зв'язків виробничого травматизму

**Економічний метод** полягає у вивченні та аналізі втрат, що спричинені виробничим травматизмом. Цей метод не дозволяє виявити причини травматизму, тому лише доповнює інші методи.

**Метод анкетування.** Розробляються анкети для робітників. На підставі анкетних даних (відповідей на запитання) розробляють профілактичні заходи щодо попередження нещасних випадків. Цим методом встановлюють, в основному, причини психофізіологічного характеру.

**Метод експертних оцінок** базується на експертних висновках (оцінках) умов праці, на виявленні відповідності технологічного устаткування, пристосувань, інструментів, технологічних процесів до вимог стандартів. Для винесення експертних оцінок назначаються експерти із числа фахівців, які тривалий час займалися питаннями охорони праці.

Дія несприятливих виробничих чинників на працівника може спричинити не лише його травмування, а й виникнення професійного захворювання. Для аналізу профзахворюваності можуть застосовуватись ті ж методи, що й для аналізу



травматизму. Основними показниками, що характеризують професійну захворюваність на підприємстві (цеху, дільниці) є коефіцієнти частоти та тяжкості профзахворюваності, які визначаються аналогічно до коефіцієнтів травматизму.

Вплив шкідливих виробничих чинників не обмежується лише їх роллю як причини професійних захворювань. Давно було помічено, що особи, які працюють з токсичними речовинами, частіше хворіють на загальні захворювання (грип, розлад органів травлення, запалення легень тощо), що ці хвороби проходять у них важче, а процес одужання йде повільніше. Тому важливо також визначити показники рівня загальної захворюваності. З цією метою розраховують показник частоти випадків захворювань  $P_{чз}$  та показник днів непрацездатності  $P_{он}$ , які припадають на 100 працюючих:

$$P_{чз} = Z \cdot 100 / p; P_{он} = D \cdot 100 / p, \quad (1.3)$$

де  $Z$  – кількість випадків захворювань за звітний період;  $D$  – кількість днів непрацездатності за цей же період;  $p$  – загальна кількість працюючих.

На основі всіх порашованих коефіцієнтів та показників визначають динаміку виробничого травматизму, професійної та загальної захворюваності за відповідний період, яка дозволяє оцінити стан охорони праці на підприємстві, правильність обраних напрямків щодо забезпечення здорових та безпечних умов праці.

### **1.6.2. ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ І ПРОФЗАХВОРИВАНОСТІ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЇХ ЗАПОБІГАННЯ**

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійної захворюваності можлива лише при умові 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, економічні, 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:** несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисного огороження, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

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

**Економічні причини:** нерегулярна виплата зарплати; низький заробіток; неритмічність роботи; прагнення до виконання понад нормованої роботи; робота за сумісництвом чи на двох різних підприємствах.

**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; незадоволення роботою; несприятливий психологічний мікроклімат у колективі.

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 та техніки безпеки.

Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих чинників. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; встановлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Заходи з техніки безпеки передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих чинників. До них належать: розроблення та впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокувальних засобів; правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням; впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До **організаційних заходів** належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, законодавчих та інших 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, технічних оглядів та випробувань транспортних

та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском.

### **1.6.3. ВИЗНАЧЕННЯ ЗБИТКІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИРОБНИЧИМ ТРАВМАТИЗМОМ І ЗАХВОРЮВАННЯМИ ПРАЦІВНИКІВ**

Виробничий травматизм, професійні та професійно зумовлені захворювання наносять не лише соціальні, але й значні економічні збитки, тому методика визначення економічних наслідків непрацездатності є важливою й актуальною в сучасному виробництві. Розроблені методами розрахунку економічних наслідків тимчасової непрацездатності є досить громіздкими та складними, тому розглянемо спрощену методику визначення збитків, пов'язаних з виробничим травматизмом і загальними захворюваннями працівників, запропоновану професорами М. Гандзюком та М. Купчиком. Суть даної методики зводиться до визначення матеріальних збитків шляхом розрахунків певних показників за кожним видом причин, які викликають ті чи інші збитки, та визначення узагальненого показника, який вказує їх питому вагу в загальному обсязі виробництва.

Визначення розміру матеріальних збитків що їх завдає виробничий травматизм підприємству, здійснюється за формулою:

$$M_{zm} = D_m (A + B_m), \quad (1.4)$$

де  $M_{zm}$  – збитки, зумовлені тим, що працівники, які отримали травми, не брали участі у створенні матеріальних цінностей, грн.;  $D_m$  – загальна кількість днів непрацездатності за розрахунковий період часу, що викликані травматизмом та профзахворюваннями;  $A$  – середньоденна втрата прибутку від невиробленої продукції в розрахунку на один день, грн.;  $B_m$  – середній розмір виплат за листком непрацездатності за один день всім потерпілим від травм, грн.

Визначення показника річних втрат, що зумовлені річним травматизмом, здійснюється за формулою:

$$K_{em} = 100 \cdot M_{zm} / P, \quad (1.5)$$

де  $K_{em}$  – показник втрат річного обсягу виробництва продукції від виробничого травматизму, %;  $P$  – обсяг виробленої продукції за рік, грн.

Визначення розміру збитків, яких зазнає підприємство від загальних захворювань працівників, здійснюється за формулою:

$$M_{zz} = D_z(A + B_z), \quad (1.6)$$

де  $M_{zz}$  – збитки, зумовлені тим, що хворі працівники не беруть участі у створенні матеріальних цінностей, грн.;  $D_z$  – загальна кількість робочих днів, що їх втратили за звітний період всі працівники, які хворіли;  $B_z$  – середній розмір виплат за один робочий день за всіма листками непрацездатності, що зумовлені загальними захворюваннями, грн.;  $A$  – середньоденна втрата прибутку від невиробленої продукції в розрахунку на один день, грн.

Показник річних втрат, які зумовлені загальними захворюваннями працівників підприємства, визначаються за формулою:

$$K_{zz} = 100 \cdot M_{zz} / P, \quad (1.7)$$

де  $K_{zz}$  – показник втрат, який характеризує збитки від загальних захворювань працівників, %;  $P$  – обсяг виробленої продукції за рік, грн.;  $M_{zz}$  – річні збитки через захворювання працівників.

Узагальнений показник, який характеризує сумарні втрати підприємства від травматизму та загальних захворювань працівників, дорівнює:

$$K_{yz} = K_{em} + K_{zz}, \quad (1.6)$$

де  $K_{уз}$  – узагальнений показник витрат підприємства від травматизму та загальних захворювань працівників, %. Цей показник визначає, скільки відсотків річного прибутку втрачено через травматизм, профзахворювання та загальні захворювання працівників підприємства.

Дана методика дозволяє оцінити втрати, яких зазнає підприємство від травм і хвороб працівників, що працюють на ньому. Однак вона не дає можливості провести повний аналіз, бо не враховує збитки від пошкодження обладнання та інвентаря, які часто трапляються під час аварії, або невиробничих втрат часу, пов'язаних з розслідуванням нещасних випадків, та інших матеріальних та нематеріальних втрат.

## **2. ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ, ГІГІЄНИ ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ**

### **2.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

#### **2.1.1. ЗАКОНОДАВСТВО В ГАЛУЗІ ГІГІЄНИ ПРАЦІ**

*Гігієна праці* – це галузь практичної і наукової діяльності, що вивчає стан здоров'я працівників у його обумовленості умовами праці і на цій основі обґрунтовує заходи і засоби щодо збереження і зміцнення здоров'я працівників, профілактики несприятливого впливу умов праці.

В системі законодавства щодо гігієни праці ключове місце займає Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Положення, що мають пряме відношення до захисту здоров'я робітників та службовців найбільш повно висвітлені в ст. 7 «Обов'язки підприємств, установ та організацій». Ця стаття передбачає розробку та здійснення адміністрацією підприємств санітарних та протиепідемічних заходів; здійснення в необхідних випадках лабораторного контролю за дотриманням вимог санітарних норм стосовно рівнів шкідливих чинників виробничого середовища; інформування органів та установ державної санітарно-епідеміологічної служби при надзвичайній події та ситуації, що становлять небезпеку для здоров'я населення; відшкодування в установленому порядку працівникам і громадянам збитків, яких завдано їх здоров'ю в результаті порушення санітарного законодавства.

Відповідно до вищезазначеного Закону забезпечення санітарного благополуччя досягається такими основними заходами:

- гігієнічною регламентацією та державною реєстрацією небезпечних чинників навколишнього та виробничого середовища;
- державною санітарно-гігієнічною експертизою проектів, технологічних регламентів, інвестиційних програм та діючих

об'єктів і обумовлених ними небезпечних чинників на відповідність вимогам санітарних норм;

- включенням вимог безпеки щодо здоров'я та життя в державні стандарти та іншу нормативну документацію;
- ліцензуванням видів діяльності, пов'язаних з потенційною небезпекою для здоров'я людей;
- пред'явленням гігієнічно обгрунтованих вимог до проектування, будівництва, розробки, виготовлення та використання нових засобів виробництва та технологій; до житлових та виробничих приміщень, територій, діючих засобів виробництва та технологій тощо;
- обов'язковими медичними оглядами певних категорій населення та ін.

Складовою частиною законодавства в галузі гігієни праці є постанови та положення (норми) затверджені Міністерством охорони здоров'я України (наприклад «Положення про медичний огляд працівників певних категорій», «Перелік важких робіт і робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх»), санітарні правила і норми стосовно окремих чинників виробничого середовища, певних технологічних процесів і конкретних виробництв та інші нормативні документи.

У системі заходів із забезпечення безпеки праці важливе місце займають заходи щодо запобіжного і поточного санітарних наглядів. На етапі запобіжного санітарного нагляду можна досягти значного покращення умов і безпеки праці шляхом заборони виробництва і використання на підприємствах усіх форм власності високотоксичних речовин та матеріалів, недосконалого з гігієнічної та ергономічної точок зору обладнання та технологічних процесів, впровадження найбільш досконалих процесів, виробничого устаткування, засобів захисту.

Поточний санітарний огляд полягає у контролі за дотриманням чинних санітарних правил та норм при експлуатації різних об'єктів, у тому числі і промислових підприємств.



Державний санітарний нагляд (запобіжний і поточний) здійснюють установи та заклади державної санітарно-епідеміологічної служби системи Міністерства охорони здоров'я України.

### 2.1.2. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РІЗНИХ ВИДІВ ДІЯЛЬНОСТІ

Важливе значення з точки зору фізіології праці має вивчення протікання психічних та фізіологічних процесів під час трудової діяльності людини, яку можна умовно поділити на фізичну та розумову. Для першого виду діяльності характерний енергетичний аспект (навантаження на організм, яке вимагає м'язових зусиль і відповідного енергетичного забезпечення), а для другого – інформаційний (інтенсивна робота головного мозку під час отримання та аналізу інформації).

**Фізична діяльність** визначається, в основному, роботою м'язів, до яких у процесі роботи посилено припливає кров, забезпечуючи надходження кисню та вилучення продуктів окиснення. Цьому сприяє активна робота серця та органів дихання. При цьому відбувається витрата енергії. За величиною загальних енерговитрат організму фізичні роботи поділяються на легкі (Іа, Іб), середньої важкості (Іа, Іб) та важкі (ІІІ) (табл. 2.1).

**Таблиця 2.1**

Категорії робіт за величиною загальних енерговитрат організму (ДСН 3.3.6.042–99)

Категорія робіт	Загальні енерговитрати організму	
	<i>Дж/с (Вт)</i>	<i>Ккал/год</i>
Легка – ІА	105 – 140	90 – 120
Легка – ІБ	141 – 175	121 – 150
Середньої важкості – ІА	176 – 232	151 – 200
Середньої важкості – ІБ	233 – 290	201 – 250
Важка – ІІІ	291 – 349	251 – 300

**До категорії ІА** належать роботи, які виконуються сидячи та не потребують фізичного напруження (професії сфери управління, швейного і годинникового виробництва та ін.).

**До категорії ІБ** належать роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням (низка професій на підприємствах зв'язку, контролери, майстри та ін.).

**До категорій ІА** належать роботи, які пов'язані з постійним ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи, і потребують певного фізичного напруження (низка професій у прядильно-ткацькому виробництві, механоскладальних цехах та ін.).

**До категорії ІБ** належать роботи, які виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням (низка професій машинобудування, металургії та ін.).

**До категорії ІІІ** належать роботи, які пов'язані з постійними переміщеннями, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, і потребують великих фізичних зусиль (низка професій з виконанням ручних операцій металургійних, машинобудівних, гірничо-видобувних підприємств).

Чим вища категорія виконуваної роботи, тим більше навантаження на опорно-м'язову, дихальну та серцево-судинну системи. Так частота серцевих скорочень, яка в стані спокою становить 65—70 скорочень на хвилину, при виконанні важких робіт може зростати до 150—170. Легенева вентиляція так само, як і частота серцевих скорочень підвищується паралельно зростанню інтенсивності виконуваної роботи. Вентиляція легень, що складає 6—8 літрів повітря на хвилину в стані спокою, під час важкої фізичної роботи може доходити до 100 і більше літрів на хвилину. Під час інтенсивної роботи відбуваються зміни і деяких інших функцій організму.

**Розумова діяльність** людини визначається, в основному, участю в трудовому процесі центральної нервової системи та органів чуття. При розумовій роботі уповільнюється частота серцевих скорочень, підвищується кров'яний тиск, послаблюються обмінні процеси, зменшується кровопостачання кінцівок та черевної порожнини, водночас збільшується кровопостачання мозку (у 8 – 10 разів порівняно зі станом спокою). Розумова діяльність дуже тісно пов'язана з роботою органів чуття, в першу чергу органів зору та слуху. Порівняно з фізичною діяльністю при окремих видах розумової діяльності (робота конструкторів, операторів ЕОМ, учнів та вчителів тощо) напруженість органів чуття зростає в 5 – 10 разів. Це зумовлює більш жорсткі вимоги щодо рівнів шуму, вібрації, освітленості саме при розумовій діяльності.

Незважаючи на суттєві відмінності, поділ трудової діяльності на фізичну та розумову досить умовний. З розвитком науки та техніки, автоматизації та механізації трудових процесів, межа між ними все більше згладжується.

При інтенсивній та довготривалій роботі може настати втома, для якої характерним є зниження працездатності. Під *втомою* розуміють сукупність тимчасових змін у фізіологічному та психічному стані людини, які з'являються внаслідок напруженої та тривалої діяльності і призводять до погіршення її кількісних та якісних показників. Втома є захисною реакцією, яка спрямована проти виснаження функціонального потенціалу організму людини. Після відпочинку втома зникає, а працездатність поновлюється. Втома може виникнути як при інтенсивній фізичній, так і розумовій діяльності, хоча при останній вона менш помітна, особливо під час виконання улюбленої роботи. В той же час процес контролю розвитку втоми при розумовій діяльності є складнішим, оскільки навіть після закінчення робочого часу мозок людини не підсвідомо продовжує пошук вирішення поставленого завдання. Стан втоми, як правило, супроводжується відчуттям *стомленості* — суб'єктивним вираженням процесів, які відбуваються в організмі при втомі.

Важливо щоб втома, накопичуючись, не перейшла в перевтому, оскільки при ній можливі патологічні зміни в організмі людини та розвиток захворювань центральної нервової системи.

### **2.1.3. ГІГІЄНІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПРАЦІ**

Гігієнічна класифікація праці необхідна для оцінки конкретних умов та характеру праці на робочих місцях. На основі такої оцінки приймаються рішення, спрямовані на запобігання або максимальне обмеження впливу несприятливих виробничих чинників (факторів).

Оцінка умов праці проводиться на підставі “Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу”. Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці розподіляються на **4** класи:

**1** клас – оптимальні умови праці — такі умови, при яких зберігається не лише здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримування високого рівня працездатності.

**2** клас — допустимі умови праці — характеризуються такими рівнями чинників 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 і їх потомство в найближчому та віддаленому періоді.

**3** клас — шкідливі умови праці — характеризуються наявністю шкідливих виробничих чинників, що 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 змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені.

**4 клас** — небезпечні (екстремальні) — умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих чинників виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

Гігієнічна класифікація базується на принципі диференціації умов праці залежно від фактично визначених рівнів чинників виробничого середовища і трудового процесу в порівнянні з гігієнічними нормативами. До чинників виробничого середовища належать: параметри мікроклімату; вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони; рівень шуму, вібрації, інфра– та ультразвук, освітленості та ін. Вищеназвані чинники розглянуті в наступних розділах підручника. Трудовий процес визначається показниками важкості та напруженості праці. Важкість праці 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 навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, розміром статичного навантаження, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням у просторі тощо.

Напруженість праці відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника і оцінюється за показниками, що характеризують інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, монотонність та режими праці.

Адекватна оцінка конкретних умов та характеру праці сприятиме обґрунтованій розробці та впровадженню комплексу заходів і технічних засобів з профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань, зокрема за рахунок покращення параметрів виробничого середовища, зменшення важкості та напруженості трудового процесу.

## 2.1.4. АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ

*Атестація робочих місць за умовами праці* – комплексна оцінка всіх факторів виробничого середовища і трудового процесу, супутніх соціально-економічних факторів, що впливають на здоров'я і працездатність працівників у процесі трудової діяльності.

Основна мета атестації полягає у регулюванні відносин між роботодавцем і працівниками у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу в несприятливих умовах. Атестації підлягають робочі місця, на яких технологічний процес, обладнання, використовувані сировина і матеріали можуть бути потенційними джерелами шкідливих і небезпечних факторів.

Атестація робочих місць за умовами праці передбачає:

- виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення;
- дослідження санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу на робочому місці;
- комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці щодо відповідності їх вимогам стандартів, санітарних норм і правил;
- обґрунтування віднесення робочого місця до відповідної категорії за шкідливими умовами праці;
- підтвердження (встановлення) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення, додаткову відпустку, скорочений робочий день, інші пільги і компенсації залежно від умов праці;
- перевірку правильності застосування списків виробництв, робіт, професій, посад і показників, що дають право на пільгове пенсійне забезпечення;
- розроблення комплексу заходів щодо оптимізації рівня гігієни і безпеки, характеру праці і оздоровлення працівників.

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначається наказом по підприємству (організації") в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Для проведення санітарно-гігієнічних досліджень факторів виробничого середовища та трудового процесу залучаються відповідні санітарні лабораторії, атестовані органами Держстандарту і Міністерства охорони здоров'я.

За результатами атестації заповнюються спеціальні карти умов праці на робочих місцях, які є основою для вирішення питань надання пенсій за віком на пільгових умовах, інших пільг та компенсацій, а також розроблення і реалізації організаційних, технічних, економічних та соціальних заходів колективного договору щодо поліпшення умов трудової діяльності.

Перелік робочих місць, виробництв, професій і посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників після погодження з профспілковим комітетом затверджується наказом по підприємству і зберігається протягом 50 років. Витяги з наказу додаються до трудової книжки працівників, професії та посади яких внесено до переліку.

Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації робочих місць покладається на роботодавця.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

### **ТЕМА “ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ДО АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ Й ВИКОНАННЯ РОБІТ ІЗ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯМ”**

**МЕТА РОБОТИ:** виявити небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що впливають на працюючого під час роботи з абразивним інструментом; визначити вимоги безпеки до абразивного інструменту; встановити вимоги безпеки при виконанні робіт із застосуванням абразивного інструменту.

#### **ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ:**

1. Провести аналіз теоретичного матеріалу за напрямками:
  1. Система позначень на абразивних кругах.
  2. Захисні кожухи.
  3. Захисні козирки.
  4. Екрани для захисту очей.
2. Провести визначення відповідності улаштування робочого місця до вимоги безпеки при роботі з абразивним інструментом.
3. Провести експериментальне вимірювання усіх характеристик вестата з абразивним інструментом та порівняння з діючими нормами охорони праці при роботі на шліфувальному обладнанні.
4. Провести оформлення звіту у відповідності до порядку проведення вимірів.

**ОБЛАДНАННЯ ДО РОБОТИ:** абразивні круги(алмазний), відрізні круги, шліфувальні головки, брель, електропилка(болгарка), заточний станок.

#### **ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ**

При механічній обробці металів (шліфуванні) на працюючих впливає ряд небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- частини виробничого устаткування, що рухаються;
- висока температура поверхні оброблюваних матеріалів;
- гострі крайки, задирки, шорсткість на поверхнях заготовок;



- підвищений рівень шуму (83-98 дБА – при холостому ході, 94-105 дБА при роботі під навантаженням);
- підвищена запиленість (близько 8-10 мг/м<sup>3</sup>);
- підвищена напруга в електричному ланцюзі чи статичної електрики, при якому може відбутися замикання через тіло людини та ін.

У зв'язку з наявністю перерахованих вище небезпечних і шкідливих виробничих факторів при проведенні шліфувальних робіт у ремонтних цехах трамвайних і тролейбусних депо, необхідно приділяти увагу вимогам безпеки до абразивного інструменту й безпеці проведення робіт.

Абразивний інструмент повинен відповідати вимогам [1].

**Позначення на абразивних кругах.** На кожному абразивному шліфувальному крузі повинно бути зазначено порядковий номер круга, дати проведення випробування, умовного знака або підпису працівника, відповідального за проведення випробувань.

На шліфувальних кругах діаметром 250 мм і більше, а також на шліфувальних кругах, що призначені для роботи на ручних шліфувальних машинах, повинні наноситися кольорові смуги, що характеризують робочу швидкість обертання кругів: жовта – 60 м/с; червона – 80 м/с; зелена – 100 м/с; зелена й синя – 120 м/с.

Абразивний інструмент перед початком роботи повинен бути оглянутий, перевірений на відсутність тріщин (при простукуванні в підвішеному стані дерев'яним молоточком масою 200-300 м видає чистий звук), випробуваний на міцність і збалансований. При установці на вісь шпинделя між фланцями **1** (рис. 1.1) і абразивним кругом **2** обов'язково поміщають прокладку **3** з еластичного матеріалу (гуми, шкіри, щільного папера, картону) товщиною 0,5-1 мм, що виступає за фланець по всій окружності не менш ніж на 1 мм. Це забезпечує міцне і нежорстке кріплення абразивного круга, знижує шум і вібрацію.

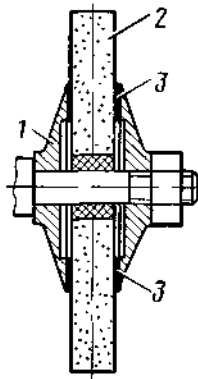


Рис. 1.1 – Закріплення абразивного круга за допомогою фланцю

**Захисні кожухи.** Абразивний круг обгороджують захисними кожухами з сталі чи ковкого чавуна. Захисні кожухи для шліфувальних кругів, що мають робочу швидкість до 100 м/с, повинні задовольняти таким вимогам:

- кожухи треба виготовляти у вигляді зварної конструкції з листової вуглецевої конструкційної сталі марок ВСт3, ВСт2 або сталі марок 20, 15 згідно відповідних нормативних документів;
- форма й товщина стінок захисних кожухів повинні відповідати вимогам [1], а кожухів, що застосовують для обгороджування шліфувальних кругів під час роботи на ручних пневматичних і електричних шліфувальних машинах, - вимогам [2];
- обід і бічні стінки захисного кожуха, виготовлені з листової сталі, повинні зварюватись суцільним, посиленням швом, висота якого не повинна бути меншою за товщину бічної стінки. У місцях, де в кожусі є вирізи під пристрої для правлення інструменту або для іншої мети, стінки кожуха повинні бути підсилені не менше ніж на товщину стінки; у цьому разі ширина підсилення стінки кожуха повинна бути не менша за подвоєну товщину стінки;
- розташування й найбільш допустимі кути розкриву захисних кожухів повинні відповідати таким, що зображені на рис. 1.2.;

- кут розкриву над горизонтальною площиною, що проходить крізь вісь шпинделя верстата, не повинен перевищувати  $30^\circ$  - для кожухів, що не мають запобіжних козирків. Якщо кут розкриву перевищує  $30^\circ$ , повинні бути встановлені пересувні металеві запобіжні козирки.

**Захисні козирки.** Пересувні металеві запобіжні козирки, що дозволяють зменшити зазор між козирком і кругом у разі його спрацювання, повинні задовольняти таким вимогам:

- конструкція козирків повинна забезпечувати їх переміщення й закріплення у різних положеннях;
- ширина пересувного запобіжного козирка повинна перевищувати відстань між двома торцевими стінками захисного кожуха;
- товщина козирка повинна бути не менша за товщину циліндричної частини захисного кожуха.
- переміщувати козирки дозволяється тільки після зупинення круга.

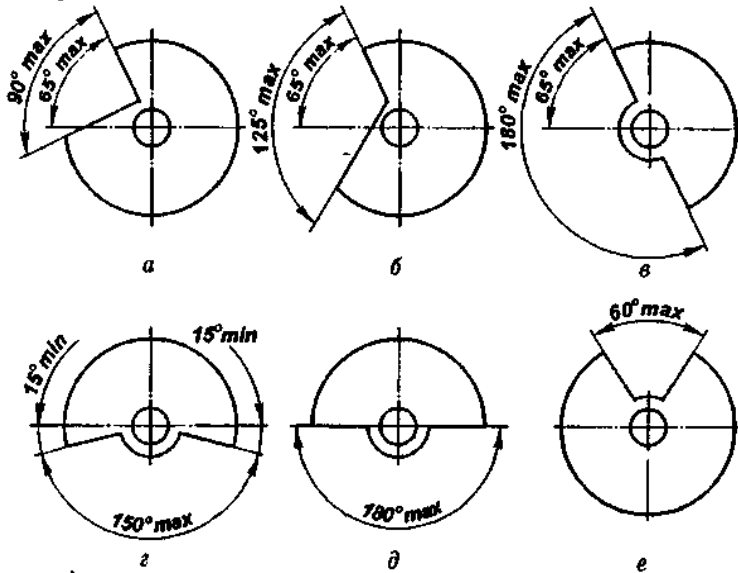


Рис. 1.2 – Розташування й найбільш допустимі кути розкриву захисних кожухів для кругів, що застосовують: *a* – на обдирних і точильних верстатах; *б* – на обдирних і точильних верстатах у разі розташування

оброблюваних деталей нижче осі круга;  $\epsilon$  – на круглошліфувальних і заточувальних верстатах;  $\zeta$  – на плоскошліфувальних і заточувальних верстатах, що працюють периферією круга;  $\delta$  – на переносних верстатах із гнучким валом і заточувальних верстатах;  $e$  – для роботи найбільш високою своєю точкою.

**Екрани для захисту очей.** Шліфувальні верстати з горизонтальною віссю обертання круга що призначаються для обробки вручну і без підведення змащувально-охолоджувальної рідини, повинні оснащуватись стаціонарним екраном для захисту очей. Захисний екран повинен задовольняти таким вимогам:

- екран повинен виготовлятися із безсколкового матеріалу завтовшки не менше 3 мм;
- конструкція екрану повинна передбачати можливість його переустановлення відповідно до розміру деталі та ступеня зношення шліфувального круга;
- екран повинен розміщуватись симетрично відносно шліфувального круга;
- ширина екрану повинна перевищувати висоту круга не менше ніж на 150 мм.

У разі неможливості використання стаціонарного захисного екрану слід застосовувати захисні окуляри зі зміцненими скельцями.

При сухій обробці деталей (без підведення змащувально-охолоджувальної рідини) шліфувальні верстати повинні бути обладнані відсмоктувальними пристроями пилу для зменшення концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони до гранично допустимих.

**Вимоги безпеки при роботі з абразивним інструментом.** Під час виконання робіт із застосуванням інструмента необхідно дотримуватись таких вимог:

- шліфувальні круги діаметром 125 мм і більше з робочою швидкістю більше 50 м/с, перед установленням на верстат повинні бути збалансовані. У разі виявлення дисбалансу шліфувального круга після першого правлення або під час роботи необхідно провести його повторне балансування;

- до початку виконання робіт на шліфувальній машині захисний кожух повинен закріплюватися так, щоб шліфувальний круг під час обертання вручну з ним не стикався;
- заготовку, що шліфують на шліфувальному верстаті, слід наближати до шліфувального круга плавно, без ударів; натискати на круг слід без зусиль;
- дрібні деталі треба полірувати та шліфувати із застосуванням спеціальних пристосувань та оправок – для запобігання травмуванню рук працівника. Працювати із середньо- та великогабаритними деталями необхідно в бавовняних рукавицях;
- перед використанням інструмент повинен відпрацювати на холостому ходу з робочою швидкістю протягом наступного часу:
  - 1 хвилини – шліфувальні круги діаметром до 150 мм;
  - 2 хвилини - шліфувальні круги діаметром 150-400 мм;
  - 5 хвилин - шліфувальні круги діаметром більше 400 мм.

Під час виконання робіт із застосуванням абразивного інструменту **забороняється**:

- експлуатувати абразивні шліфувальні круги, що не мають відмітки про проведені випробування на механічну міцність;
- застосовувати шліфувальні круги з тріщинами на поверхні;
- гальмувати обертовий шліфувальний круг натисканням на нього яким-небудь предметом;
- застосовувати дефектні захисні кожухи для огороження інструмента й елементів його закріплення.

У кожного шліфувального верстата на видному місці повинна бути вивішена табличка з указівкою припустимої робочої окружної швидкості, використовуваних інструментів і частоти обертання шпинделя верстата за хвилину, а також табличка з вказівкою особи, відповідальної за безпечну експлуатацію верстата.

## **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРІВ**

Для встановлення відповідності діючим нормам з охорони праці шліфувального обладнання необхідно провести виміри величин,

що вказані в табл. 1. Вимірювання необхідно здійснювати за допомогою штангенциркуля та інших вимірювальних засобів.

**Таблиця 1**

***Встановлення відповідності абразивного інструменту загальним вимогам безпеки***

№ з/п	Величина, що вимірюють	Нормативне значення	Значення, отримане шляхом вимірів	Висновок
1.	Діаметр абразивного круга, мм			
2.	Товщина бічної стінки захисного кожуха $a_1$ , мм	відповідно до [1]		
3.	Висота зварного шва $h$ , мм	$h > a_1$		
4.	Товщина бічної стінки кожуха в місцях вирізу $a_2$ , мм	$a_2 > 2a_1$		
5.	Товщина захисного екрану $a_3$ , мм	$a_3 \geq 3$ мм		

**ПРОТОКОЛ ЗВІТУ МІСТИТЬ**

1. Назву, мету, завдання до роботи.
2. Основні терміни та визначення з теми.
3. Схеми абразивних інструментів, що досліджуються із завданням.
4. Розрахунки характеристик механізмів обладнання.
5. Порівняльний аналіз характеристик обладнання з діючими номами безпеки праці.
6. Результати експериментальних вимірювань характеристик обладнанняю

**СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРА**

1. ГОСТ 12.3.028-82\* ССБТ. “Процессы обработки абразивным и эльборовым инструментом. Требования безопасности”.
2. ГОСТ 12634-80\* “Машины ручные шлифовальные

пневматические. Технические условия”.

3. Посібник з вивчення та застосування правил безпечної роботи з інструментом та пристроями / А.М. Кравченко, О.А. Кравченко, П.П. Фещенко. – Харків: “Форт”, 2001. – 232 с.
4. Безопасность производственных процессов: Справочник / Под. Ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
5. Кузнецов Ю.М. Охрана труда на автотранспортных предприятиях. – М.: Транспорт, 1990. – 288 с.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Які небезпечні та шкідливі виробничі фактори впливають на працюючих під час роботи з абразивним інструментом?
2. Які захисні заходи передбачають для захисту працюючих з абразивним інструментом?
3. Які вимоги пред’являють до захисних кожухів і чим вони викликані?
4. Для чого необхідно застосовувати захисні козирки й екрани?
5. Назвіть вимоги безпеки при роботі з абразивним інструментом.

## 2.2. МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

### 2.2.1. ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність здійснює *мікроклімат (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях*, під яким розуміють умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням.

**Метеорологічні умови або мікроклімат** у виробничих умовах визначається такими параметрами (ГОСТ 12.1.005—76):

- температурою повітря  $t$ , °С;
- відносною вологістю  $\phi$ , %;
- швидкістю руху повітря на робочому місці  $V$ , м/с;
- барометричним тиском  $P$ , мм рт.ст.;
- інтенсивністю теплового випромінювання від нагрітих тіл  $E$ , ккал/м<sup>2</sup>год,

Необхідність врахування цих параметрів може бути пояснена на основі розгляду теплового балансу в організмі людини. Величина тепловиділення  $Q$  організмом людини залежить від ступеня фізичної напруги в певних метеорологічних умовах та складає від 75 ккал/год (в стані спокою) до 400 ккал/год (при тяжкій роботі). Для того щоб фізіологічні процеси в її організмі протікали нормально, тепло що виділяється організмом повинно відводитися в оточуюче середовище. Відповідність між кількістю цього тепла та охолоджуючою здатністю середовища характеризує її як комфортну.

Нормальне теплове самопочуття (комфортні умови) забезпечується при зберіганні теплового балансу

$$Q = Q_o + Q_{\kappa} + Q_{\text{випр}} + Q_g + Q_{\text{нов}}, \quad (2.1)$$



де:  $Q_o$  – тепло, яке проходить через одягу;  $Q_k$  – тепло, яке відводиться конвекцією;  $Q_{випр}$  – за рахунок випромінювання, якщо температура людини та її одяжі більше температур оточуючих поверхонь;  $Q_s$  – за рахунок випаровування шкіри;  $Q_{нов}$  – тепло, яке йде на нагрів повітря, яке вдихається.

Завдяки тепловому балансу температура внутрішніх органів людини залишається постійною 36.6°C. Ця здатність організму людини підтримувати постійну температуру при зміні параметрів мікроклімату та при виконанні різної за навантаженням роботи називається терморегуляцією. В стані спокою при температурі оточуючого середовища 18°C доля  $Q_k$  складає 30% всього тепла, що відводиться,  $Q_{випр} = 45\%$ ,  $Q_s = 20\%$ ,  $Q_{нов} = 5\%$ . При зміні метеорологічних умов ці співвідношення суттєво змінюються.

Для теплового самопочуття людини важливим є певне поєднання температури, відносної вологості та швидкості руху повітря.

Вологість повітря має великий вплив на терморегуляцію організму. Підвищена вологість ( $\varphi > 85\%$ ) ускладнює терморегуляцію внаслідок зниження випаровування поту, а дуже низька вологість ( $\varphi < 20\%$ ) викликає пересихання слизових оболонок дихальних шляхів. Нормальні величини відносної вологості складають 30-60%.

Мінімальна швидкість руху повітря, яку відчуває людина – 0.2м/с. В зимовий період швидкість руху повітря не повинна перевищувати 0.3-0.5м/с, влітку – 0.5-1.5м/с.

Барометричний тиск впливає на парціальний тиск основних компонентів повітря – кисню та азоту, а таким чином на процеси дихання. Діяльність людини може проходити в досить широкому діапазоні тисків 550-950 мм рт. ст. Однак для здоров'я людини небезпечна швидка зміна тиску, а не сама його величина. Швидка зміна тиску всього на кілька міліметрів ртутного стовпчика викликає хворобливе відчуття.

Згідно санітарних норм СН 245-71 встановлюються оптимальні та припустимі метеорологічні умови для робочої зони приміщення (простір висотою 2 м над рівнем підлоги чи майданчика, де знаходяться робочі місця).

Норми враховують:

- Пору року – холодний та перехідний періоди з температурою зовнішнього повітря нижче +10°C, теплий період з температурою +10°C і вище.

- Категорію роботи – всі роботи по тяжкості підрозділяють на три категорії:

- легкі роботи (затрати енергії до 150 ккал/г), до яких відносяться наприклад, основні процеси точного приладобудування та машинобудування,

- роботи середньої тяжкості (затрати енергії від 150 до 250 ккал/г, наприклад, в механоскладальних, механізованих ливарних, прокатних, термічних цехах),

- важкі роботи (затрати більше 250 ккал/г), до яких відносяться роботи пов'язані з систематичним фізичним напруженням та перенесенням значних (більше 10 кг) важких речей. Це ковальські цехи з ручною ковкою, ливарні з ручною набивкою та заливкою опок і т.п.

- Характеристику приміщення за надлишками тепла – всі виробничі приміщення поділяються на приміщення з незначним надлишком тепла, що припадає на 1м<sup>3</sup> об'єму приміщення, – 20 ккал/м<sup>3</sup>год і менше, та зі значним надлишком – більше 20 ккал/м<sup>3</sup>год.

До тепло надлишків відноситься кількість тепла, яка поступає в приміщення після здійснення всіх технологічних та будівельних заходів по їх зменшенню. Величина надлишків тепла (ккал/год) визначається на основі балансу тепла в приміщенні за формулою:

$$Q_{надл} = \sum Q - \sum Q_{вил}, \quad (2.2)$$

де  $\sum Q$  – сумарна кількість тепла, що надходить в приміщення (тепловиділення),  $\sum Q_{вил}$  – сумарна кількість тепла, що вилучається з приміщення (за рахунок тепловтрат огорожами, витягування місцевою вентиляцією і т.п.).

З врахуванням перелічених факторів визначають норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря. Наприклад, для легкої роботи, що виконується в приміщенні з незначними надлишками тепла в холодну пору року, припустимі наступні параметри: температура 17-22°C, відносна вологість – не більше 75%, швидкість руху повітря не більше 0.3 м/с.

Віддача тепла організмом людини в навколишнє середовище здійснюється трьома основними способами (шляхами): конвекцією, випромінюванням та випаровуванням вологи з поверхні шкіри.

Чим нижча температура повітря і швидкість його руху, тим більше тепла віддається випромінюванням. При високій температурі значна частина тепла втрачається випаровуванням поту (рис. 2.2, б). Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, внаслідок чого він збездводнюється, порушується обмін речовин. Тому працівники «гарячих» цехів забезпечуються газованою підсоленою водою.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування утруднюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Рухомість повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У жарких виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35 °C рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання. Рухоме повітря при низькій температурі викликає переохолодження організму. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протяг), зна-

чно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати простудні захворювання.

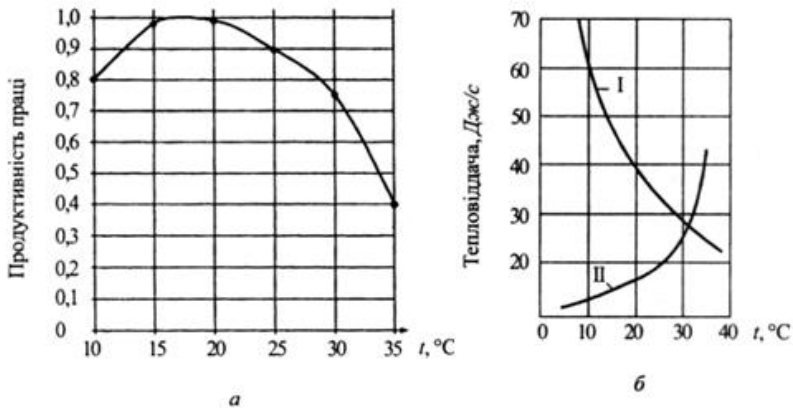


Рис. 2.2 Вплив температури повітря на продуктивність праці (а) та тепловіддачу організму людини (б): I – випромінюванням і конвекцією; II – випаровуванням

Параметри мікроклімату певним чином взаємопов'язані. Наприклад, вищій температурі повітря відповідає більша швидкість руху повітря, а вищій відносній вологості менша температура повітря. Так на людину здійснюють однаковий тепловий вплив наступні співвідношення температури та відносної вологості повітря (у разі відсутності руху повітря): 17,7 °C – 100%; 18,3 °C – 90%; 20,7 °C – 50%; 22,3 °C – 30%.

Можливості організму пристосовуватись до метеорологічних умов значні, однак не безмежні. Верхньою межею терморегуляції людини, що знаходиться у стані спокою, прийнято вважати 30 - 31 °C при відносній вологості 85% чи 40 °C при відносній вологості 30%. При виконанні фізичної роботи ця межа значно нижча. Так, при виконанні важкої роботи тепла рівновага ще зберігається завдяки терморегулятивній функції організму при  $t_n < 25-26$  °C (відносна вологість 40-60%).

Отже, для нормального теплового самопочуття людини важливо, щоб температура, відносна вологість і швидкість руху повітря знаходились у певному співвідношенні.

### 2.2.2. ТЕПЛОВЕ ОПРОМІНЕННЯ

Дія тепла не обмежується змінами, які виникають на опроміненій ділянці шкіри, – на опромінення реагує весь організм. В ньому відбуваються біохімічні зсуви, має місце порушення серцево-судинної та нервової систем. Тривала дія інфрачервоних променів з довжиною хвилі 0.72-1.5 мкм (промені Фохта) викликає катаракту очей (помутніння кришталіку).

Променисте тепло, крім безпосередньої дії на людей, нагріває оточуючі конструкції (підлогу, стіни, перекриття, обладнання), в результаті чого температура повітря в приміщенні підвищується, що також погіршує умови праці.

У більшості промислових джерел максимум енергії, що випромінюється припадає на довгохвильову частину спектру (інфрачервоні промені) з довжиною хвилі  $> 0.78$  мкм.

При проектуванні нових виробництв з джерелами теплового випромінювання необхідно знати, яке теплове опромінення буде діяти на працюючих. Порядок розрахунку теплового опромінення на робочому місці наступний.

Визначають інтенсивність опромінення на робочому місці (в ккал/м<sup>2</sup>год), знаючи відстань джерела випромінювання до працюючого, згідно виразу

$$E_{опром} = C_0 \left[ \left( \frac{T}{100} \right)^4 - A \right] \varepsilon_{np} \varphi \cos \alpha, \quad (2.3)$$

де:  $T$  – температура випромінюючої поверхні;  $C_0$  – коефіцієнт, який залежить від фізичних властивостей випромінюючої поверхні;  $A$  – величина, яка враховує одяг людини ( $A = 85$  – для шкіри людини та бавовняної тканини,  $A = 110$  – для сукна);

$\varepsilon_{np}$  – приведена ступінь чорноти, яка враховує неповне поглинання променевої енергії реальними (сірими) тілами та відбиті потоки тепла  $\varepsilon_{np} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2}$ , де  $\varepsilon_1$  та  $\varepsilon_2$  – відповідно

ступінь чорноти випромінюючого тіла та опроміненої людини;  $\varphi$  – коефіцієнт опроміненості, що показує яка частина променевого потоку від випромінюючого тіла попадає на тіло людини, цей коефіцієнт залежить від відносної відстані  $\bar{l} = l/a$ ,  $l$  – відстань від джерела випромінювання до людини,  $a$  – еквівалентний розмір випромінювача (сторона квадрату, площа якого рівна випромінюючій поверхні), при близькому розташуванні людини до джерела  $\varphi = 1$ , звичайно  $\varphi < 1$  (визначається по довідникам);  $\alpha$  – кут між нормаллю до випромінюючої поверхні та напрямком від центру випромінюючої поверхні до робочого місця.

Підраховану величину інтенсивності опромінення  $E_{opr}$  порівнюють з допустимою по нормам ( $E_{opr} < 300$  ккал/м<sup>2</sup>год). Якщо  $E_{opr} > 300$  ккал/м<sup>2</sup>год, то виникає необхідність в проведенні заходів по зменшенню дії випромінювання на працюючих. Інтенсивність опромінення в ряді випадків складає значну величину (до 3000-6000 ккал/м<sup>2</sup>год, і більше). В цих випадках променисте тепло стає основним шкідливим виробничим фактором.

Засоби захисту від променевого тепла наступні: теплоізоляція гарячих поверхонь, екранування теплових випромінювань, застосування повітряного душирування, застосування захисного одягу, організація раціонального відпочинку.

*Повітряне душирування* застосовується в гарячих цехах. При цьому збільшення швидкості обдуву працюючих допускається до 3.5 м/с.

*Теплоізоляція* не лише зменшує інтенсивність теплового випромінювання від нагрітих тіл та загальне тепловиділення, але також запобігає опікам при дотиканні до цих поверхонь. За діючими санітарними нормами температура неізольованих нагрітих поверхонь не повинна перевищувати 45°C. Для теплоізоляції використовують спеціальні бетони та цеглу, мінеральну та скляну вату, азбест, войлок і т.п.

*Екранування.* За принципом дії екрани поділяються на тепловідбиваючі, теплопоглинаючі, тепловідвідні. Належність екрану до тієї чи іншої групи залежить від того, яка властивість проявляється в ньому найсильніше. Крім того в залежності від можливості спостереження за робочим процесом екрани поділяють на три типи: непрозорі, напівпрозорі та прозорі.

*Відбиваючі екрани:* листовий алюміній, біла жерсть, альфоль (алюмінієва фольга) і т.п.

В *теплопоглинаючих екранах* використовуються матеріали з великим термічним опором – азбестові плити, вогнетривку цеглу та інші.

Екрани, що відводять тепло: зварні чи литі конструкції, які охолоджуються проточною водою.

До напівпрозорих екранів відносяться металеві сітки, ланцюгові ланки, армоване скло. Для прозорих екранів використовують силікатне, кварцове чи органічне скло, напилене тонкою металевою плівкою (до 2 мкм).

Найпоширеніші та найефективніші в гарячих цехах водяні завіси.

### **2.2.3. НОРМАЛІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ. ЗАХОДИ НОРМАЛІЗАЦІЇ**

На сьогодні основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень є ДСН 3.3.6.042–99 та ГОСТ 12.1.005–88. Вказані параметри нормуються *для робочої зони* – визначеного простору, в якому

знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників.

В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційна оцінка оптимальних та допустимих метеорологічних умов у робочій зоні в залежності від категорії робіт, періоду року та виду робочих місць.

Під *оптимальними мікрокліматичними умовами* розуміють поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному 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:

*Допустимі мікрокліматичні умови* – це 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 спостерігатись дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень для різних категорій робіт у теплий та холодний періоди року наведені в таблиці 2.3. Період року визначається за середньодобовою температурою зовнішнього середовища  $t_{cc}$ . При  $t_{cc} < +10$  °C – холодний період, а якщо  $t_{cc} \geq +10$  °C – теплий період року.

Допустимі величини параметрів мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальних умов мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних



приладів, інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати:

- $35 \text{ Вт/м}^2$ , при опроміненні 50% і більше поверхні тіла;
- $70 \text{ Вт/м}^2$ , при опроміненні від 25% до 50% поверхні тіла;
- $100 \text{ Вт/м}^2$ , при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ**

Для того щоб визначити, чи відповідає повітряне середовище даного приміщення встановленим нормам, необхідно кількісно оцінити кожний з його параметрів.

Температуру вимірюють ртутними чи спиртовими термометрами. В приміщеннях зі значними тепловими випромінюваннями використовують парний термометр, що складається з двох термометрів (із зачорненим та посрібленим резервуаром). Для неперервної реєстрації температури навколишнього повітряного середовища застосовують самозаписувальні прилади — термографи. Температуру повітря вимірюють у кількох точках робочої зони, як правило на рівні 1,3 – 1,5 м від підлоги в різний час. На тих робочих місцях, де температура повітря біля підлоги помітно відрізняється від температури повітря верхньої зони приміщення, вона вимірюється й на рівні ніг (0,2 – 0,3 м від підлоги).

Відносна вологість повітря (відношення фактичного вмісту маси водяних парів, що містяться в даний час в  $1 \text{ м}^3$  повітря, до максимально можливого їх вмісту при даній температурі) визначається психрометром Августа, аспіраційним психрометром, гігрометром та гігрографом.

Для вимірювання швидкості руху повітря використовують крильчасті (0,3 – 0,5 м/с) та чашкові (1 – 20 м/с) анемометри, а для визначення малих швидкостей руху повітря (менше 0,5 м/с) – термоанемометри та кататермометри.

Температура нагрітих поверхонь вимірюється за допомогою електротермометрів, термопар та інших контактних приладів.

Для вимірювання інтенсивності теплового опромінення використовують актинометри, спеціальні радіометри.

## ЗАГАЛЬНІ ЗАХОДИ ТА ЗАСОБИ НОРМАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ

Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів колективного захисту, які включають будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та інші. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту.

Розглянемо основні заходи та засоби, які використовуються на виробництві.

Удосконалення технологічних процесів та устаткування. Впровадження нових технологій та устаткування, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення. Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу – холодним, нагрів полум'ям – індуктивним, горнових печей – тунельними тощо.

Рациональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі й в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення обладнання, що виділяє тепло в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках.

Автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі чинники (наприклад автоматизоване завантаження печей у металургії, управління розливом сталі тощо).

Рациональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Вони є найбільш поширеними способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душирування широко використовується для запобігання перегрівання робітників у гарячих цехах.

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надто габаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним

варіантом у цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих дільниць. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштування повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах.

Раціоналізація режимів праці та відпочинку досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку — охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови.

Для робітників, що працюють на відкритому повітрі зимою, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів. Як теплоізоляційні матеріали широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт та ін.

На виробництві застосовують також захисні екрани для огороження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом дії теплозахисні екрани поділяються на:

- тепловідбивні (поліровані або покриті білою фарбою металеві листи, загартоване скло з плівковим покриттям, металізовані тканини, плівковий матеріал);
- теплопоглинальні (металеві листи та коробки з теплоізоляцією, загартоване силікатне органічне скло та ін.);
- тепловідвідні (водяні завіси та металеві листи або сітки, з яких стікає вода);
- комбіновані.

Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітря- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах (наприклад, при пожежі) застосовують спеціальні костюми з

металізованої тканини. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; очей — окуляри (темні, або з прозорим шаром металу); обличчя — маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів — плащів та гумових чобіт.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

### ТЕМА: ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

**МЕТА РОБОТИ** - ознайомитись з основними параметрами мікроклімату у виробничих приміщеннях з їх оптимальними та допустимими значеннями, набути практичних навичок у користуванні нормативними документами, вивчити прилади контролю параметрів, методику проведення досліджень та виконати дослідження параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні.

#### ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ:

1. Провести аналіз теоретичного матеріалу з питань атестації робочого місця:

Визначення загальних характеристик теплообміну.

Конвективний теплообмін визначається за законом Ньютона.

Опис теплопровідності за рівнянням Фур'є.

Теплообмін випромінювання за допомогою електромагнітних хвиль між тілами.

Хімічна та фізична терморегуляція.

2. Оцінити здатність навколишнього середовища зумовлює тепловий комфорт.

3. Вплив параметрів мікроклімату на самопочуття людини.

4. Параметри мікроклімату.

Підвищення швидкості руху повітря.

Підвищена температура повітря.

Підвищена вологість.

Теплове випромінювання від нагрітих предметів.

Іонізація повітря

5. Оцінка санітарно-гігієнічними нормами СН.

6. Атестація виробничого приміщення та робочої зони.

7. Розмежування категорії робіт за тяжкістю.

8. Створення оптимальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях.

9. Вимірювання параметрів мікроклімату.

**ОБЛАДНАННЯ ДО РОБОТИ:** термометр, термопара, арометр, психометр, манометр, анемометр.

### **ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища виробничого приміщення, який визначається поєднаними діями на організм людини, температури, вологості, швидкості руху повітря та теплових випромінювань.

Отже, основними параметрами мікроклімату є: температура, відносна вологість, швидкість переміщення повітря та інтенсивність теплового випромінювання.

Параметри мікроклімату можуть змінюватись у широких межах і істотно впливати на самопочуття та здоров'я працівника, продуктивність та якість його праці.

Для того, щоб фізіологічні процеси в організмі людини відбувалися нормально, тепло, що виділяється організмом, повинне повністю відводитися у навколишнє середовище. Порушення теплового балансу може призвести до перегрівання або до переохолодження організму людини і, зрештою, до втрати працездатності, втрати свідомості та до теплової смерті. Величина тепловиділення організмом людини залежить від ступеня фізичного напруження за певних кліматичних умов і складає від 85 (у стані спокою) до 500 Дж/с (важка робота).

Нормальне теплове самопочуття має місце, коли тепловиділення ( $Q_{me}$ ) організму людини повністю сприймаються навколишнім середовищем ( $Q_{mi}$ ), тобто коли має місце тепловий баланс ( $Q_{me} = Q_{mi}$ ). У цьому випадку температура внутрішніх органів залишається постійною на рівні 36,6°C.

Організм людини здатний підтримувати квазістійку температуру тіла при достатньо широких коливаннях параметрів навколишнього середовища. Так, тіло людини зберігає температуру близько 36,6°C при коливаннях навколишньої температури від -40°C до +40°C. При цьому

температура окремих ділянок шкіри та внутрішніх органів може бути від 24°C до 37,1°C.

Найбільш інтенсивні обмінні процеси відбуваються в печінці – її температура – 38,0...38,5°C. Існує добовий біоритм температури шкіри: максимальна (37,0...37,1°C) о 16.00...19.00, мінімальна (36,0...36,2°C) о 2.00...4.00 за місцевим часом.

Рівняння теплового балансу “людина – навколишнє середовище” вперше було проаналізоване в 1884 році професором Флавіцьким І.І. Теплообмін між людиною та навколишнім середовищем здійснюється конвекцією внаслідок обтікання тіла повітрям ( $Q_k$ ), теплопровідністю через одяг ( $Q_m$ ), випромінюванням на оточуючі поверхні ( $Q_e$ ) та в процесі тепломасообміну ( $Q_{mn}$ ) при випаровуванні вологи, котра виводиться на поверхню потовими залозами ( $Q_n$ ) і при диханні ( $Q_d$ ):

$$Q_{mn} = Q_k + Q_m + Q_e + Q_n + Q_d,$$

Конвективний теплообмін визначається за законом Ньютона:

$$g_k = \alpha_k F_e (t_{нов} - t_{нс}),$$

де  $t_{нов}$  - температура поверхні тіла людини (взимку – 27,5°C, влітку - 31°C),  $t_{нс}$  - температура навколишнього середовища;  $F_B$  - ефективна поверхня тіла людини (50...80% геометричної зовнішньої поверхні тіла людини). Для практичних розрахунків вона приймається рівною 1,8 м<sup>2</sup>;  $\alpha_k = 4,06$  Вт/(м<sup>2</sup>·град).

Рівняння Фур'є, котре описує теплопровідність в однорідному полі, можна записати у вигляді:

$$g_m = \frac{\alpha_o}{\Delta_o F_e (t_{нов} - t_{нс})},$$

де  $\alpha_0$  - коефіцієнт теплопровідності тканин одягу людини, Вт/град;  $\Delta_0$  - товщина тканин одягу людини, м.

Теплообмін випромінювання відбувається за допомогою електромагнітних хвиль між тілами, розділеними променепрозорим середовищем. Теплова енергія, перетворюючись на поверхні гарячого тіла у променисту, передається на холодну поверхню, де знову перетворюється у теплову. Променистий потік тим більший, чим нижча температура поверхонь, котрі оточують людину і може бути визначений за допомогою узагальненого закону Стефана-Больцмана:

$$g_{\epsilon} = C_{np} F_1 \gamma_{1-2} \left\{ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right\},$$

де  $T_1$  - середня температура поверхні тіла та одягу людини, К;  $T_2$  - середня температура оточуючих поверхонь, К;  $\gamma_{1-2}$  - коефіцієнт опромінюваності, що залежить від розташування та розмірів поверхонь  $F_1$  та  $F_2$  і котрий вказує на частку променистого тепла, що припадає на поверхню  $F_2$  від всього потоку, який випромінюється поверхнею  $F_1$ ;  $C_{np} = \frac{C_1 C_2}{C_0}$  - приведений коефіцієнт випромінювання, Вт/(м<sup>2</sup>К<sup>4</sup>);  $C_0$  - коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла.

Кількість тепла, котре віддається людиною в навколишнє середовище при випаровуванні вологи, що виводиться на поверхню шкіри потовими залозами, визначається формулою:

$$g_n = G_n r,$$



де -  $G_n$  - кількість вологи, що виділяється і випаровується, кг/с;  
 $r$  - прихована теплота випаровування вологи, котра виділяється Дж/кг.

Кількість тепла, що віддається в оточуюче середовище з поверхні тіла при випаровуванні поту, залежить не лише від температури повітря та інтенсивності роботи, що виконується людиною, але й від швидкості руху оточуючого повітря та його відносної вологості.

Кількість тепла, котре витрачається на нагрівання повітря, що вдихується, можна визначити за рівнянням:

$$g_d = V_{лв} \zeta_{вд} C_p (t_{вид} - t_{вд}),$$

де  $V_{лв}$  - легенева вентиляція, м<sup>3</sup>/с;  $\zeta_{вд}$  - густина вологого повітря, що вдихується кг/м<sup>3</sup>;  $C_p$  - питома теплоємність повітря, що вдихується, Дж/(кг/град);  $t_{вид}$  - температура повітря, що видихається, °С;  $t_{вд}$  - температура повітря, що вдихується, °С.

Легенева вентиляція – це об'єм повітря, що вдихується людиною за одиницю часу. Вона визначається, як добуток об'єму повітря, що вдихується за один вдих, на число циклів дихання за секунду.

Кількість тепла, що виділяється людиною з повітрям, котре видихається, залежить від її фізичного навантаження, вологості повітря, температури оточуючого повітря.

На механізм теплообміну впливають параметри мікроклімату. Так, тепловіддача конвекцією залежить від температури навколишнього повітря, його вологості та швидкості переміщення повітря на робочих місцях або в робочій зоні.

Теплота, яка віддається навколишньому середовищу випаровуванням, залежить від відносної вологості та швидкості руху повітря, а якщо ж вона віддається випромінюванням - від температури навколишніх предметів та устаткування.

Якщо температура тіла людини вища за температуру навколишнього середовища, то теплота випромінювання

віддається від людини навколишньому середовищу, а за більш високих температур навколишніх предметів та устаткування теплообмін випромінюванням іде в зворотному напрямку - від навколишніх предметів (устаткування) до людини.

Для того щоб фізіологічні процеси в організмі людини проходили нормально, температура його тіла повинна бути постійною (незмінною). Надлишкова теплота, яка виділяється організмом людини в процесі праці, повинна відводитись у навколишнє середовище. Співвідношення між кількістю цієї теплоти та охолоджуючою здатністю навколишнього середовища зумовлює тепловий комфорт.

У разі відділення параметрів мікроклімату від комфортних в організмі людини відбуваються процеси, спрямовані на терморегуляцію. Вони відбуваються під контролем центральної нервової системи і забезпечують рівновагу між організмом людини та навколишнім середовищем.

Розрізняють хімічну та фізичну терморегуляцію.

Хімічна терморегуляція організму досягається зниженням рівня обміну речовин у разі загрози його перегріву або посиленням цього обміну під час охолодження. Але роль хімічної терморегуляції в тепловій рівновазі організму з зовнішнім середовищем мала порівняно з фізичною. За фізичної терморегуляції віддача теплоти організмом людини в навколишнє середовище відбувається зазначеними вище теплопровідністю, конвекцією, випаровуванням та випромінюванням.

Значне відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних або допустимих може спричинитися до ряду фізіологічних порушень в організмі людини, до різкого зниження її працездатності і навіть до професійних захворювань.

Вплив параметрів мікроклімату на самопочуття людини.

Параметри мікроклімату справляють безпосередній вплив на самопочуття людини та його працездатність. Зниження температури за всіх інших однакових умов призводить до зростання тепловіддачі шляхом конвекції та випромінювання і може зумовити переохолодження організму.

Підвищення швидкості руху повітря погіршує самопочуття, оскільки сприяє підсиленню конвективного теплообміну та процесу тепловіддачі при випаровуванні поту.

При підвищенні температури повітря мають місце зворотні явища. При температурі повітря понад 30°C працездатність людини починає падати. За такої високої температури та вологості практично все тепло, що виділяється, віддається у навколишнє середовище при випаровуванні поту. При підвищенні вологості піт не випаровується, а стікає краплинами з поверхні шкіри.

Недостатня вологість призводить до інтенсивного випаровування вологи зі слизових оболонок, їх пересихання та розтріскування, забруднення хвороботворними мікробами.

Вода та солі, котрі виносяться з організму людини з потом, повинні заміщуватися, оскільки їх втрата призводить до згущення крові та порушення діяльності серцево-судинної системи.

Зневоднення організму на 6% викликає порушення розумової діяльності, зниження гостроти зору. Зневоднення на 15...20% призводить до смертельного наслідку.

Втрата солі позбавляє кров здатності утримувати воду, що викликає порушення діяльності серцево-судинної системи. За високої температури повітря та при дефіциті води в організмі посилено витрачаються вуглеводи, жири, руйнуються білки.

Для відновлення водяного балансу рекомендується вживати підсолону (0,5% NaCl) воду (4...5 л на людину за зміну), білково-вітамінний напій.

Тривалий вплив високої температури у поєднанні зі значною вологістю може призвести до накопичення теплоти в організмі і до гіпертермії – стану, при котрому температура тіла піднімається до 38...40°C. При гіпертермії, як наслідок, тепловому ударі спостерігається головний біль, запаморочення, загальна слабкість, спотворення кольорового сприйняття, сухість у роті, нудота, блювання, потовиділення. Пульс та частота дихання прискорюється, в крові зростає вміст залишкового азоту та молочної кислоти. Спостерігається

блідість, посиніння шкіри, зіниці розширені, часом виникають судоми, втрата свідомості.

За зниженої температури, значної рухомості та вологості повітря виникає переохолодження організму (гіпотермія). На початковому етапі впливу помірного холоду спостерігається зниження частоти дихання, збільшення об'єму вдиху. За тривалого впливу холоду дихання стає неритмічним, частота та об'єм вдиху зростають, змінюється вуглеводний обмін. З'являється м'язове тремтіння, при котрому зовнішня робота не виконується і вся енергія тремтіння перетворюється в теплову. Це дозволяє протягом деякого часу затримувати зниження температури внутрішніх органів.

Вологість повітря зумовлюється вмістом у ній водяної пари. Відносна вологість  $B$  - це відношення абсолютної вологості  $A$  до максимальної  $M$  :

$$B = \frac{A}{M} \cdot 100\%$$

Абсолютна вологість - це маса водяної пари, яка міститься в даний момент у повітрі.

Максимальна вологість повітря - максимально можливий вміст водяної пари в повітрі за даної температури (стан насиченості).

Підвищення вологості повітря (понад 75%) у поєднанні з низькими температурами значно впливає на охолодження, а в поєднанні а високими температурами сприяє перегріву організму.

Людина починає відчувати рух повітря за швидкості 0,1 м/с. Незначне переміщення повітря за звичайних температур сприяє доброму самопочуттю. Великі швидкості повітря, особливо за низьких температур, збільшують теплові втрати організму та сприяють сильному його охолодженню.

Теплові випромінювання від нагрітих предметів та устаткування значно впливають на створення несприятливих мікрокліматичних умов у виробничих приміщеннях. Крім того, теплові (інфрачервоні) випромінювання також впливають на

організм людини. Ефективність такого впливу залежить від густини потоку енергії інфрачервоних випромінювань, довжини хвилі, тривалості і зони (області) впливу. Останній може бути загальним і локальним.

У разі тривалого перебування людини в зоні теплового випромінювання або за систематичного впливу високих температур в організмі людини відбувається різке порушення теплового балансу, підвищується температура тіла та діяльність серцево-судинної системи органів дихання, потовиділення, відбувається втрата потрібних організмові солей, вітамінів, погіршується харчування тканин організму. У випадку порушення теплового балансу може виникнути захворювання - теплова гіпотермія.

Енергія випромінювання, як і безпосередній контакт з нагрітими до високих температур предметами, устаткуванням, матеріалами та виробами (кондукція) можуть викликати теплові опіки.

Небезпека теплового впливу на організм людини оцінюється густиною потоку енергії інфрачервоних випромінювань. Повітря для інфрачервоних випромінювань теплопрозоре. Інтенсивність теплового опромінювання людини від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинна перевищувати  $35 \text{ Вт/м}^2$  у разі опромінення 50% поверхні тіла і  $70 \text{ Вт/м}^2$  - у разі опромінення від 25 до 50% та  $100 \text{ Вт/м}^2$  - у випадку опромінення до 25% поверхні тіла.

Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від відкритих джерел (нагрітий метал, скло, "відкрите" полум'я тощо) не повинна перевищувати  $140 \text{ Вт/м}^2$ , при цьому опроміненню не повинно підлягати більше 25% поверхні тіла, і обов'язковим є використання засобів захисту обличчя та очей.

За наявності теплового опромінювання температура повітря не повинна перевищувати наведених в табл.1 верхніх меж оптимальних значень для теплового періоду року; на непостійних робочих місцях - верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

Крім цих основних параметрів мікроклімату, слід враховувати атмосферний тиск, який впливає на парціальний тиск основних складових повітря (кисню та азоту, наприклад) і впливати таким чином на процес дихання людини. Життєдіяльність людини може відбуватися в широкому діапазоні змін тиску. Але для здоров'я людини небезпечна швидка зміна тиску відносно нормального значення. Тоді це викликає хворобливе відчуття.

Водночас є спеціальні види робіт (кесонні, наприклад), при виконанні яких атмосферний тиск нормується.

У випадку дії на повітряне середовище радіоактивного, рентгенівського та ультрафіолетового випромінювань, при термоємисії, фотоелектричних та інших технологічних процесах, в залах електронно-обчислювальних машин (ЕОМ), в приміщеннях з дисплеями та інших випадках необхідно контролювати іонізацію повітря робочої зони.

Іонізація повітря - це процес перетворення нейтральних атомів і молекул повітряного середовища в електричне заряджені іони (частки).

Санітарно-гігієнічними нормами СН 2152-80 регламентуються кількість іонів позитивної та негативної полярності в 1 см<sup>3</sup> повітрі. Так, мінімально необхідна кількість іонів позитивної полярності повинна бути не менш як 400, а негативної - 600; оптимальна кількість іонів позитивної полярності - 1500...3000; негативної полярності - 3000...5000; максимально допустима кількість іонів кожної з полярностей - 50000. Відхилення кількості іонів в повітрі робочої зони від указаних норм створює загрозу здоров'я працюючих.

Параметри мікроклімату діють на організм людини комплексно.

Нормування. Параметри мікроклімату нормуються ДСН 3.3.6.042-99.

Норми на оптимальні та допустимі значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони (робочого місця) виробничих приміщань залежно від періоду року та категорії робіт, що виконуються. Крім того, допустимі значення температури

повітря, встановлені диференційно, як для постійних, так і непостійних робочих місць (табл.1).

Виробниче приміщення - це замкнутий простір в спеціально призначених будівлях та спорудах, в яких постійно (по змінах) або періодично (протягом робочого дня) відбувається трудова діяльність людей.

Робоча зона - це простір, обмежений по висоті 2 м над рівнем підлоги або площадки, на якій знаходяться місця постійного та непостійного (тимчасового) перебування працюючих.

Робочим місцем називається місце постійного або тимчасового перебування працюючого у процесі трудової діяльності.

Постійне робоче місце - це місце, на якому працівник перебуває більшу частину свого робочого часу (понад 50% або понад 2 год постійно). Якщо при цьому праця відбувається в різних місцях робочої зони, постійним робочим місцем визначається вся робоча зона.

Тимчасове робоче місце - місце, на якому працівник перебував частину (менше 50% або менше 2 год постійно) свого робочого часу.

Оптимальними мікрокліматичними умовами є такі поєднання кількісних показників параметрів мікроклімату, які за тривалого й систематичного впливу на людину забезпечують збереження нормального теплового балансу організму без напруження механізму терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють умови для високого рівня працездатності.

Допустимими мікрокліматичними умовами є такі умови, за яких поєднання кількісних показників мікроклімату за тривалого й систематичного впливу на людину викликають такі зміни теплового стану організму, що проходять т швидко нормалізуються та супроводжуються напругою механізму терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних можливостей. При цьому не виникають пошкодження або порушення стану здоров'я, не може спостерігатись дискомфорт тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Допустимі значення параметрів мікроклімату встановлюються у тих випадках, коли з технологічних, технічних і економічних причин не забезпечуються оптимальні норми.

Розмежування категорії робіт за тяжкістю проходить на основі загальних енерговитрат організму. Розрізняють легкі фізичні роботи (категорії I), фізичні роботи середньої тяжкості (категорії II) та важкі фізичні роботи (категорії III).

До легких фізичних робіт (категорії I) належать види діяльності з витратами енергії на більше як 150 ккал/г (174 Вт). Вони поділяються на категорію Ia - енерговитрати до 120 ккал/г (139 Вт) та категорію Ib - енерговитрати 121...150 ккал/г (140...174 Вт).

До категорії Ia належать роботи, які виконуються у положенні сидячи і супроводжуються незначними фізичними навантаженнями. Наприклад, ряд професій на підприємствах точного приладо- і машинобудування, в радіоелектронній, хімічній промисловості, у сфері керування та ін.

До категорії Ib відносяться роботи, які виконуються в положеннях сидячи та стоячи або зв'язані з ходьбою і супроводжуються незначними фізичними навантаженнями. Наприклад, праця майстрів та контролерів різних видів виробництва, ряд професій в хімічній, поліграфічній промисловостях, на підприємствах зв'язку, в енергетиці та інших сферах виробництва.

До фізичних робіт середньої тяжкості (категорія II) відносяться види діяльності з витратами енергії в межах 151...250 ккал/г (175... 290 Вт). Вони також розподіляються на категорію IIa - енерговитрати від 151 до 200 ккал/г (175...233 Вт) - та категорію IIб - енерговитрати від 201 до 250 ккал/г (233...290 Вт).

До категорії IIa відносяться роботи, які зв'язані а постійним ходінням, переміщенням малих (до 1 кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи з відповідним фізичним навантаженням. Наприклад, ряд професій у механічних та складальних цехах машинобудівельних підприємств.



До категорії Пб відносяться роботи, які зв'язані з ходінням, переміщенням предметів масою до 10 кг та супроводжуються помірними фізичними навантаженнями. Наприклад, ряд професій у механізованих ливарних, прокатних, ковальських, термічних, зварювальних цехах, у цехах машинобудівних та металургійних підприємств, підприємств хімічної промисловості, в теплоенергетиці та ін.

До важких фізичних робіт (категорія III) відносяться види діяльності а витратами енергії понад 250 ккал/г (290 Вт). До категорії III належать роботи, які пов'язані з постійним пересуванням, переміщенням та переноскою предметів із значною (понад 10 кг) масою, що вимагають великих фізичних зусиль. Наприклад, ряд професій у ливарних цехах з ручною набивкою та заливкою опок, на машинобудівних та металургійних підприємствах і т.д.

Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень залежать від періоду року (холодного та теплого).

Холодний період року характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря  $+10^{\circ}\text{C}$  і нижче. Теплий період року - температурою понад  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Середню температуру зовнішнього повітря визначають за вимірами, проведеними у визначені години доби через рівні інтервали часу. Вони беруться за даними метеорологічної служби.

Оптимальні та допустимі значення параметрів мікроклімату виробничих приміщень повинні відповідати рівням, зазначеним у табл.1.

У кабінах, на пультах та постах керування технологічними процесами, у приміщеннях обчислювальної техніки та інших виробничих приміщеннях при виконанні робіт, зв'язаних з нервово-емоційними навантаженнями, слід дотримуватись оптимальних значень температури повітря  $22...24^{\circ}\text{C}$ , відносної вологості  $40...60\%$  та швидкості переміщення повітря не більш як  $0,1\text{ м/с}$ .

Перелік інших виробничих приміщень, де треба дотримуватись оптимальних параметрів мікроклімату, визначається за погодженням а органами санітарного нагляду.

Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату

Створення оптимальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею, вирішити яку можна наступними заходами та засобами:

Удосконалення технологічних процесів та устаткування. Впровадження нових технологій та обладнання, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення.

Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу — холодним, нагрів полум'ям — індуктивним, горнових печей — тунельними.

Раціональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення тепловипромінюючого обладнання в ізольованих приміщеннях або на відкритих ділянках.

Автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі фактори (наприклад автоматизоване завантаження печей в металургії, управління розливом сталі).

Раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Вони є найбільш розповсюдженими способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення широко використовується у боротьбі з перегріванням робітників в гарячих цехах.

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надтогабаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом в цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих дільниць. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання

вікон, дверей та інших отворів, а також влаштуванням повітряних-і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах..

Раціоналізація режимів праці та відпочинку досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку — охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови.

Для робітників, що працюють на відкритому повітрі зимою, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів. В якості теплоізоляційних матеріалів широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт.

На виробництві застосовують також захисні екрани для відгородження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом захисту щодо дії тепла екрани бувають відбиваючі, поглинаючі, відвідні та комбіновані. Хороший захист від теплового випромінювання здійснюють водяні завіси, що широко використовуються в металургії.

Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах застосовуються спеціальні костюми з підвищеною теплосвітловіддачею. Для захисту голови від випромінювання застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; для захисту очей — окуляри — темні або з прозорим шаром металу, маски з відкидним екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів — плащів та гумових чобіт.

У виробничих умовах вимірювання параметрів мікроклімату повинне виконуватись на початку, в середині та в кінці холодного та теплового періодів року не менше трьох разів

на зміну (на початку, в середині та в кінці зміни). У разі коливань показників мікроклімату з технологічних або інших причин вимірювання слід здійснювати також за найбільших величин термічних навантажень на працюючих, які мають місце впродовж робочої зміни.

Температуру, відносну вологість та швидкість переміщення повітря вимірюють на висоті 1,0 м від підлоги або робочої площадки у разі виконання робіт в положенні сидячи та на висоті 1,5 м - у разі виконання робіт в положенні стоячи. Вимірювання виконуються як на постійних, так і на непостійних робочих місцях за мінімального та максимального віддалення від джерела локального тепловиділення, охолодження та вологовиділення (нагрітих агрегатів, вікон, дверних прорізів, воріт, відкритих ванн і т.п.).

У приміщеннях з великою щільністю робочих місць за відсутності джерел локального тепловиділення, охолодження та вологовиділення місця вимірювання температури, відносної вологості та швидкості руху повітря розподіляють по всьому приміщенню. При цьому мінімальна кількість ділянок вимірювання параметрів мікроклімату повинна бути за площі приміщення 100 м<sup>2</sup> - 4; від 101 м<sup>2</sup> до 400 м<sup>2</sup> включно - 8; якщо площа приміщення перевищує 400 м<sup>2</sup>, кількість ділянок визначається відстанню між ними, яка не повинна перевищувати 10 м.

Витрати повітря для чашкового та крильчастого анемометра визначаються з формули:

$$L = 3600F \cdot W_n, \text{ м}^3/\text{год.}$$

де  $F_k = \frac{\pi d^2}{4}$  - площа вимірного вікна крильчастого анемометра, м<sup>2</sup>;  $d$  - діаметр вимірного вікна, м;  $d = 10$  см;  $F_q = a \cdot b$  - площа вимірного вікна чашкового анемометра, м<sup>2</sup>;  $a$  і  $b$  - сторони прямокутника, м;  $a = b = 10$  см;  $W_n$  - швидкість руху повітря, м/с.

Таблиця 1

Результати вимірювань температури і відносної вологості повітря.

Дата, час і місце вимірювань	Тип засобів вимірювань	Температура повітря, °С	Показання термометрів		Різниця показань сухого та вологого термометрів, °С	Відносна вологість повітря, %
			сухого, °С	вологого, °С		
	Ртутний термометр ТЛ-6		X	X	X	X
	Спиртовий термометр		X	X	X	X
	Психрометр Августа	X				
	Аспіраційний психрометр М-34	X			X	

Таблиця 2

Результати вимірювання швидкості руху повітря.

Дата, час і місце вимірювань	Засоби вимірювань	Площа вимірюваного вікна, м <sup>2</sup>	Показання анемометра			Час дії анемометра, с	Кількість поділок анемометра на 1 с	Швидкість руху повітря, м/с	Витрати повітря, м <sup>3</sup> /год
			Початкове	Кінцеве	Різниця				
	Анемометр чашковий					100			
	Анемометр крильчастий					100			

Таблиця 3

Порівняння експериментальних значень з нормативними.

Дата, час і місце вимірювання	Категорія важкості робіт	Період року	Фактор мікроклімату	Нормоване значення параметрів мікроклімату згідно ДСН 3.3.6.042-99		Результати вимірювань	Висновки
				Оптимальне	Допустиме		
			Температура, °C				
			Відносна вологість повітря, %				
			Швидкість руху повітря, м/с				

### ПРОТОКОЛ ЗВІТУ МІСТИТЬ

1. Назву, мету, завдання до роботи.
2. Основні терміни та визначення з теми.
3. Розрахунки характеристик параметрів мікроклімату.
4. Порівняльний аналіз характеристик мікроклімату з діючими нормами безпеки праці.
5. Результати експериментальних вимірювань характеристик мікроклімату.

### СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРА

1. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник. – Вид. 5-е, доп. – Львів: Афіша, 2002. – 350 с.
2. Бедрій Я. І., Джигирей В. С, Кидасюк А. І. та ін. Охорона праці: Навчальний посібник. – Львів: ПТВФ «Афіша», 1997.-258 с.
3. Безопасность производственных процессов: Справочник / Под общей ред. Белова С. В. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
4. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці. –К.: Каравела, 2004. – 408 с.
5. Гогіташвілі Г. Г. Системи управління охороною праці: Навч. посібник. – Львів.: Афіша, 2002. – 320 с.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Охарактеризуйте взаємозв'язок параметрів мікроклімату (метеорологічних умов) та організму людини.
2. Окресліть основні заходи щодо нормалізації параметрів мікроклімату.
3. Охарактеризуйте вплив теплового опромінення на організм людини.
4. Що включає в себе правильна організація робочого місця?
5. Якими параметрами визначаються метеорологічні умови або мікроклімат у виробничих приміщеннях?
6. Яке середовище вважається комфортним, що таке терморегуляція організму людини і як ці поняття пов'язані з рівнянням його теплового балансу?
7. Які шляхи естетизація праці Ви знаєте?
8. Як впливають умови праці на її продуктивність?
9. В чому проявляється шкідлива дія теплового опромінення на людину?
10. Засоби захисту від променистого тепла.

## **2.3 ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ**

### **2.3.1. ВПЛИВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах. *Шкідлива речовина* — це речовина, що контактуючи з організмом людини, може викликати захворювання чи відхилення у стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя теперішнього і наступних поколінь.

Шкідливі речовини можуть потрапити в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, а через шкіру – переважно рідини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання, або при внесенні їх у рот забрудненими руками.

Основним шляхом, яким найчастіше потрапляють промислові шкідливі речовини в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній (понад 90 м<sup>2</sup>) всмоктувальній поверхні легень утворюються сприятливі умови для надходження шкідливих речовин у кров, якою вони розносяться по всьому організму. Слід зазначити, що ураження шкіри (порізи, рани) прискорюють потрапляння шкідливих речовин у організм людини.

Шкідливі речовини, що потрапили тим, чи іншим шляхом у організм можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовин, їх кількості, часу дії, шляху, яким вони потрапили в організм, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму та ін. Гострі отруєння виникають у результаті короткочасної (протягом доби) дії значних доз шкідливих речовин. Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин, що незначно



перевищують ГДК. Шкідливі речовини потрапивши в організм розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору — в зубах, марганцю — в печінці і т. п. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване «депо» і затримуватись у ньому тривалий час.

При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватись в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати «накопичення» функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

В санітарно-гігієнічній практиці прийнято поділяти шкідливі речовини на хімічні речовини та промисловий пил.

Хімічні речовини (шкідливі та небезпечні) відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 за характером впливу на організм людини поділяються на:

- загальнотоксичні, що викликають отруєння всього організму (ртуть, оксид вуглецю, толуол, анілін та ін.);
  - подразнювальні, що викликають подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок (хлор, аміак, сірководень, озон та ін.);
  - сенсibiliзуючі, що діють як алергени (альдегіди, розчинники та лаки на основі нітросполук та ін.);
  - канцерогенні, що викликають ракові захворювання (ароматичні вуглеводні, аміносполуки, азбест та ін.);
  - мутагенні, що викликають зміни спадкової інформації (свинець, радіоактивні речовини, формальдегід та ін.);
  - такі, що впливають на репродуктивну (відтворення потомства) функцію (бензол, свинець, марганець, нікотин та ін.).
- Слід зазначити, що існують й інші різновиди класифікацій шкідливих речовин: за переважаючою дією на певні органи чи системи людини (серцеві, кишково-шлункові, печінкові, ниркові і т. д.), за основною шкідливою дією (задушливі, наркотичні, подразнювальні і т. д.), за тривалістю дії (летальні, тимчасові, короткочасні) та ін.

Виробничий пил досить поширений небезпечний та шкідливий виробничий чинник. З пилом стикаються робітники гірничодобувної промисловості, машинобудування, металургії,

текстильної промисловості, сільського господарства і т. п. Залежно від походження пил може бути органічним (тваринний, рослинний, штучний), неорганічним (металевий, мінеральний) та змішаним.

Пил може здійснювати на людину фіброгенну дію, при якій у легенях відбувається розростання сполучних тканин, що порушує нормальну будову та функцію органу. Шкідливість виробничого пилу зумовлена його здатністю викликати професійні захворювання легень, у першу чергу пневмоконіози. Уражаюча дія пилу, в основному, визначається його токсичністю та особливістю дії на організм людини, концентрацією, дисперсністю (розміром) частинок пилу, їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею і т. п. Необхідно враховувати, що у виробничих умовах працівники, як правило, зазнають одночасного впливу кількох шкідливих речовин у тому числі й пилу. При цьому їхня спільна дія може бути взаємопідсиленою, взаємопослабленою чи «незалежною». На дію шкідливих речовин впливають також інші шкідливі і небезпечні чинники. Наприклад, підвищена температура і вологість як і значне м'язове напруження, в більшості випадків підсилюють дію шкідливих речовин.

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

### **2.3.2 НОРМУВАННЯ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН**

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричиняють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість у повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. Під *гранично допустимою концентрацією (ГДК)* шкідливої речовини у повітрі робочої зони розуміють таку максимальну концентрацію даної речовини в повітрі робочої зони, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) не призводить до зниження працездатності і

захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє несприятливого впливу на здоров'я нащадків.

ГДК шкідливої речовини у повітрі робочої зони встановлюється для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні.

За величиною ГДК у повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки (ГОСТ 12.1.007–76):

- 1-й — речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше  $0,1 \text{ мг/м}^3$  (свинець, ртуть, озон та ін.).
- 2-й — речовини високонебезпечні, ГДК  $0,1—1,0 \text{ мг/м}^3$  (кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол, їдкі луги та ін.).
- 3-й — речовини помірно небезпечні, ГДК  $1,1—10,0 \text{ мг/м}^3$  (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий та ін.).
- 4-й — речовини малонебезпечні, ГДК більше  $10,0 \text{ мг/м}^3$  (аміак, бензин, ацетон, гас та ін.).

При вмісті в повітрі робочої зони кількох речовин односпрямованої дії необхідно дотримуватись наступної умови:

$$C_1 / ГДК_1 + C_2 / ГДК_2 + \dots + C_n / ГДК_n = 1, \quad (2.4)$$

де  $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$  — фактичні концентрації шкідливих речовин у повітрі,  $\text{мг/м}^3$ ;  $ГДК_1, ГДК_2 \dots ГДК_n$  — гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин,  $\text{мг/м}^3$ .

До шкідливих речовин односпрямованої дії належать шкідливі речовини, які є близькими за хімічною будовою та характером впливу на організм людини.

При одночасному вмісті в повітрі кількох шкідливих речовин, що не мають односпрямованої дії, ГДК залишаються такими самими, як і при їх ізольованій дії.

Для контролю концентрації шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень та робочих зон використовують наступні методи:

- Експрес-метод, який ґрунтується на явищі колориметрії (зміні кольору індикаторного порошку в результаті дії відповідної шкідливої речовини) і дозволяє швидко та з

достатньою точністю визначити концентрацію шкідливої речовини безпосередньо у робочій зоні. Для цього методу використовують газоаналізатори (УГ-2, ГХ-4, СТХ-17.ФОН-1 та інші).

- лабораторний метод, що полягає у відборі проб повітря з робочої зони і проведенні фізико-хімічного аналізу (хроматографічного, фотоколориметричного та ін.) в лабораторних умовах. Цей метод дозволяє одержати точні результати, однак вимагає значного часу.
- метод неперервної автоматичної реєстрації вмісту в повітрі шкідливих хімічних речовин з використанням газоаналізаторів та газосигналізаторів (ФКГ-3М на хлор, «Сирена-2» на аміак, «Фотон» на сірководень, стаціонарні широкого спектра: ЩИТ-2, СПА-1, СТХ-18).

Запиленість повітря можна визначити ваговим, електроіндукційним, фотометричним та іншими методами. Найчастіше використовують ваговий метод. Для цього зважують спеціальний фільтр до і після протягування через нього певного об'єму запиленого повітря, а потім вираховують вагу пилу в міліграмах на кубічний метр повітря.

## **2.4. ВЕНТИЛЯЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ**

### **2.4.1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ**

Під *вентиляцією* розуміють сукупність заходів та засобів призначених для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах обслуговування виробничих приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції – вилучити із приміщення забруднене, вологе або нагріте повітря та подати чисте свіже повітря.

### **Вентиляція класифікується за такими ознаками:**

- за способом переміщення повітря – природна, штучна (механічна) та суміщена (природна та штучна одночасно);
- за напрямком потоку повітря – припливна, витяжна, припливно-витяжна;
- за місцем дії – загально обмінна, місцева, комбінована;
- за призначенням – робоча, аварійна.

Припливна вентиляція слугує для подачі чистого повітря ззовні у приміщення. При витяжній вентиляції повітря вилучається з приміщення, а зовнішнє надходить через вікна, двері, нещільності будівельних конструкцій. Припливно-витяжна вентиляція поєднує першу й другу.

Загальнообмінна вентиляція підтримує нормальне повітряне середовище у всьому об'ємі робочої зони виробничого приміщення (цеху). За допомогою місцевої вентиляції шкідливі виділення вилучаються або розчиняються шляхом припливу чистого повітря безпосередньо у місцях їх утворення. Комбінована вентиляція поєднує загальнообмінну та місцеву.

Аварійну вентиляцію влаштовують у тих виробничих приміщеннях, в яких можуть статися аварії з виділенням значної кількості шкідливостей, а також коли при виході з ладу робочої вентиляції в повітрі можуть утворюватись небезпечні для життя працівників або вибухонебезпечні концентрації. Аварійна вентиляція, як правило, проектується витяжною.

### **2.4.2. ПРИРОДНА ВЕНТИЛЯЦІЯ**

Природна вентиляція відбувається внаслідок теплового та вітрового напорів. Тепловий напір обумовлений різницею температур, а значить і густини внутрішнього і зовнішнього повітря. Вітровий напір обумовлений тим, що при обдуванні вітром будівлі, з її навітряної сторони утворюється підвищений тиск, а з підвітряної – розрідження (рис. 2.3).

Природна вентиляція може бути неорганізованою і організованою. При неорганізованій вентиляції невідомі об'єми повітря, що надходять та вилучаються із приміщення, а сам

повітрообмін залежить від випадкових чинників (напрямку та сили вітру, температури зовнішнього та внутрішнього повітря). Неорганізована природна вентиляція включає інфільтрацію – просочування повітря через нещільності у вікнах, дверях, перекриттях тощо та провітрювання, що здійснюється при відкриванні вікон та квартир.

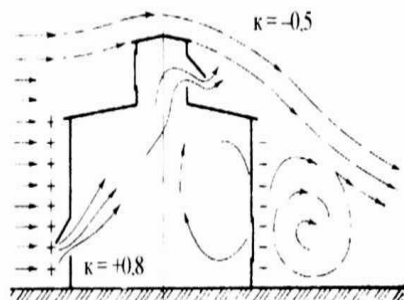


Рис. 2.3. Розподіл тиску повітря навколо будівлі при дії вітру

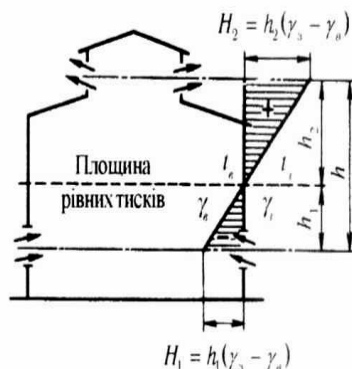


Рис. 2.4. Розподіл тиску повітря у будівлі внаслідок дії теплового напору

Організована природна вентиляція називається аерацією. Для аерації в стінах будівлі роблять отвори для надходження зовнішнього повітря, а на даху чи у верхній частині будівлі встановлюють спеціальні пристрої (ліхтарі) для видалення відпрацьованого повітря. Для регулювання надходження та видалення повітря передбачено перекидання на необхідну величину аераційних отворів та ліхтарів. Це особливо важливо у холодну пору року.

У виробничих приміщеннях внаслідок надходження тепла від устаткування, нагрітих матеріалів та речовин, людей, температура повітря як в теплий, так і в холодний періоди року, зазвичай, вище температури зовнішнього повітря. Середній тиск повітря в приміщенні практично дорівнює тиску зовнішнього повітря, однак рівність тисків спостерігається в певній горизонтальній площині, що знаходиться приблизно посередині висоти приміщення і називається *площиною рівних тисків* (рис. 2.4). Тиск на рівні цієї площини можна прийняти рівним нулю.

Тоді тиски, що створюються стовпами висотою від центру нижніх відкритих отворів до площини рівних тисків, становлять всередині приміщення  $h_1\gamma_6$ , зовні  $h_1\gamma_3$ . Значить, на рівні центру нижніх отворів створюється розрідження  $H_1 = h_1(\gamma_3 - \gamma_6)$ , завдяки якому повітря надходить через нижні отвори в приміщення. На рівні центру верхніх отворів створюється тиск  $H_2 = h_2(\gamma_3 - \gamma_6)$ , що спричиняє рух повітря з приміщення назовні. Таким чином, завдяки різниці тисків у приміщенні відбувається повітрообмін. Тиск теплового напору  $H_m$  дорівнює:

$$H_m = H_1 + H_2 = h(\gamma_3 - \gamma_6), \quad (2.5)$$

де  $\gamma_3, \gamma_6$  — густина зовнішнього та внутрішнього повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $h$  - відстань між центрами нижніх та верхніх вентиляційних отворів,  $\text{м}$ .

Швидкість руху повітря у вентиляційному отворі розраховується за формулою:

$$g = \sqrt{\frac{2g\Delta H}{\gamma}}, \quad (2.6)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $9,8 \text{ м}/\text{с}^2$ ;  $\gamma$  – густина повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\Delta H$  – різниця тисків всередині будівлі та зовні,  $\text{кг}/\text{м}^2$ .

Об'єм повітря  $L$ , що надходить чи виходить через вентиляційний отвір становить:

$$L = \mu \cdot F \cdot \gamma \cdot 3600, \quad (2.7)$$

де  $F$  – площа вентиляційного отвору,  $\mu$  – коефіцієнт втрат, який залежить від конструкції стулок та кута їх розкриття.

Наведені формули є вірними лиш у випадку безвітряної погоди, або для будівель, що добре захищені від вітру. Якщо ж будівля обдувається вітром (рис. 2.3) то підвищений тиск (навітряна сторона будівлі) чи розрідження (підвітряна сторона) визначається за формулою:

$$H_g = \frac{Kv^2\gamma}{2g}, \quad (2.8)$$

де  $H_g$  – вітровий тиск чи розрідження,  $кгс/м^2$ ;  $K$  – аеродинамічний коефіцієнт, що залежить від конфігурації будівлі. Зазвичай приймають  $K = 0,7 - 0,85$  на навітряній стороні та  $0,3 - 0,5$  – на підвітряній.

Для збільшення природної тяги за рахунок енергії вітру над витяжними каналами встановлюють спеціальні насадки, які отримали назву дефлекторів (рис. 2.5).

Дія дефлектора базується на тому, що при його обтіканні вітром приблизно на  $5/7$  поверхні насадки утворюється розрідження, внаслідок чого у витяжному каналі збільшується тяга.

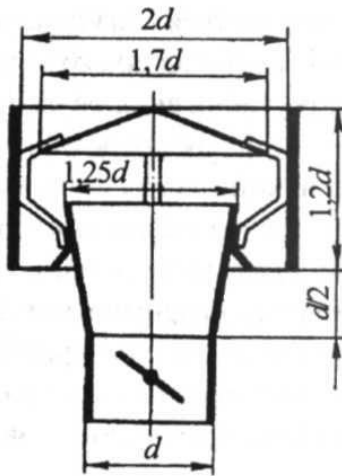


Рис. 2.5. До принципу дії дефлектора

Діаметр горловини (патрубка) дефлектора наближено визначають за формулою:

$$d = 0,0188\sqrt{L_g/0,4V_g}, \quad (2.6)$$



де  $L_g$  — продуктивність дефлектора,  $m^3/год$ ;  $V$  – швидкість вітру,  $m/c$ .

Дефлектори необхідно розташовувати на найвищих ділянках покрівлі, вище гребеня даху в зоні ефективної дії вітру.

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

### 2.4.3. ШТУЧНА ВЕНТИЛЯЦІЯ

Штучна (механічна) вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати тощо), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрязабір у найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами.

При штучній вентиляції повітрообмін здійснюється внаслідок різниці тисків, що створюється вентилятором. Вона застосовується в тих випадках, коли тепловиділення у виробничому приміщенні недостатні для постійного (протягом року) використання аерації, або коли кількість чи токсичність шкідливих речовин, які виділяються у повітря приміщення є такою, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища.

Механічна вентиляція може бути робочою або аварійною. Остання повинна передбачатися у виробничих приміщеннях, де можливе раптове надходження у повітря значної кількості шкідливих чи вибухонебезпечних речовин. Аварійна вентиляція повинна вмикатись автоматично у разі досягнення граничної концентрації небезпечних виділень і забезпечувати швидко їх вилучення із приміщення. Як правило, аварійна вентиляція

повинна забезпечувати 8 – 12-кратний повітрообмін за годину в приміщенні.

Робоча вентиляція може бути загальнообмінною, місцевою чи комбінованою.

#### **2.4.3.1. ЗАГАЛЬНООБМІННА ШТУЧНА ВЕНТИЛЯЦІЯ**

Загальнообмінна вентиляція забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони приміщення. Вона застосовується для видалення надлишкового тепла при відсутності токсичних виділень, а також у випадках, коли характер технологічного процесу та особливості виробничого устаткування виключають можливість використання місцевої витяжної вентиляції.

Розрізняють чотири основні схеми організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції: зверху вниз, зверху вверх, знизу вверх, знизу вниз (рис. 2.6).

Схеми зверху вниз (рис. 2.6, а) та зверху вверх (рис. 2.6, б) доцільно застосовувати у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру нижчу температури приміщення. Припливне повітря перш ніж досягти робочої зони нагрівається за рахунок повітря приміщення. Інші дві схеми (рис. 2.6, в та 2.6, г) рекомендується використовувати тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища за температуру внутрішнього повітря.

Якщо у виробничих приміщеннях виділяються гази та пари з густиною, що перевищує густину повітря (наприклад, пари кислот, бензину, гасу тощо), то загальнообмінна вентиляція повинна забезпечити видалення 60% повітря з нижньої зони приміщення та 40% – з верхньої. Якщо густина газів менша за густину повітря, то видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні.

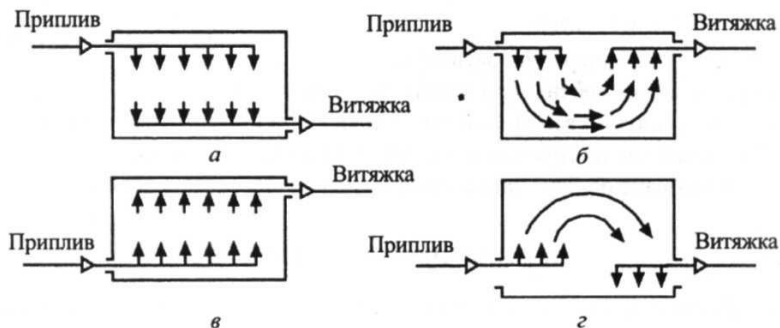


Рис. 2.6. Схема організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції

Загальнообмінна штучна вентиляція може бути припливною, витяжною чи припливно-витяжною.

**Припливна загальнообмінна вентиляція** забезпечує подачу чистого зовнішнього повітря у приміщення. При цьому видалення забрудненого повітря здійснюється через вентиляційні отвори, фрамуги, дефлектори. Даний вид механічної вентиляції застосовується у виробничих приміщеннях зі значним тепловиділенням і низькою концентрацією шкідливих речовин.

**Витяжна загальнообмінна вентиляція** застосовується у виробничих приміщеннях, в яких відсутні шкідливі речовини, а необхідна кратність повітрообміну є невеликою, а також у допоміжних, побутових та складських приміщеннях. Повітря після очищення необхідно викидати на висоті не менше ніж 1 м над гребенем даху. Забороняється робити викидні отвори безпосередньо у вікнах.

**Припливно-витяжна загальнообмінна вентиляція** застосовується у приміщеннях, в яких необхідно забезпечити підвищений та надійний повітрообмін. При цьому виді механічної вентиляції у виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих газів, парів, пилу

втяжка повинна бути на 10% більшою ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю.

В системі припливно-втяжної вентиляції можливе використання не лише зовнішнього повітря, але й повітря самих приміщень після його очищення. Таке повторне використання повітря приміщень називається *рециркуляцією* і здійснюється в холодний період року для економії тепла, що витрачається на підігрівання припливного повітря. Однак можливість рециркуляції обумовлюється цілою низкою санітарно-гігієнічних та протипожежних вимог.

#### **2.4.3.2. РОЗРАХУНОК ОБМІНУ ПОВІТРЯ ПРИ ЗАГАЛЬНООБ'ЄМНІЙ ВЕНТИЛЯЦІЇ**

Необхідний обмін повітря при загальнооб'ємній вентиляції може бути визначений різними методами в залежності від конкретних умов кожного приміщення:

*При нормальному мікрокліматі та відсутності шкідливих речовин або вмісті їх в межах норм* обмін повітря ( $m^3/z$ ) можна визначити за формулою

$$L = NL', \quad (2.7)$$

де  $N$  – число працюючих,  $L'$  – витрата повітря на одного працюючого, яка приймається в залежності від об'єму приміщення, що припадає на кожного працюючого.

У виробничих приміщеннях з об'ємом повітря на кожного працюючого не більше  $20 m^3$  витрата повітря на одного працюючого повинна бути не менше  $30 m^3/z$ , тобто  $L' \geq 30 m^3/z$ .

А в приміщення з об'ємом від  $20$  до  $40 m^3$  на одного працюючого –  $L' \geq 20 m^3/z$ .

В приміщеннях з об'ємом повітря на кожного працюючого не менше  $40 m^3$  та при наявності природної вентиляції (відкривання вікон та дверей) обмін повітря не розраховується.

В тих випадках, коли природна вентиляція відсутня, об'єм повітря на одного працюючого повинен складати не менше 60 м<sup>3</sup>.

***При виділенні шкідливих парів чи газів в приміщенні необхідний обмін повітря визначається, виходячи з їх розбавлення до допустимих концентрацій.***

Припустимо, що в приміщенні з внутрішнім об'ємом  $V$ , м<sup>3</sup>, виділяються шкідливі пари чи гази в кількості  $G$  мг/год. Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці в приміщенні повинно поступати й одночасно відводитися  $L$ , м<sup>3</sup>/год повітря. Припускаючи, що шкідливі речовини виділяються рівномірно по приміщенню та при тривалій роботі вентиляції зміна їх вмісту не відбувається, витрата повітря може бути визначена з умови балансу шкідливих речовин, які поступають в приміщення та тих, які з нього вилучаються:

$$G + Lq_{np} = Lq_e, \quad (2.8)$$

де  $q_{np}$  та  $q_e$  – концентрації шкідливих речовин в приточному та у відкачаному повітрі (мг/м<sup>3</sup>),  $L$  – об'єм приточного чи відкачаного повітря, і який буде дорівнювати:

$$L = \frac{G}{q_e - q_{np}}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (2.6)$$

Якщо зовнішнє повітря не мстить шкідливих речовин, тобто  $q_{np} = 0$ , то

$$L = \frac{G}{q_e}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (2.9)$$

Концентрація  $q_e$  не повинна перевищувати гранично допустиму концентрацію, тобто  $q_e \leq q_{ГДК}$  (навпаки – буде порушення санітарних норм), а концентрація  $q_{np}$  повинна бути по

можливості мінімальною (тоді необхідний обмін повітря буде відносно невеликим), за санітарними нормами  $q_{np} \leq 0.3 \cdot q_{ГДК}$ .

**При запобіганні надлишковому теплу обмін повітря визначається з умов асиміляції надлишків тепла.** Об'єм приточного повітря ( $m^3/год$ ) визначається згідно виразу:

$$L = \frac{Q_{надл}}{0.24 \rho_{np} (t_e - t_{np})}, \quad (2.10)$$

де 0.24 – теплоємність сухого повітря,  $ккал/кг \cdot град$ ;  $Q_{надл}$  – надлишкове тепловиділення,  $ккал/год$ , що визначається за формулою (2.2);  $t_e$  – температура вилученого повітря,  $^{\circ}C$ ;  $t_{np}$  – температура приточного повітря,  $^{\circ}C$ ;  $\rho_{np}$  – густина приточного повітря,  $кг/м^3$ .

Температура повітря, яке вилучається з приміщення, визначається за емпіричною формулою

$$t_e = t_{p3} + \Delta t(H - 2), \quad (2.11)$$

де  $t_{p3}$  – температура в робочій зоні, яка не повинна перевищувати допустиму по нормам температуру, тобто  $t_{p3} \leq t_{дон}$ ;  $\Delta t$  – температурний градієнт по висоті приміщення ( $\Delta t = 1-5^{\circ}C/м$ );  $H$  – відстань від підлоги до центра витяжних отворів,  $м$ ; 2 – висота робочої зони,  $м$ .

Температура приточного повітря при наявності надлишкового тепла повинна бути на  $5-8^{\circ}C$  нижче температури повітря в робочій зоні.

**При виділеннях вологи** об'єм приточного повітря в  $m^3/год$  визначається за формулою

$$L = \frac{G_{ВП}}{d_2 - d_1}, \quad (2.12)$$

де  $G_{ВП}$  – маса водяних парів, що виділяються в приміщенні,  $г/год$ ;  $d_2$ ,  $d_1$  – вміст вологи повітря, яке відповідно вилучається та нагнітається в приміщення,  $г/м^3$ .  $d_2$  визначається з санітарних норм на вологість повітря при певній температурі в приміщенні. При одночасному виділенні в приміщенні шкідливих речовин, тепла та вологи *приймається найбільша кількість повітря, яка знаходиться при розрахунках для кожного з видів виробничих виділень*.

В якості прикладу розрахунку необхідного обміну повітря при загаль-нооб'ємній вентиляції розв'яжемо задачу. В монтажному цеху об'ємом  $V = 8000 м^3$  проводиться пайка та лудіння м'яким припоєм ПОС-40. За 1 годину роботи витрачається 1 кг припою, в склад якого входить 0.6 кг свинцю. При пайці та лудінні випаровується 0.2% припою. Визначити кількість повітря, яке необхідно ввести в приміщення, щоби концентрація парів свинцю не перевищувала гранично допустиму. Вміст парів свинцю в зовнішньому повітрі рівний нулю.

Для розв'язування задачі використаємо другий метод, оскільки у нас у виробничому приміщенні виді-ляються шкідливі речовини.

Тобто використовуємо формулу  $G + Lq_{np} = Lq_в$ , де  $q_{np}$  та  $q_в$

Дано:  
 $V=8000 м^3$ ,  
 $m_{ПОС-40}=1 кг/год$ ,  
 $p=0,2\%$ ,  
 $q_{ГДК}(Pb)=0,01 мг/м^3$ .  
 -----  
 $L - ?$

– концентрація шкідливих речовин в при-точному та у відкачаному повітрі, а  $G$  кількість виділених в приміщенні шкідливих речовин за годину. Враховуючи, що в нашому випадку зовнішнє повітря не містить шкідливих речовин, тобто  $q_{np} = 0$ , тоді  $L = G/q_в$ ,

$$м^3/год \quad (2.13).$$

Причому згідно санітарних норм  $q_в \leq q_{ГДК}$ . Знайдемо

$$G = m_{pb} \cdot p = 0,6 кг \cdot 0,002 = 0,012 кг/год = 1,2 г/год = 1200 мг/год.$$

Тоді необхідний обмін повітря буде згідно (2.13)

$$L = \frac{1200}{0.01} = 12 \cdot 10^4 м^3/год.$$

Визначимо кратність обміну повітря в монтажному цеху за 1

годину роботи:  $K = \frac{L}{V} = \frac{120000}{8000} = 15 \text{ раз/год.}$  в цьому випадку мабуть краще використати місцеву витяжку.

#### 2.4.4. ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ

Очищення повітря від пилу може проводитися як при подачі зовнішнього повітря в приміщення, так і при вилученні з нього запиленого повітря. В першому випадку забезпечується *захист працюючих* у виробничих приміщеннях, а в другому – *захист оточуючого середовища*.

Універсальних пилезатримуючих пристроїв, придатних для довільних видів порошу та для довільних початкових концентрацій, не існує. Кожен з відомих пристроїв придатний для певного виду порошу, початкової концентрації та необхідної ступені очищення.

Важливим показником роботи знепилюючого устаткування є коефіцієнт очищення повітря, який визначається за формулою

$$K_{\text{эф}} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} \cdot 100\%, \quad (2.14)$$

де  $q_1$  та  $q_2$  вміст порошу до і після очищення в  $\text{мг/м}^3$ .

*Очищення повітря від порошу може бути грубим, середнім та тонким.*

*При грубому очищенні повітря затримується крупний пил з розміром частинок  $> 100 \text{ мкм}$ . Таке очищення використовують як попереднє для сильно заповненого повітря при багатоступінчатому очищенні.*

*При середньому очищенні затримується порошок з розміром частинок до  $100 \text{ мкм}$ , а його кінцевий вміст не повинен перевищувати  $100 \text{ мг/м}^3$ .*



Тонким є таке очищення, при якому затримується дуже дрібний пи́л (до 10 мкм) та з кінцевим вмістом пи́лу в повітрі до 1 мг/м<sup>3</sup>. Зенпилююче обладнання поділяється на пилеуловлювачі та фільтри.

**Пилеуловлювачі** – це устаткування, дія якого базується на використанні для осідання частинок пи́лу сил тяжіння або інерційних сил, які відокремлюють пи́л від повітряного потоку при зміні швидкості (що використовується в пилеосадочних камерах) і напрямку його руху (циклони, інерційні та ротаційні пилеуловлювачі).

Пилеуловлювачі використовують при вмісті пи́лу у вилучаємому повітрі більше 150 мг/м<sup>3</sup>.

а) **Пилеосадочні камери.** Ці камери використовують для осадження крупного та важкого пи́лу з розміром часток більше ніж 100 мкм.

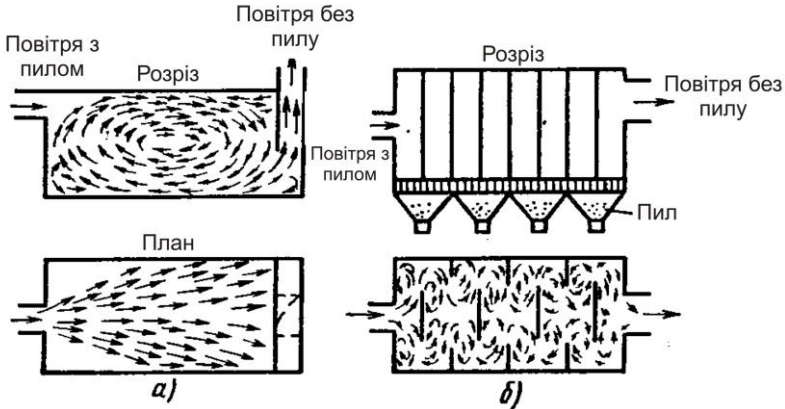


Рис. 2.7. Пилеосадочні камери: а – звичайна, б – лабіринтного типу

Потік запиленого повітря потрапляє у великий об'єм камери (рис. 2.7, а) і різко втрачає свою швидкість. Швидкість запиленого повітря в поперечному перерізі камери приймається невеликою (до 0.5 м/сек) для того, щоби пи́л встиг осісти в камері раніше, ніж він залишить її. Тому розміри камери

отримуються досить значні, що обмежує їх використання, не дивлячись на очевидні переваги – малий гідравлічний опір, дешева експлуатація та простий догляд.  $K_{\text{эф}} \sim 70\%$ .

Ефективність очищення можна підвищити до 80-90%, якщо камеру зробити лабіринтного типу (рис. 2.2, б), хоч це і призводить до збільшення гідравлічного опору.

#### б) Інерційні пилеуловлювачі.

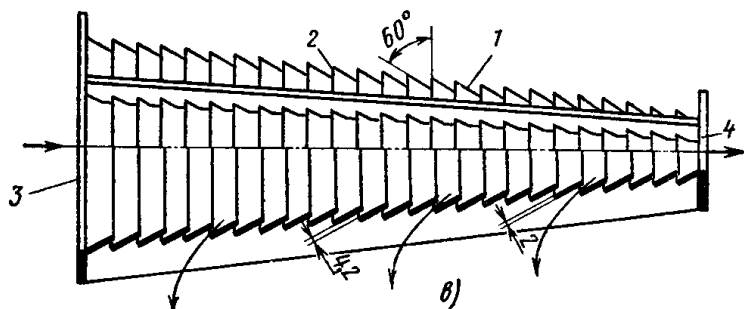


Рис. 2.8. Інерційний пилеуловлювач

Такий пилеуловлювач представляє собою набір усічених конусів 1 (рис. 2.8), які встановлені один в один таким чином, що між ними утворюються щілини 2. Запилене повітря поступає через отвір 3. Пилевідділення ґрунтоване на зміні напрямку руху запиленого повітря, при цьому завислі частинки пилу, які мають значно більшу силу інерції ніж чисте повітря, продовжують рухатися в тому самому осьовому напрямку до вузького отвору 4, а чисте повітря виходить через щілини 2.

в) Циклони. Їх використовують для грубого та середнього очищення повітря від сухого не волокнистого та незлипаючогося, пилу.

Пилевідділення ґрунтоване на принципі відцентрової сепарації. Попадаючи в циклон по дотичній через вхідний патрубков 1 (рис. 2.9), запилений повітряний потік набуває обертального руху по спіралі. Під дією відцентрових сил частинки пилу відкидаються

до стінок циклону та захоплені повітряним потоком осідають на дно в пилезбірник.

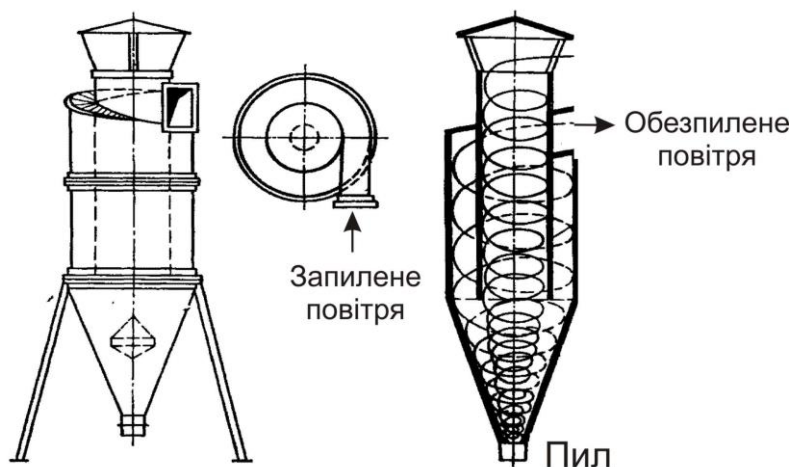


Рис. 2.9. Циклон

Ефективність очищення зростає до 90% при зменшенні розмірів циклона, оскільки в цьому випадку збільшується відцентрова сила. Тому замість одного циклона великого розміру для забезпечення того ж гідравлічного опору встановлюють паралельно два чи більше циклонів меншого діаметру.

Через можливе samozапалення та вибух пилу в циклонах їх встановлюють зовні виробничих приміщень.

Для очищення повітря з великим вмістом пилу використовують циклони з водяною стікаючою плівкою, яка створюється на його внутрішній поверхні.

г) **Ротаційні пилеуловлювачі (ротоклони).** Ці пилеуловлювачі представляють собою центробіжний вентилятор (рис. 2.10), який одночасно з переміщенням повітря очищує його від частинок пилу з розміром  $>10$  мкм завдяки силам інерції та силам Коріоліса, що виникають при обертанні робочого колеса вентилятора.

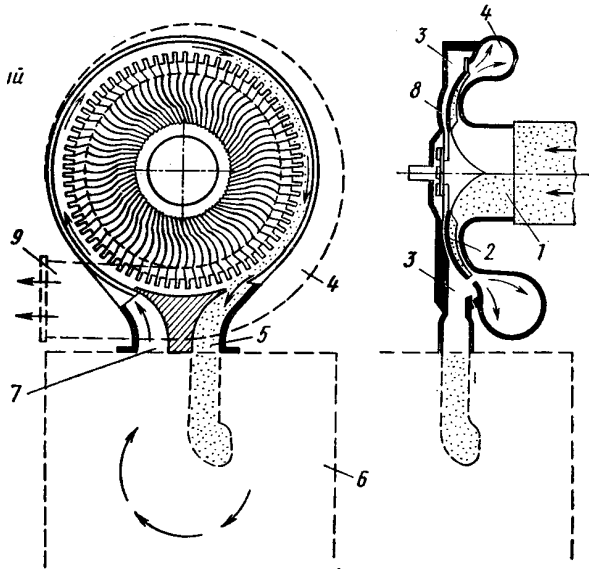


Рис. 2.10. Ротаційний пилевловлювач

Запилене повітря поступає у всмоктувальний отвір 1. При обертанні колеса 2 суміш пилу з повітрям рухається по міжлопаточним каналам колеса при цьому частинки пилу під дією відцентрових сил і сил Кориоліса притискуються до поверхні диску колеса та до набігаючих сторін лопаток колеса. Пил з дуже невеликою кількістю повітря (3-5%) поступає через проміжок 8 між колесом 2 та диском колеса у кільцеподібний приймач 3, а очищене повітря – в завиток 4 та вихідний патрубок 9. Збагачена пилом суміш через патрубок 5 поступає в бункер 6, в якому пил осідає, а повітря, що звільнилося від нього, через отвір 7 знову повертається в пилеприймач 3. У бункері 6 пил зволожується.

Ротоклони забезпечують порівняно високу ефективність очищення: для частинок пилу від 8 до 20 мкм – 83%, а для крупніших до 97%.

**Фільтри** – це устаткування, в якому запилене повітря пропускається через пористі, сітчасті матеріали, а також через конструкції, здатні затримувати чи осаджувати пил.

В якості фільтруючих матеріалів використовують скловату, гравій, кокс, металеву стружку, пористий папір чи тканину, тонку металеву сітку, фарфорові кільця та інше. В залежності від матеріалу, який використовується, або від принципу дії фільтри мають відповідну назву – матерчасті, паперові, електричні, ультразвукові тощо.

а) **Паперові фільтри.** Фільтруючим матеріалом в них є гофрований пористий папір складений в 4-10 шарів та закладений в спеціальні касети. Ефективність очищення паперовими фільтрами дуже велика 98-99%. Для того, щоб касети періодично звільнялися від пилу, який осів, фільтри час від часу струшують, витрясаючи з них пил.

Прикладом можуть слугувати паперові фільтри, що використовуються для очищення нагнітаемого в двигуни автомобілів повітря.

б) **Тканинні фільтри.** Розглянемо рукавний самострушуючий фільтр типу ФВ зі зворотною продувкою.

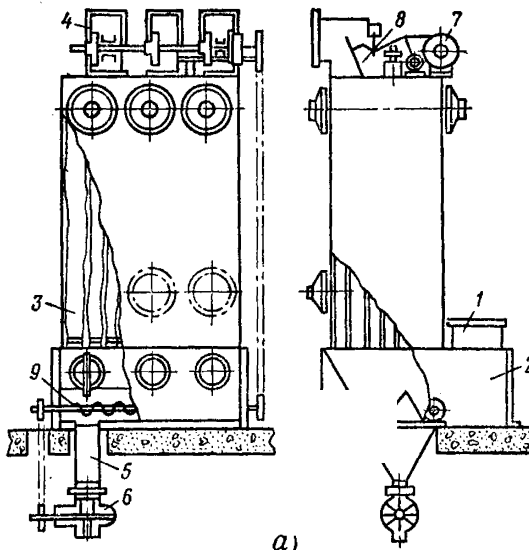


Рис. 2.11. Тканинний рукавний самострушуєий фільтр

Він складається з кількох секцій одна з яких показана на рис. 2.11. В кожній з секцій розміщено по 18 рукавів 3 з діаметром 135 мм. Запилене повітря через патрубок 1 подається в корпус 2, загальний для всіх рукавів, звідки потрапляє в рукави 3 і, проходячи через тканину останніх, на їх поверхні залишає пил. Очищене повітря виходить через патрубок 4.

Періодичне струшування рукавів фільтру проводиться механізмом 7, при цьому проводиться зворотна продувка при відкритому клапані 6.

Для тонкого та практично повного очищення повітря ( $K_{\text{ef}} = 99.9\%$ ) використовується фільтруючий матеріал з тканини марки ФПП.

в) **Електричні фільтри.** Їх використовують для очищення повітря чи газу від дрібнодисперсного пилу. Робота електричного фільтру базується на створенні сильного електричного поля за допомогою випрямленого струму високої напруги (50-100 кВ), яка підводиться до коронуючих електродів (рис. 2.12).

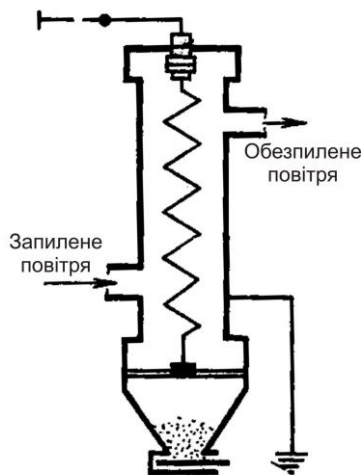


Рис. 2.12 Електричний фільтр

При проходженні запиленого повітря через фільтр відбувається іонізація частинок пилу: частинки пилу отримують заряд від від'ємного коронуючого електроду і прагнуть осісти на додатному електроді, яким є заземлені стінки фільтру та спеціальні осадочні електроди. Ці електроди періодично струшуються. Осівший пил збирається в бункері.

г) **Ультразвуковий фільтр.** В таких фільтрах (рис. 2.13), які використовуються для тонкого очищення, під впливом ультразвуку високої інтенсивності відбувається коагуляція, тобто злипання, укрупнення найдрібніших частинок пилу. Отримані укрупнені частинки осаджуються потім в звичайних пилевловлювачах, наприклад в циклонах.

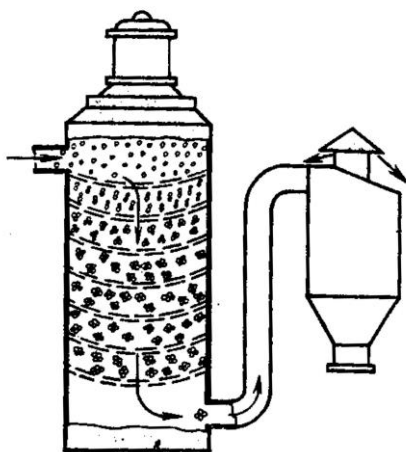


Рис. 2.13 Ультразвуковий фільтр

Ефективність очищення  $\sim 90\%$  при дії ультра звуку на протязі 3-5 с.

д) **Масляні фільтри.** Такі фільтри використовують для очищення повітря, яке нагнітають в приміщення при малих концентраціях пилу (до  $20 \text{ мг/м}^3$ ). Приклад конструкції такого фільтру, який використовується в купейних вагонах, показано

на рис. 2.9: касета, яка являє собою прямокутну раму, обтягнута сіткою і заповнена гофрованими сітками. Ця касета перед встановленням в систему опускається у веретенне чи вазелінове мастило. Частинки пилу, проходячи з повітрям через лабіринт отворів, утворених сітками, затримуються на їх змочених поверхнях. Ефективність очищення 95-98%. При забрудненні масляних фільтрів їх промивають в содовому розчині.

В останній час широке поширення отримали самоочисні масляні фільтри (рис. 2.15). Фільтрація здійснюється двома полотнами з металеві сітки 2 які неперервно рухаються. Нижня частина полотна приблизно на 150 мм занурена в мастило, яке знаходиться у ванні 1.

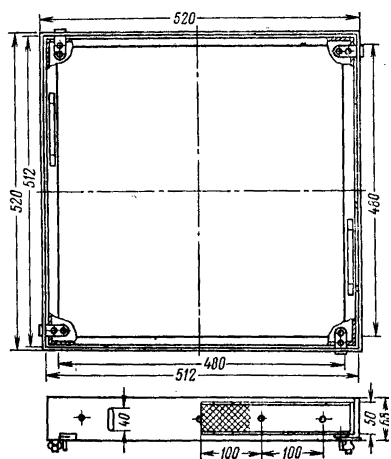


Рис. 2.14. Масляний касетний фільтр

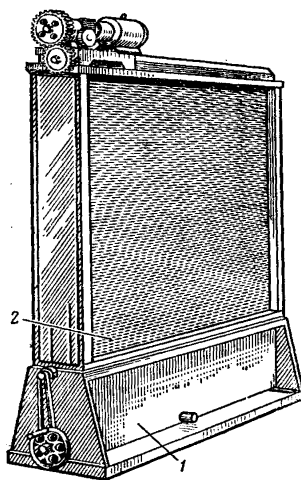


Рис. 2.15. Самоочисний масляний фільтр

Якщо необхідна ефективність очищення повітря досягається в одному пилеуловлювачі чи фільтрі, то таке очищення називається одноступінчатим. При великій початковій запиленості повітря для отримання необхідної чистоти використовують двоступінчаті чи багатоступінчаті очищення.



Наприклад, спочатку повітря очищають в циклоні, а потім в тканинному фільтрі.

#### **2.4.5. КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНА АПАРАТУРА**

**Вимірювання температури повітря.** Температура повітря у виробничих приміщеннях не є постійною величиною в усьому об'ємі приміщення, тому виміри проводять в кількох точках приміщення на робочих місцях в різний час на висоті 1.3-1.5 м від підлоги і не ближче 1 м від нагрівальних приладів та інших джерел тепла, а також від зовнішніх стін. При вимірах температури вище 0 °С використовують *ртутні термометри*, а при менших – *спиртові*.

**Вимірювання вологості повітря.** Відносна вологість повітря визначається за допомогою *психометрів*. Найпростіший з них (*психометр Августа*) складається з двох термометрів – сухого та вологого. Резервуар із ртуттю вологого термометра обгорнутий клаптиком марлі чи батисту, кінець якого занурений в ємність з водою. У цього термометра температура нижче ніж у сухого, оскільки вода, випаровуючись, віднімає теплоту. По різниці температур із відповідних таблиць визначають вологість повітря.

Для неперервного запису замірів вологості повітря використовують *гігрографи*, наприклад, волосяний.

**Виміри швидкості руху повітря.** Для визначення швидкості руху повітря від 0.4 до 10 м/с застосовують *крильчасті анемометри*, а для швидкостей повітря від 1 до 35 м/с – *чашечні анемометри*.

Крильчастий анемометр складається з колеса з алюмінієвими крильчатками, розташованими під кутом 45° до площини, що перпендикулярна до осі колеса. Під дією потоку повітря, що проходить через колесо, останнє обертається. Вісь колеса з'єднана з лічильником обертів, який проградуєвано в одиницях швидкості.

В чашечному анемометрі крильчатка замінена чашечками.

### **Вимірювання інтенсивності теплового випромінювання.**

Інтенсивність теплового випромінювання вимірюється *актинометрами*, дія яких полягає в поглинанні променистої енергії та перетворенні її в теплову енергію, кількість якої реєструється тим чи іншим способом.

### **Вимірювання забруднення повітря пилом, парами, газами та шкідливими речовинами.**

Для контролю вмісту шкідливих речовин в повітрі застосовують наступні методи: *лабораторні та експресно-індикаторні*.

*Лабораторні методи* – це такі, як *калориметричний, нефелометричний, спектральний, атомно-абсорбційний* та інші. Суть лабораторних методів: відбирається проба повітря на виробництві, а її аналіз проводиться в лабораторних умовах.

В ряді випадків необхідно швидке рішення питання про ступінь забруднення повітряного середовища. З цією метою розроблені кольорові реакції. Твердий носій, наприклад, силікагель або вату, розташовану в скляній трубці, змочують високочутливою індикаторною рідиною. Через трубочку пропускають певний об'єм повітря. При наявності в повітрі якоїсь шкідливої речовини змочений твердий носій забарвиться у відповідний колір. А по інтенсивності забарвлення, яке порівнюється із відповідною шкалою кольорів, судять про її концентрацію.

Для відбору проб повітря та визначення вмісту шкідливих речовин використовують універсальні газоаналізатори (УГ).

*Індикаційні методи* аналізу використовують для виявлення надзвичайно небезпечних речовин (ртуті, ціаністих сполук та інших). З їх допомогою можна швидко робити *якісний (за кольором)* і в певній мірі *кількісний аналіз (по інтенсивності забарвлення)*.

Основним методом оцінки заповиленості повітря виробничих приміщень є *ваговий метод* в поєднанні з визначенням розмірів частинок (дисперсності) порошку за допомогою мікроскопа. Ваговий метод заснований на принципі одержання доважка при пропусканні через фільтр повітря певного об'єму. В якості фільтру використовують мембрану з тканини типу ФПП.

## ЛАБОРОТОРНА РОБОТА № 3

### ТЕМА : ОЦІНКА ЯКОСТІ Й ПОКРАЩЕННЯ ПОВІТРЯ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

**МЕТА РОБОТИ:** провести теоретичний розрахунок параметрів якості повітря для різних випадків його забруднення, як шкідливими речовинами так і в наслідок виробничого процесу. Використовуючи методи розрахунку очистки (вентиляції) повітря загально об'ємним способом.

#### ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ:

1. Визначити необхідний повітрообмін і його кратність у приміщенні, розміром  $A \times B \times H$  (м) (об'єм, що займають меблі й шафи  $V_m$  (%)), якщо відомо, що в приміщенні виділяється шкідлива речовина (ШР) кількістю  $G$  (г/год). Концентрація ШР в робочій зоні  $q$ , мг/м<sup>3</sup>, концентрація ШР в повітрі, що подається в приміщення  $q_0$ , мг/м<sup>3</sup>. ГДК ШР відповідно до ГОСТ 12.1.005-88\*  $q_{ГДК}$ , мг/м<sup>3</sup>. Провести аналогічний розрахунок за кратністю обміну повітря.
2. Для цих же умов розрахувати необхідний повітрообмін і його кратність, якщо місцевими відсмоктувачами відбирається з робочої зони  $L_m$  (м<sup>3</sup>/год) повітря, яке містить  $q_m$  (мг/м<sup>3</sup>) ШР. Порівняти результати розрахунку з попередніми даними.
3. Для цього ж приміщення розрахувати найменшу необхідну кількість повітря для вентиляції та кратність повітрообміну, якщо в приміщенні відсутні джерела виділення шкідливих речовин і працюють одночасно  $N$  людей. (Дані для розрахунків вибирають у табл. 4.1.)

#### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДО РОБОТИ

На стан повітряного середовища виробничих приміщень суттєво впливає наявність та кількість забруднюючих шкідливих речовин (пилу, хімічних речовин), що виділяються при проведенні різних ремонтно-експлуатаційних операцій в трамвайних і тролейбусних депо (наприклад, зварювання, просочення ізоляції, робота в акумуляторній майстерні й ін.).

Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітряному середовищі виробничих приміщень регламентується ГОСТ 12.1.005-88\* «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» та СН 245-71 (ДНАОП 0.03-3.01-71) «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».

Регулювання мікрокліматичних умов і концентрації шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень депо може здійснюватися різноманітними засобами, у тому числі шляхом вентиляції.

Вентиляцією називають організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу замість нього свіжого.

За способом переміщення повітря розрізняють системи природної й механічної вентиляції. Якщо система механічної вентиляції призначена лише для подачі повітря, то вона має назву припливної; якщо ж вона призначена для видалення повітря – витяжною. Також можлива організація повітрообміну з одночасною подачею і видаленням повітря – припливно-витяжна вентиляція.

За місцем дії вентиляція буває загальнообмінною і місцевою.

При проведенні розрахунків та проектуванні вентиляції необхідно дотримуватися ряду вимог:

1) обсяг припливу повітря в приміщення повинен відповідати обсягу повітря, що видаляється з приміщення. Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10-15 %;

2) при організації повітрообміну необхідно подавати свіже повітря в ті частини приміщення, де концентрація шкідливих речовин мінімальна, а видаляти повітря необхідно з найбільш забруднених зон;

3) система вентиляції не повинна створювати додаткові шкідливі й небезпечні фактори (перегрів, переохолодження, шум, вібрація, пожежовибухонебезпека).

Розрахунок загальнообмінної вентиляції здійснюють за такими чинниками: шкідливі речовини, надлишки теплоти, надлишки вологи, за кількістю працюючих. Якщо в приміщенні мають місце одночасно декілька шкідливих чинників,

розрахунок ведуть за кожним із них і більше з отриманих значень приймають за розрахункове.

Необхідний об'єм повітря для розбавлення шкідливих речовин до допустимих концентрацій згідно ГОСТ 12.1.005-88\* розраховують за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$L_{ш} = \frac{k \cdot G}{q - q_0}, \quad (1)$$

де  $k$  – коефіцієнт нерівномірності розподілу шкідливої речовини у приміщенні (приймається 1,2÷2,0 залежно від висоти приміщення й особливостей технологічних процесів);

$G$  – кількість шкідливої речовини, що виділяється в приміщенні за годину, мг/год;

$q$  – концентрація шкідливої речовини в повітрі, яке видаляється ( $\leq$  ГДК), мг/м<sup>3</sup>;

$q_0$  – концентрація шкідливої речовини в повітрі, яка потрапляє у приміщення ( $\leq$ 0,3 ГДК), мг/м<sup>3</sup>.

За наявності місцевої вентиляції необхідну кількість повітря визначають за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$L_{ш} = L_M + \frac{k \cdot G - L_M (q_M - q_0)}{q - q_0}, \quad (2)$$

де  $L_M$  – кількість повітря, що видаляє з приміщення місцева вентиляція, м<sup>3</sup>/год;  $q_M$  – концентрація шкідливих речовин у повітрі, які видаляє з робочої зони місцева вентиляція, мг/м<sup>3</sup>;

При одночасному надходженні у повітря приміщення кількох шкідливих речовин односпрямованої дії, об'єми повітря, необхідні для розбавлення кожної речовини окремо, сумують, а при речовинах різноспрямованої дії – допускається приймати найбільший об'єм повітря з розрахованих. Іноді якість вентиляції оцінюють за показником кратності повітрообміну, 1/год:

$$K = \frac{L}{V}, \quad (3)$$

де  $V$  – вільний об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ .

Показник кратності повітрообміну показує, скільки разів за годину повітря у приміщенні повністю замінюється свіжим.

Розрахунок повітрообміну за його кратністю ведуть таким чином. Спочатку визначають, скільки шкідливої речовини надходить у повітря приміщення й фактичну її концентрацію, що утворюється у приміщенні протягом однієї години  $q_{\phi}$ ,  $\text{мг}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$ :

$$q_{\phi} = \frac{G}{V}, \quad (4)$$

де  $G$  – фактичне надходження шкідливої речовини у повітря приміщення за годину,  $\text{мг}/\text{год}$ .

Потім визначають значення  $K$ ,  $1/\text{год}$ , за яким шкідлива речовина буде розбавлена до допустимої концентрації:

$$K = \frac{q_{\phi}}{q_{\text{ГДК}}}, \quad (5)$$

де  $q_{\text{ГДК}}$  – ГДК шкідливої речовини у повітрі робочої зони,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Необхідну кількість повітря,  $\text{м}^3/\text{год}$ , для видалення надлишків шкідливої речовини визначають за формулою:

$$L_K = K \cdot V. \quad (6)$$

Для виробничих приміщень, у яких внаслідок технологічних процесів не виділяються шкідливі речовини (наприклад, адміністративні приміщення трамвайних та тролейбусних депо), необхідну кількість повітря для вентиляції,  $\text{м}^3/\text{год}$ , визначають з урахуванням кількості працівників за формулою:

$$L_N = N \cdot L_I, \quad (7)$$

де  $N$  – кількість працівників у даному виробничому приміщенні;

$L_I$  – нормативна кількість повітря на одного працівника,  $\text{м}^3/(\text{год.люд.})$ , яка залежить від питомого об'єму приміщення  $V_n$ ,  $\text{м}^3/\text{люд.}$ :

$$V_n = \frac{V}{N}, \quad (8)$$

де  $V$  – вільний об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ .

Якщо  $V_n \leq 20 \text{ м}^3/\text{люд.}$ , то  $L_I \geq 30 \text{ м}^3/(\text{год.люд.})$ , а якщо  $V_n > 20 \text{ м}^3/\text{люд.}$ , то  $L_I \geq 20 \text{ м}^3/(\text{год.люд.})$ .

Таблиця 1

Варіанти розрахункових даних для лабораторної роботи

Варі- ант	A	B	H	V <sub>m</sub>	Шкідува речовина	G	q	q <sub>0</sub>	L <sub>m</sub>	q <sub>к</sub>	N
1	20	15	3	15	авіак	80	8	0,5	1000	15	8
2	20	20	2,5	18	авітон	65	7	0,45	1300	14	10
3	18	14	3,2	20	бензин паливний	78	10	0,38	1200	13,2	9
4	24	18	3,3	17	керосин	69	9,3	0,25	1100	10	11
5	25	17	3	16	уайт-спирит	104	11	0,53	1500	12,4	12
6	21	14	2,8	25	окис вуглецю	95	10,7	0,61	1600	11,8	7
7	22	15	3,1	20	окис алюмінію	111	11,1	0,71	1800	16,4	15
8	17	14	2,8	17	целент	88	8,8	0,88	1900	18,8	13
9	14	8	2,9	20	окис цинку	99	9,9	0,99	2000	19,9	5
10	16	14	3	25	толуол	124	13,2	0,48	2300	20,6	6
11	23	17	3,1	18	авіак	138	14,7	0,64	2400	19,4	14
12	26	13	3,2	20	авітон	117	15,8	0,56	2510	18,6	16
13	30	15	3,1	25	бензин паливний	129	16	0,7	2600	20,1	20
14	28	17	2,8	24	керосин	140	18	0,68	2560	17,4	18
15	25	10	2,9	30	уайт-спирит	132	19,4	0,52	2420	18,1	17
16	29	19	3	28	окис вуглецю	124	16,3	0,72	2350	16,8	19
17	35	20	2,8	15	окис алюмінію	127	17,1	0,53	2620	21,8	21
18	32	18	3,1	20	целент	134	15,2	0,41	2730	19,7	22
19	31	22	3,3	22	окис цинку	90	13,2	0,68	1950	15,4	23
20	27	16	3,1	16	толуол	110	17,3	0,75	2150	16,7	15



## **ПРОТОКОЛ ЗВІТУ МІСТИТЬ**

1. Назву, мету, завдання до роботи.
2. Основні терміни та визначення з теми.
3. Розрахунки характеристик параметрів повітря та виробничого приміщення.
4. Порівняльний аналіз характеристик повітря з діючими нормами безпеки праці.
5. Результати розрахунків для моделювання забруднення шкідливими речовинами .

## **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРА**

1. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник. – Вид. 5-е, доп. – Львів: Афіша, 2002. – 350 с.
2. Бедрій Я. І., Джигирей В. С, Кидасюк А. І. та ін. Охорона праці: Навчальний посібник. – Львів: ПТВФ «Афіша», 1997.-258 с.
3. Безопасность производственных процессов: Справочник / Под общей ред. Белова С. В. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
4. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці. –К.: Каравела, 2004. – 408 с.
5. Гогіташвілі Г. Г. Системи управління охороною праці: Навч. посібник. – Львів.: Афіша, 2002. – 320 с.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Охарактеризуйте призначення та проведіть класифікацію систем вентиляції із коротким аналізом кожної з них.
2. Які основні види природної вентиляції Вам відомі? Яким чином визначається тиск теплового напору для природної вентиляції?
3. Яким чином здійснюється розрахунок обміну повітря при загальнооб'ємній штучній вентиляції у випадку нормального мікроклімату та у випадку виділення надлишкового тепла в приміщенні?
4. Яким чином здійснюється розрахунок обміну повітря при загальнооб'ємній штучній вентиляції у випадку виділення шкідливих парів чи газів (речовин) та у випадку виділенні вологи в приміщенні?
5. Які основні види пилеуловлювачів Вам відомі? Здійсніть детальний аналіз принципів роботи кожного з них.

6. Які речовини вважаються шкідливими? За якими ознаками і яким чином класифікуються хімічно небезпечні речовини за ступенем впливу на організм людини?
7. Що таке гранично допустима концентрація шкідливих речовин та яким чином вона повинна співвідноситись при одночасному вмісті в повітрі робочої зони кількох шкідливих речовин однонаправленого впливу з їх фактичними концентраціями?
8. На яких фізичних принципах базується робота пилевловлювачів? Від чого залежить ефективність роботи ротаційних пилеуловлювачів (ротоклонів), яка їх будова та принцип роботи?
9. Що включає в себе правильна організація робочого місця?

### 3. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

#### 3.1. ДІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Проходячи через організм людини, електричний струм виконує:

- термічну;
- електролітичну;
- біологічну;
- динамічну дії.

*Термічна дія* виражається в опіках окремих ділянок тіла і нагріві кровоносних судин, нервів і т.п.

*Електролітична дія* виражається в розкладанні крові і других органічних рідин, що призводить до значного порушення їх фізико-хімічного складу.

*Біологічна дія* являється особливим специфічним процесом, властивим лише живій тканині. Вона виражається в подразненні живих тканин організму, що супроводжується невимушеними судорожними скороченнями м'язів, в тому числі м'язів серця та легенів.

*Динамічна дія* струму виражається в розшаруванні, розриві та інших подібних пошкодженнях різних тканин організму (м'язових тканин, стінок кровоносних судин, бронхів тканини легенів і т.п.) в результаті електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пару від перегрітої струмом тканинної рідини і крові.

Вся різноманітна дія електричного струму приводить до двох видів ураження: електричних травм і електричних ударів.

*Електричні травми* – це чітко виражені місцеві пошкодження тканини організму, викликані дією електричного струму або електричної дуги. Розрізняють наступні електричні травми: електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри та механічні пошкодження.

**Електричні опіки** можуть виникати як наслідок перетворення енергії електричного струму в теплову і в цьому випадку являються порівняно легкими травмами (почервоніння шкіри, утворення пухирців). Опіки, викликані електричною дугою, носять, як правило, тяжкий характер (омертвіння ураженої ділянки шкіри і обвуглення тканин).

**Електричні знаки** – це чітко накреслені плями сірого або світло-жовтого кольору діаметром 1-5 мм на поверхні шкіри людини, яка зазнала дії струму. Вони без больові і піддаються лікуванню.

**Металізація шкіри** – це проникнення в верхні шари шкіри малесеньких частинок металу, що розплавляється під дією електричної дуги.

**Механічні пошкодження** являються наслідком різких невимушених судорожних скорочень м'язів під дією струму, що проходить через людину. В результаті можуть відбутися розриви шкіри, кровоносних судин і нервової тканини, а також вивихи суглобів і навіть переломи кісток.

**Електричний удар** – це збудження живих тканин організму проходячим через нього електричним струмом, що супроводжується невимушеними судорожними скороченнями м'язів.

Розрізняють наступні чотири ступені ударів:

1. судорожне скорочення м'язів без втрати свідомості;
2. судорожне скорочення м'язів з втратою свідомості, але із збереженням дихання і роботою серця;
3. втрата свідомості та порушення серцевої діяльності або дихання (або того і другого разом взятих);
4. клінічна смерть, тобто відсутність дихання і кровообігу.

**Клінічна смерть** (уявна) – перехідний процес від життя до смерті, що настає з моменту закінчення діяльності серця і легенів. Під час клінічної смерті ще у всіх тканинах продовжуються обмінні процеси, хоча і на дуже низькому рівні,

але достатньому для підтримання мінімальної життєздатності. Першими починають гинути клітини кори головного мозку від кисневого голоду. Тому тривалість клінічної смерті визначається часом з моменту припинення діяльності серця і дихання до початку загибелі клітин кори головного мозку; в більшості випадків вона складає 4-5 хвилин, а при загибелі здорової людини від випадкової причини, наприклад, від електричного струму – 7-8 хвилин.

### **3.2. ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ НЕБЕЗПЕКУ УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ**

Кінцевий результат дії електричного струму на людський організм залежить від цілого ряду факторів:

- електричного опору тіла людини;
- прикладеної напруги;
- величини та тривалості протікання струму;
- роду і частоти струму;
- індивідуальних особливостей людини;
- умов зовнішнього середовища.

Коротко опишемо кожний з них:

1) **Електричний опір людини** складається із опору шкіри і внутрішніх тканин. Верхній шар шкіри (епідерміс товщиною ~ 0,2 мм) володіє значним опором від 2000 Ом до 2 МОм, внутрішні тканини лише – 300-500 Ом, причому їх опір залежить від стану шкіри. Середній опір тіла людини, який приймається при технічних розрахунках – 1000 Ом.

2) **З підвищенням напруги**, прикладеної до тіла людини (50 В і вище), можливий пробій ороговілого шару шкіри, що приводить до різкого зменшення опору людини. Згідно СНІП пониженою називається напруга 42 В і менше.

3) **Величина струму**, що проходить через тіло людини, являється основним фактором, що визначає степінь ураження.

а) 0,6-1,5 мА (при  $f = 50$  Гц) – пороговий відчутний струм;

б) 10-15 мА – пороговий невідпускаючий;

в) 20-25 мА – дія струму розповсюджується на м'язи грудей, що приводить до затруднення дихання або припинення дихання. При дії такого струму більш, ніж 3-4 хвилини може наступити смерть внаслідок припинення роботи легенів;

г) 100 мА – струм здійснює безпосередню дію на м'язи серця, викликає зупинення серця або його фібриляцію, тобто швидке, хаотичне скорочення волокон серцевого м'яза (фібрила), в результаті припиняється кровообіг – настає смерть.

Тривалість протікання струму через тіло людини впливає на результат ураження внаслідок того, що з часом різко зростає струм за рахунок зменшення опору тіла та накопичення негативних наслідків дії струму на організм. Опір тіла людини зменшується за рахунок місцевого нагріву шкіри, що в свою чергу підвищує потовиділення.

4) **Рід і частота струму** також суттєво впливають на степінь ураження. Найбільш небезпечним для ураження є змінний струм з частотою від 20 до 1000 Гц. Постійний струм менш небезпечний. При постійному струмі пороговий відчутний струм підвищується до 6-7 мА, а пороговий невідпускаючий до 50-70 мА. Змінний струм більш небезпечний за постійний, але це характерно для напруг до 300 В, а при більших напругах дуже небезпечним є як змінний струм, так і постійний струм.

5) **Індивідуальні особливості людини** – стан здоров'я, підготовленість до роботи, стан нервової системи – мають велике значення на результат ураження електричним струмом. Підвищеним сприйняттям до дії електричного струму володіють люди, які страдають хворобами шкіри, серцево-судинної і нервової системи, легенів і т.д. Тому до роботи з електричними установками допускаються люди, які пройшли медичний огляд і спеціальне навчання.

6) **Умови зовнішнього середовища** суттєво впливають на опір тіла людини, а тому і на ступінь ураження електричним струмом.

Згідно правил улаштування електроустановок (ПУЕ) всі приміщення діляться за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом на три класи (або категорії):

1. **Приміщення без підвищеної небезпеки** – це сухі, безпилні приміщення з нормальною температурою повітря та ізолюючою (наприклад, дерев'яною) підлогою, тобто приміщення, в яких відсутні умови, властиві приміщенням з підвищеною небезпекою і особливо небезпечним приміщенням.
2. **Приміщення з підвищеною небезпекою** характеризуються наявністю однієї із наступних ознак: сирістю, коли відносна вологість перевищує 75%; високою температурою повітря, яка перевищує +35<sup>0</sup>С; струмопровідного типу; струмопровідної підлоги (залізна, земляна, залізобетонна, цегляна і т.д.); можливості одночасного торкання людиною до металоконструкцій будівлі, технологічних апаратів і механізмів, які мають з'єднання з землею з одного боку, і до металічних корпусів електрообладнання – з іншого.
3. **Особливо небезпечні приміщення** характеризуються наявністю однієї із трьох умов: особливої сирості, коли відносна вологість повітря близька до 100%; хімічно активного середовища, коли складові парів або утворювані відкладення діють руйнуюче на ізоляцію і струмоведучі частини електрообладнання; двох або більше ознак одночасно, властивих приміщенням з підвищеною небезпекою.

### **3.3. ПЕРША ДОПОМОГА ЛЮДИНІ, УРАЖЕНІЙ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ**

Перша долікарняна допомога людині, ураженій електричним струмом складається з двох етапів: звільнення потерпілого від дії струму і надання йому медичної допомоги.

Звільнення потерпілого від дії струму може бути здійснено декількома способами. Найбільш простий і вірний – це відключення відповідної частини електрообладнання. Якщо відключити швидко неможливо (наприклад, далеко розміщений вимикач), то можна при напругах до 1000 В перерубати дріт сокирою з дерев'яною рукояткою або відтягнути потерпілого від струмопровідних частин, тримаючись за його одяг, якщо він сухий, відкинути від потерпілого дріт з допомогою дерев'яної палки і т.п.

При напрузі вище 1000В слід використовувати діелектричні рукавиці, боти і в необхідних випадках ізолюючу штангу.

Міри першої медичної допомоги потерпілому залежать від його стану. Якщо потерпілий при свідомості але до цього був без тям, або довгий час знаходився під дією струму, йому необхідно забезпечити повний спокій до прибуття лікаря або швидко доставити в лікарню.

При відсутності свідомості, але збереженні дихання потрібно рівно і зручно укласти потерпілого на м'яку підстилку, розстібнути пояс та комір, забезпечити притік свіжого повітря. Слід також давати нюхати нашатирний спирт, скропити водою лице, розтирати і зігрівати тіло.

При відсутності ознак життя потрібно почергово роботи штучне дихання і масаж серця.

### **3.4. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ, ЩО ВИНИКАЄ ПРИ СТІКАННІ СТРУМУ В ЗЕМЛЮ. ЗАХИСНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ**

Стікання струму в землю можливе тільки через провідник, який знаходиться в безпосередньому контакті з землею. Такий контакт може бути випадковим або навмисним. В останньому випадку провідник, який знаходиться в контакті з землею, називається заземлювачем.

При стіканні струму в землю відбувається різке пониження потенціалу заземленої струмопровідної частини до значення потенціалу заземлювача  $\varphi_3(B)$ , рівного добутку струму, що стікає в землю  $I_3(A)$ , на опір, який цей струм зустрічає на своєму шляху  $R_3(Ом)$

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3 . \quad (3.1)$$

Це явище різкого зниження потенціалу є досить благоприємним по умовам безпеки і використовується як одна з мір захисту від ураження струмом при випадковій появі напруги на металічних струмопровідних частинах, які з цією метою заземлюють.



Однак наряду з пониженням потенціалу заземленої струмопровідної частини при стіканні струму в землю виникають і негативні явища, а саме:

- поява потенціалу на заземлювачі і металічних частинах, які знаходяться з ним в контактї;
- поява потенціалу на поверхні ґрунту навколо місця стікання струму в землю.

Ці явища можуть містити в собі небезпеку для життя людини.

Характер розподілу потенціалу на поверхні ґрунту оцінимо, розглянувши випадок стікання струму в землю через найбільш простий заземлювач – півкулю радіусом  $r$  (рис. 3.1). Для спрощення вважаємо, що земля у своєму об'ємі однорідна, тобто в довільній точці має однаковий питомий опір  $\rho$  (Ом·м). Тоді на віддалі  $x$  від центру заземлювача густина струму буде

$$j = \frac{I_3}{2\pi x^2} \cdot \left( \frac{A}{m^2} \right) \quad (3.2)$$

Практично при  $x = 20$  м  $j = 0$ . При постійному струмі, а також при змінному з частотою 50 Гц поле розтікання можна розглядати як стаціонарне поле, тому:

$$\vec{j} = \vec{E} \cdot \frac{1}{\rho}, \quad \left( \frac{A}{m^2} \right) \quad (3.3)$$

де  $\rho$  – питомий опір (Ом·м), а  $E$  – напруженість електричного поля (В/м).

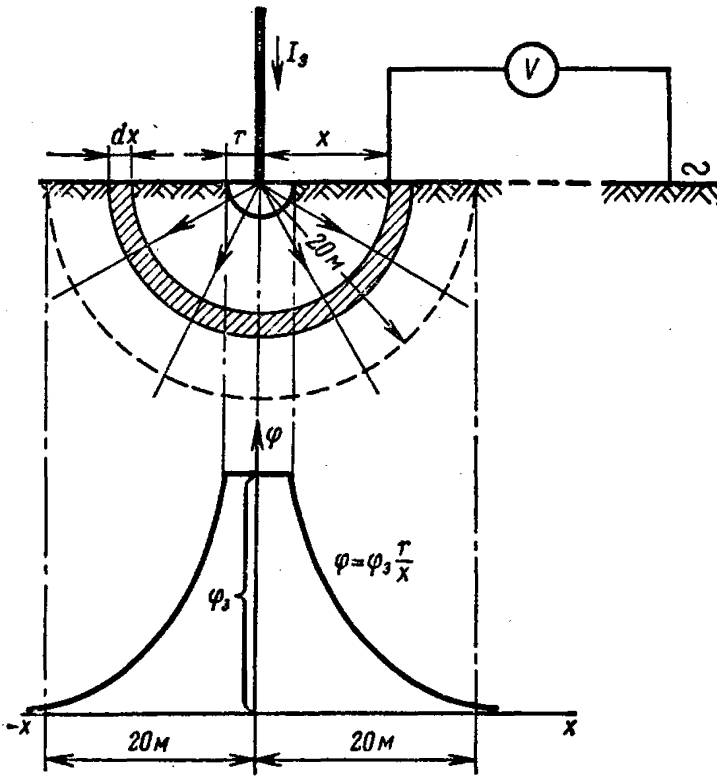


Рис. 3.1. Розподіл потенціалу на поверхні ґрунту навколо місця стікання струму через напівкульовий заземлювач

Звідси, напруженість електричного поля:

$$E = j \cdot \rho = \frac{\rho \cdot I_3}{2\pi \cdot x^2}, \quad (3.4)$$

а спад напруги  $dU$  на елементарному шарі ґрунту товщиною  $dx$  визначиться через напруженість  $E$  наступним чином:

$$dU = E dx = \frac{\rho \cdot I_3}{2\pi \cdot x^2} dx. \quad (3.5)$$

Тоді потенціал  $\varphi$  влюбій точці **A** на віддалі  $x$  від заземлювача визначиться спадом напруги в ґрунті на віддалі від  $x$  до нескінченості, тобто:

$$\varphi = \int_x^{\infty} dU = \frac{\rho \cdot I_3}{2\pi} \int_x^{\infty} \frac{dx}{x^2} = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi \cdot x}. \quad (3.6)$$

Звідси  $\varphi_{\min} = 0$ , коли  $x = \infty$ , а при  $x = r$  ( $r$  – радіус самого заземлювача)

$$\varphi_3 = \varphi_{\max} = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi \cdot r}. \quad (3.7)$$

Розв’язавши сумісно рівняння (3.6) і (3.7) отримаємо:

$$\varphi = \varphi_3 \cdot r \cdot \frac{1}{x}, \quad (3.8)$$

де  $\varphi_3 \cdot r = const$ . Це є рівняння рівнобічної гіперболи.

Таким чином, **потенціал на поверхні ґрунту навколо місця стікання струму в землю змінюється по закону гіперболи**, зменшуючись від свого максимального значення  $\varphi_3$  до нуля по мірі віддалення від заземлювача.

Струм, що проходить через заземлювач в землю переборює опір, який називається опором заземлювача розтіканню струму. Він має три складові: опір самого заземлювача, перехідний опір між заземлювачем і ґрунтом і опір ґрунту. Дві перші складові в порівнянні з третьою дуже малі, ними нехтують.

Опір розтікання струму для любого заземлювача  $R_3$  визначається виразом (3.1). І для випадку напівкульового заземлювача

$$R_3 = \frac{\varphi_3}{I_3} = \frac{\rho}{2\pi r}. \quad (3.9)$$

Розраховані значення опорів для заземлювачів інших типів приведені у довідниках.

Для забезпечення як можна меншого опору заземлювача використовуються *групові заземлювачі*, тобто заземлювачі, які складаються з декількох паралельно увімкнених одиночних заземлювачів.

**Згідно вимог правил улаштування електроустановок (ПУЕ) опір захисного заземлювача в будь-який час року не повинен перевищувати:**

- 4 Ом – в установках до 1000 В. Якщо їх потужність  $P < 100 \text{ кВт}$ , то допускається 10 Ом;
- 0,5 Ом – при  $U > 1000 \text{ В}$  і з великими струмами замикання на землю (більше 500 А) і  $250/I_3$ , але не більше 10 Ом, для установок з  $U > 1000 \text{ В}$  і з малими струмами замикання на землю.

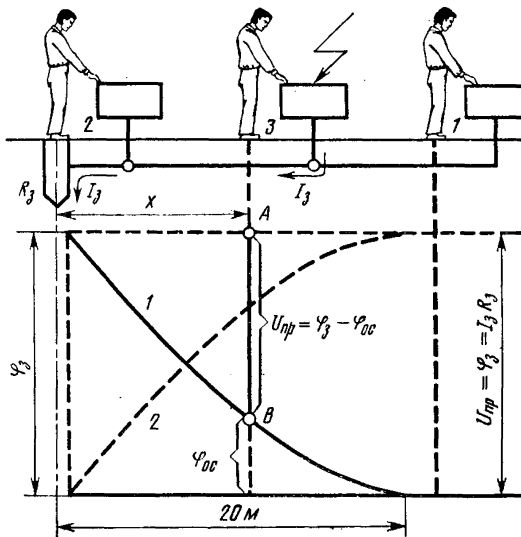


Рис. 3.2. Напряга дотику при одиночному заземлювачі: 1 – потенціальна крива; 2 – крива, що характеризує зміну напруги дотику  $U_{\text{дот}}$  при зміні віддалі  $x$  від заземлювача

Тепер розглянемо поняття **напруги дотику** ( $U_{\text{дом}}$ ) і **напруги кроку** ( $U_K$ ). Або інакше кажучи, спад напруги на опорі тіла людини.

**Напруга дотику**  $U_{\text{дом}}$  – є різниця потенціалів двох точок електричного кола, яких одночасно торкається людина. (рис. 3.2)

$$U_{\text{дом}} = I_h \cdot R_h, \quad (3.10)$$

де:  $I_h$  – струм, що протікає через людину;  $R_h$  - опір людини.

В області захисних заземлень одна із точок, якої торкається людина, має потенціал заземлювача  $\varphi_3$ , друга – потенціал основи, на якій стоїть людина  $\varphi_{\text{осн}}$  (див. рис. 3.2). Тоді,

$$U_{\text{дом}} = \varphi_3 - \varphi_{\text{осн}} = \varphi_3 \left(1 - \frac{\varphi_{\text{осн}}}{\varphi_3}\right) = \varphi_3 \alpha, \quad (3.11)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт дотику, який враховує форму потенціальної кривої.

Для напівсферичного заземлювача з радіусом  $r$

$$U_{\text{дом}} = \varphi_3 \left(1 - \frac{r}{x}\right), \quad (3.12)$$

а для інших типів заземлювачів значення  $\alpha$  приводиться у відповідних таблицях.

При великій віддалі, тобто при  $x = \infty$ , а практично при  $x \geq 20$  м напруга дотику буде максимальна і  $U_{\text{дом}} = \varphi_3$ , при цьому  $\alpha = 1$ .

При найменшому значенні  $x$ , коли людина стоїть на заземлювачі (металева заземлена підлога), тобто при  $\delta = 0$ :  $U_{\text{дом}} = 0$  і  $\alpha = 0$ .

Це безпечний випадок, людина не є під напругою, хоч і знаходиться під потенціалом  $\varphi_3$ .

Для вирівнювання потенціалу на поверхні ґрунту використовують *групові заземлювачі* та *контур заземлення* (рис. 3.3).

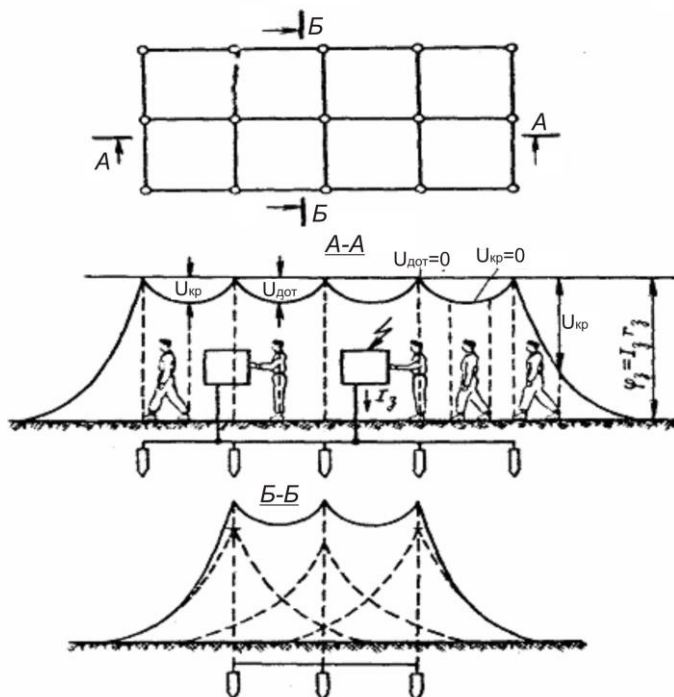


Рис. 3.3. Розподіл потенціалів в зоні розтікання струму при використанні контурного заземлення

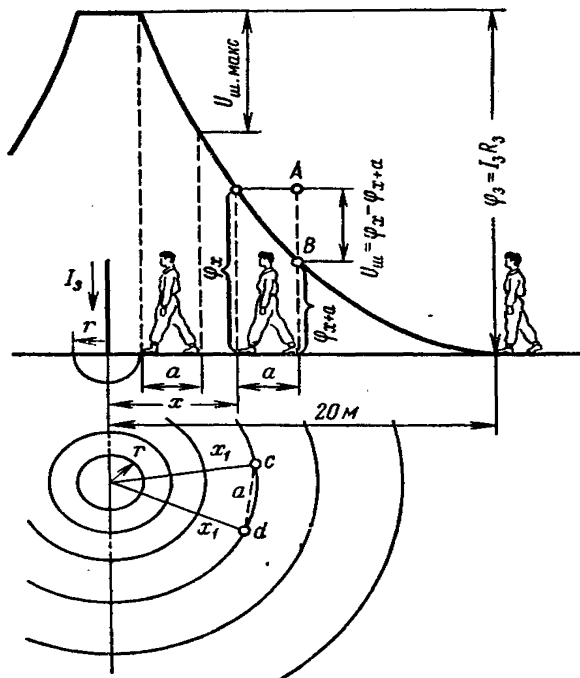


Рис. 3.4. Крокова напруга при стіканні струму в землю

Напруга кроку  $U_K$  – різниця потенціалів  $\varphi_x$  і  $\varphi_{x+a}$  двох точок на поверхні землі в зоні розтікання струму, які знаходяться одна від одної на віддалі кроку і на яких одночасно стоїть людина (рис. 3.4)

$$U_K = \varphi_x - \varphi_{x+a} = \frac{I_3 \cdot \rho \cdot a}{2\pi \cdot x(x+a)}. \quad (3.13)$$

Так як  $\varphi_x$  і  $\varphi_{x+a}$  являються частинами потенціалу заземлювача, то

$$U_K = \varphi_x - \varphi_{x+a} = \varphi_3 \cdot \beta, \quad (3.14)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт кроку, який враховує форму потенціальної кривої заземлювача і рівнин

$$\beta = \frac{\varphi_x - \varphi_{x+a}}{\varphi_3} < 1 \quad (3.15)$$

Чим більше крок  $a$  і чим ближче до заземлювача, тим напруга кроку  $U_{\hat{E}}$  більша і тим більша небезпека для людини.

### 3.5. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ УРАЖЕННЯ СТРУМОМ ПРИ ДОТИКАННІ ДО СТРУМОПРОВІДНИХ ЧАСТИН В РІЗНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Випадки ураження людини струмом можливі лише при замиканні електричного кола через тіло людини, тобто при дотиканні людини не менш чим до двох точок кола, між якими існує деяка напруга.

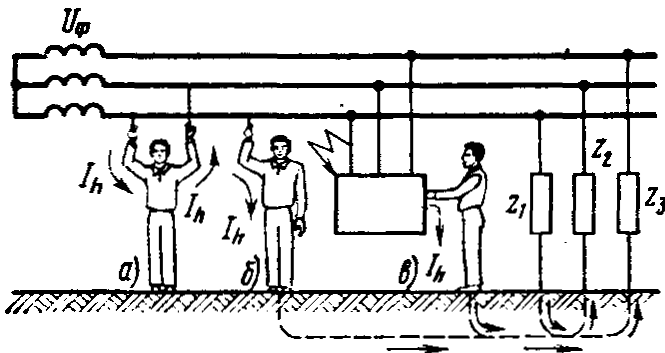


Рис. 3.5. Випадки включення людини в електричне коло: *a* – двофазне включення; *б, в* – однофазне включення

Небезпека такого дотику, яка оцінюється величиною струму, що протікає через людину, або напругою дотику, залежить від цілого ряду факторів: схеми ввімкнення людини в коло, напруги мережі, схеми самої мережі, режиму її нейтралі, степені ізоляції струмопровідних частин від землі, а також від величини ємності струмопровідних частин відносно землі і т.п.

Схеми ввімкнення людини в коло можуть бути різними. Однак найбільш характерними являються дві схеми ввімкнення: *між двома дротами* і *між одним дротом і землею* (рис. 3.5). В



другому випадку припускається наявність електричного зв'язку між мережею і землею. Стосовно мереж змінного струму першу схему (а) звичайно називають **двофазним** ввімкненням, а другу (б) – **однофазним**.

**Двофазне ввімкнення**, тобто дотикання людини одночасно до двох фаз, як правило, більш небезпечне, оскільки до тіла людини прикладається найбільша можлива в даній мережі напруга – лінійна, і тому через людину піде найбільший струм

$$I_h = \frac{1,73 \cdot U_\phi}{R_h} = \frac{U_l}{R_h}, \quad (3.16)$$

де:  $I_h$  – струм, який проходить через людину, А;  $U_l = \sqrt{3}U_\phi$  – лінійна напруга, тобто напруга між фазовими дротами мережі, В;  $U_\phi$  – фазова напруга, тобто напруга між початком і кінцем однієї обмотки трьохфазного трансформатора (або між фазовим і нульовим дротом), В.

Тому на практиці торкатися до струмопровідних частин установок при необхідності можна лише однією рукою, другу потрібно тримати в кишені (правило кишені).

Очевидно, що двофазне ввімкнення являється однаково небезпечним в мережах як з ізольованою нейтрально так і з заземленою. При двофазному ввімкненні небезпека ураження не зменшиться і в тому випадку, якщо людина надійно ізольована від землі.

**Однофазне ввімкнення** відбувається значно частіше, однак є менш небезпечним, ніж двофазне, оскільки, **по-перше**, напруга, під якою знаходиться людина, не перевищує фазної, тобто менше лінійної в 1,73 рази. Відповідно менше буде і струм, який проходить через людину. **По-друге**, на величину цього струму впливає також режим нейтралі джерела струму, опір ізоляції і ємність дротів відносно землі, опір підлоги, на якій стоїть людина, опір взуття і т.д.

Розглянемо можливі варіанти однофазного включення в мережу.

**А. Трьохфазна мережа з ізолюваною нейтраллю в період її нормальної роботи (рис. 3.6).**

Струм, який проходить через людину, при дотиканні до однієї з фаз мережі в період її нормальної роботи визначиться виразом

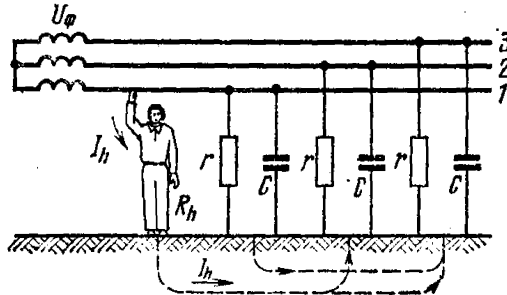


Рис. 3.6. Дотикання людиною до дроту трьохфазної мережі з ізолюваною нейтраллю в період її нормальної роботи

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r(r + 6R_h)}{6R_h^2(1 + r^2\omega^2c^2)}}}. \quad (3.17)$$

Тут  $r$  і  $c$  відповідно опір ізоляції (Ом) і ємність дротів ( $\Phi$ ) відносно землі (для спрощення вони прийняті однаковими для всіх дротів мережі),  $R_h$  – опір тіла людини (Ом).

**Якщо ємність дротів відносно землі мала**, тобто  $c \approx 0$ , що звичайно має місце в повітряних мережах невеликої протяжності, то вираз (3.17) прийме вигляд

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + \frac{r}{3}}. \quad (3.18)$$

**Якщо ж ємність велика, а провідність ізоляції незначна,** тобто  $r \approx \infty$ , що звичайно має місце в кабельних мережах, то згідно виразу (3.17) струм через людину буде

$$I_h = \frac{U_\phi}{\sqrt{R_h^2 + \left(\frac{1}{3\omega c}\right)^2}}. \quad (3.19)$$

З (3.18) слідує, що в мережах з ізолюваною нейтраллю, які володіють незначною ємністю між дротами і землею, небезпека для людини, що доторкнулася однієї з фаз в період нормальної роботи мережі, залежить від опору дротів відносно землі: **із збільшенням опору небезпека зменшується.** Однак в мережах з великою ємністю відносно землі роль ізоляції дротів в забезпеченні безпеки дотикання втрачається, що видно з (3.17) і (3.19).

### **Б. Аварійний режим роботи трьохфазної мережі з ізолюваною нейтраллю.**

Тобто розглянемо випадок, коли виникло замикання однієї з фаз на землю через малий опір  $r_{3M}$  (рис. 3.7).

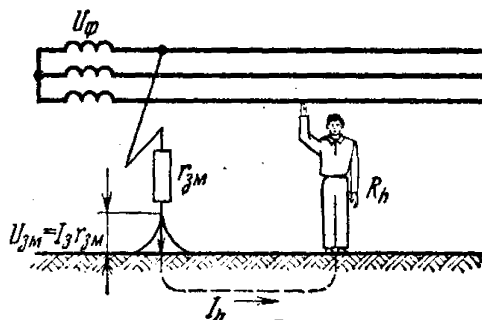


Рис. 3.7. Дотикання людини до дроту трьохфазної мережі з ізолюваною нейтраллю в аварійний режим її роботи

Тоді струм через людину, яка торкнулася здорової фази буде

$$I_h = \frac{U_\phi \cdot \sqrt{3}}{R_h + r_{3M}}. \quad (3.20)$$

А напруга дотику запишеться

$$U_{\text{dot}} = I_h \cdot R_h = U_\phi \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{R_h}{R_h + r_{3M}}. \quad (3.21)$$

Якщо прийняти, що  $r_{3M} = 0$ , або по крайній мірі вважати, що  $r_{3M} \ll R_h$  (що звичайно і має місце на практиці), то згідно (3.21)

$$U_{\text{dot}} = U_\phi \cdot \sqrt{3} = U_{\text{л}}.$$

В дійсних умовах  $r_{3M} > 0$ , тому напруга, під якою буде людина, що торкнулася в аварійний період до здорової фази трьохфазної мережі з ізолюваною нейтраллю, буде значно більше фазової і децю менше лінійної. Таким чином, цей випадок дотикання в багато разів небезпечніший дотикання до тієї ж фази мережі при нормальному її режимі роботи (що видно з порівняння (3.20) і (3.18) враховуючи, що  $r/3 \gg r_{3M}$ ).

### **В. Трьохфазна чотирихвдротова мережа з заземленою нейтраллю в період її нормальної роботи (рис. 3.8).**

У цьому випадку провідність ізоляції і ємнісна провідність дротів відносно землі малі в порівнянні з провідністю заземлення нейтралі, тому при визначенні струму через людину, яка торкається фази мережі, ними можна знехтувати.

При нормальному режимі роботи мережі, струм через людину буде

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + r_0}, \quad (3.22)$$

де  $r_0$  – опір заземлення нейтралі, Ом.

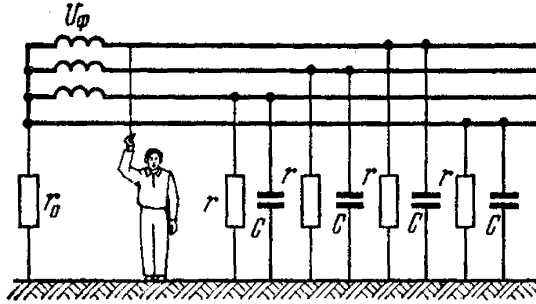


Рис. 3.8. Дотикання людини до фазового дроту трьохфазної чотирьохдротової мережі з заземленою нейтраллю в період її нормальної роботи

Враховуючи, що  $r_0 \leq 10 \text{ Ом} \ll R_h$ , то  $I_h \approx \frac{U_\phi}{R_h}$ . Звідси слідує, що

дотикання до фази трьохфазної мережі із заземленою нейтраллю в період нормальної її роботи більш небезпечно, чим дотикання до фази нормально працюючої мережі з ізольованою нейтраллю (порівняйте рівняння (3.18) і (3.22)), але менш небезпечно дотикання до непошкодженої фази мережі з ізольованою нейтраллю в аварійний період її роботи (порівняйте (3.20) і (3.22), враховуючи, що  $r_{3M}$  може мало відрізнятись від  $r_0$ ).

### Г. Аварійний режим роботи трьохфазної чотирьохдротової мережі з заземленою нейтраллю (рис. 3.9).

В цьому випадку одна із фаз мережі замкнута на землю через відносно малий опір  $r_{3M}$ . Тоді струм, який проходить через людину, що торкається здорової фази визначиться рівнянням:

$$I_h = U_\phi \frac{r_{3M} + r_0 \sqrt{3}}{r_{3M} \cdot r_0 + R_h (r_{3M} + r_0)}. \quad (3.23)$$

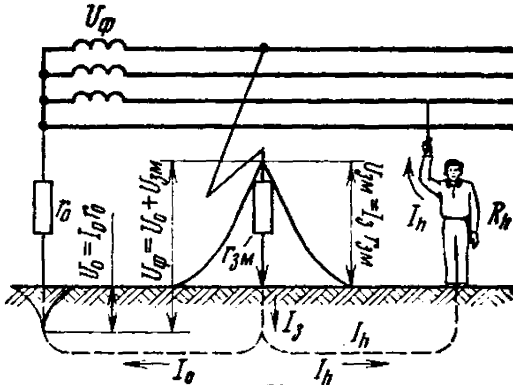


Рис. 3.9. Дотикання людини до здорової фази трьохфазної чотирихвдротової мережі з заземленою нейтраллю в аварійний режим її роботи

А напруга дотику буде

$$U_{\text{dot}} = U_{\phi} \cdot R_h \frac{r_{3m} + r_0 \sqrt{3}}{r_{3m} \cdot r_0 + R_h (r_{3m} + r_0)}. \quad (3.24)$$

Розглянемо два характерних випадки:

1. Якщо опір замикання дроту на землю  $r_{3m}$  вважати  $= 0$ , то (3.24) прийме вигляд:  $U_{\text{dot}} = U_{\phi} \cdot \sqrt{3} = U_{\text{л}}$ .

Таким чином в даному випадку людина буде під дією лінійної напруги мережі.

2. Якщо прийняти  $r_0 = 0$ , то  $U_{\text{dot}} = U_{\phi}$ , таким чином напруга, під якою буде знаходитись людина буде рівна фазовій.

На практиці  $r_{3m}$  і  $r_0$  завжди  $> 0$ , тому напруга, під якою знаходиться людина, яка доторкнулася в аварійний період до непошкодженого фазового дроту трьохфазної мережі з заземленою нейтраллю завжди менше лінійної, але більше фазової, тобто

$$U_{\phi} < U_{\text{dot}} < U_{\text{л}} = U_{\phi} \cdot \sqrt{3}$$

Таким чином, дотикання людини до непошкодженої фази мережі з заземленою нейтраллю в аварійний період більш небезпечно, чим при нормальному режимі. Разом з тим цей випадок, як правило, менш небезпечний, чим дотикання до здорової фази мережі з ізольованою нейтраллю в аварійний період її роботи (порівняємо (3.23) і (3.20) враховуючи, що, як правило,  $r_0 < r_{зм}$ ).

### **Від чого ж залежить вибір схеми мережі ?**

Вибір схеми мережі, а таким чином, і режиму нейтралі джерела струму проводиться, виходячи з *технологічних вимог* і з *вимог безпеки*.

**При напругах до 1000 В** широке розповсюдження отримали обидві схеми трьохфазової мережі: трьохдротової з ізольованою нейтраллю і чотирьохдротової з заземленою нейтраллю.

По *технічним вимогам* перевагу часто віддають чотирьохдротовій мережі, оскільки вона дозволяє використовувати *дві робочі напруги*:  $U_{\phi}$  і  $U_{л}$ .

По *умовам безпеки* вибір однієї із двох схем проводиться з врахуванням раніше зроблених висновків, а саме: по умовам дотикання до фазового дроту в період нормального режиму роботи мережі більш безпечною являється мережа з ізольованою нейтраллю, а в аварійний період – мережа з заземленою нейтраллю.

Тому *мережі з ізольованою нейтраллю* доцільно використовувати в тих випадках, коли мається можливість підтримувати високий рівень ізоляції дротів і коли ємність мережі відносно землі незначна. Такими являються малорозгалужені мережі, які не піддаються дії агресивного середовища і знаходяться під постійним наглядом кваліфікованого персоналу. Прикладом можуть служити мережі електротехнічних лабораторій, невеликих підприємств і т. п.

*Мережі із заземленою нейтраллю* слід використовувати там, де неможливо забезпечити хорошу ізоляцію дротів (із-за високої вологості, агресивного середовища і т. п.), коли неможливо швидко відшукати або усунути пошкодження ізоляції, або коли ємнісні струми мережі внаслідок значної її розгалуженості досягають великих значень. Прикладом таких мереж можуть служити мережі великих машинобудівних заводів.

*При напругах вище 1000 В по технічним вимогам* мережі з напругою до 35 кВ включно мають ізольовану нейтраль, а вище 35 кВ – заземлену. Оскільки такі мережі крім високої напруги, як правило, мають ще і велику ємність дротів відносно землі, для людини являється однаково небезпечним дотиканням до дроту мережі як з ізольованою, так і з заземленою нейтраллю. Тому режим нейтралі мережі напругою вище 1000 В по умовах безпеки не вибирається.

### **3.6. ПРИЧИНИ УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ І ОСНОВНІ МІРИ ЗАХИСТУ**

#### ***Основні причини:***

1. Випадкове доторкання і наближення до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою.
2. Поява напруги на металічних частинах, в результаті пошкодження ізоляції та інших причин.
3. Поява напруги на вимкнених струмопровідних частинах в результаті помилкового ввімкнення установок.
4. Виникнення крокової напруги в результаті замикання струму на землю.

#### ***Основні міри захисту:***

1. Забезпечення недоступності до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою (ізоляція, огороження, блокування, попереджувальні надписи і т. п.).
2. Захисне розділення мережі – розділення протяжної електричної мережі на окремі електрично поділені малі ділянки за допомогою роздільних трансформаторів.



3. Застосування по можливості малих напруг (особливо для ручного електроінструменту і переносних освітлювальних ламп).
4. Використання захисних заземлень і вирівнювання потенціалу на поверхні ґрунту.
5. Занулення.

**Зануленням** називається приєднання до неодноразово заземленого нульового дроту живлячої мережі корпусів та інших конструктивних металевих частин електрообладнання, які в звичайних нормальних умовах не знаходяться під напругою, але внаслідок пошкодження ізоляції або інших причин можуть опинитися під напругою.

Принципова схема занулення показана на рис. 3.10.

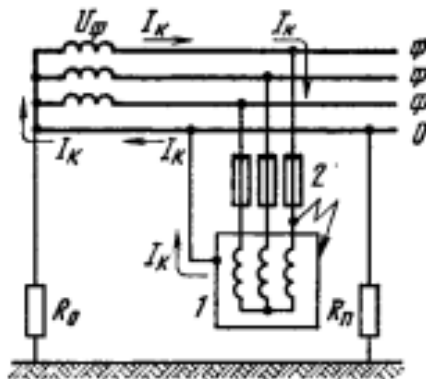


Рис. 3.10. Принципова схема занулення: 1 – корпус; 2 – прилади захисту від струмів короткого замикання (плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі й т. п.);  $R_0$  – опір заземлення нейтралі джерела струму;  $R_п$  – опір повторного заземлення нульового дроту;  $I_κ$  – струм короткого замикання

**Задача занулення** така сама, як і у захисного заземлення: усунення небезпеки ураження людей струмом при пробі напруги на корпус. Вирішується ця задача автоматичним вимкненням ушкодженої установки від мережі.

**Принцип дії занулення** – перетворення пробою на корпус в однофазне коротке замикання (тобто замикання між фазовим та нульовим дротом) з метою створення великого струму, здатного забезпечити спрацювання захисту. Таким захистом являються: плавкі запобіжники або автоматичні вимикачі, які встановлюються перед споживачами енергії для захисту від струмів короткого замикання.

**Швидкість вимкнення uszkodженої установки**, тобто час з моменту появи напруги на корпусі до моменту відключення установки від мережі складає 5-7 с при захисті запобіжниками і 1-2 с – автоматичними вимикачами.

**Область застосування занулення** – трьохфазні чотирихвоткові мережі напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю.

Як видно з рис. 3.10 схема занулення потребує наявності в мережі нульового дроту, заземлення нейтралі джерела струму і повторного заземлення нульового дроту.

**Призначення нульового дроту** – створення для струму короткого замикання ланцюга з малим опором, щоб цей струм був достатнім для спрацювання захисту.

Для переконання розглянемо обернений випадок: мережу без нульового дроту рис. 3.11.

В цьому випадку роль нульового дроту виконує земля. При замиканні фази на корпус в даному випадку по ланцюгу через землю буде протікати струм

$$I_3 = \frac{U_\phi}{R_3 + R_0}, \quad (3.25)$$

а на корпусі відносно землі виникне напруга

$$U_\kappa = I_3 \cdot R_3 = U_\phi \frac{R_3}{R_3 + R_0}. \quad (3.26)$$

При цьому величина струму  $I_3$  може виявитись недостатньою для спрацьовування захисту.

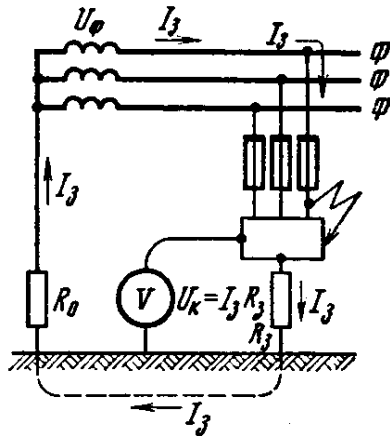


Рис. 3.11. До питання про необхідність нульового дроту в трьохфазній мережі з заземленою нейтраллю

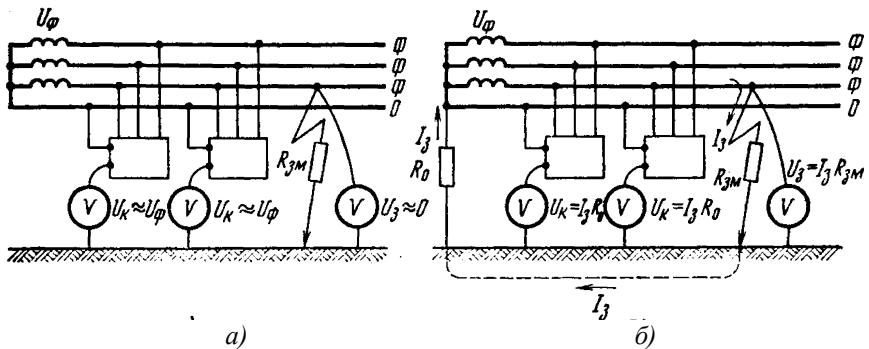


Рис. 3.12. Випадок замикання фази на землю в трьохфазній чотирьохдротовій мережі з ізолюваною (а) та заземленою (б) нейтраллями

Наприклад:  $U_{\phi} = 220 \text{ В}$ ,  $R_3 = R_0 = 4 \text{ Ом}$  тоді  $I_3 = 27,5 \text{ А}$ ,  $U_{\kappa} = 110 \text{ В}$ . Якщо струм спрацьовування захисту більше, ніж  $27,5 \text{ А}$ , то відключення не відбудеться і корпус буде під напругою.

Щоб усунути цю небезпеку треба підвищити струм, який протікає через захист, що досягається введенням в схему нульового дроту.

### **Висновки:**

1) В трьохфазній мережі із заземленою нейтраллю без нульового дроту неможливо забезпечити безпеку при замиканні фази на корпус, тому таку мережу застосовувати забороняється.

2) Правила улаштування електроустановок вимагають, щоб провідність нульового дроту була не менше половини провідності фазового дроту.

Призначення заземлення нейтралі – зниження до безпечного значення напруги нульового дроту відносно землі та всіх корпусів, які приєднанні до нього, при випадковому замиканні фази на землю.

Впевнімося в цьому від зворотного. Розглянемо випадок замикання фази на землю в трьохфазовій чотирьохдротовій мережі з ізолюваною нейтраллю, рис. 3.12а. Тоді між зануленими корпусами і землею виникне напруга, близька до фазової, що дуже небезпечно. А в мережі із заземленою нейтраллю (рис. 3.12б)  $U_{\phi}$  розділиться пропорційно опорам  $R_{зм}$  і  $R_0$ , завдяки чому напруга між зануленим обладнанням і землею різко знизиться і буде рівною:

$$U_{к} = U_{\phi} \frac{R_0}{R_0 + R_{зм}}. \quad (3.27)$$

Приклад:  $U_{\phi} = 220 \text{ В}$ ;  $R_0 = 4 \text{ Ом}$ ;  $R_{зм} = 100 \text{ Ом}$ , тоді  $U_{к} = 8,1 \text{ В}$ , яка є безпечною.

Звідси **висновок**: трьохфазна чотирьохдротова мережа з ізолюваною нейтраллю містить в собі небезпеку ураження струмом і тому такі мережі не використовуються.

Призначення повторного заземлення нульового дроту – зменшення небезпеки ураження людей струмом, яка виникає при обриві нульового дроту та замиканні фази на корпус за місцем обриву.

Дійсно, при випадковому обриві нульового дроту і замиканні фази на корпус за місцем обриву (рис. 3.13, а) відсутність повторного заземлення приведе до того, що напруга відносно землі обірваної ділянки нульового дроту і всіх приєднаних до нього корпусів буде дорівнювати фазовій. При цьому обладнання автоматично не вимкнеться, що дуже небезпечно.

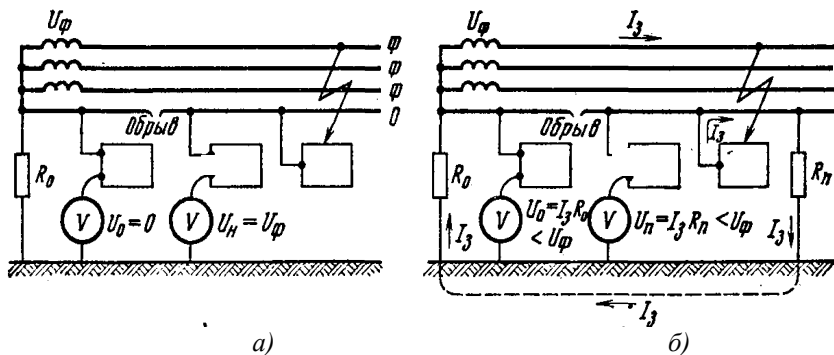


Рис. 3.13. Випадок замикання фази на корпус при обриві нульового дроту: а – в мережі без повторного заземлення нульового дроту; б – в мережі з повторним заземленням нульового дроту

Якщо ж нульовий дріт буде мати повторне заземлення, то при його обриві буде зберігатися ланцюг струму  $I_3$  через землю (див. рис. 3.13, б), завдяки чому напруга занулених корпусів, які знаходяться за місцем обриву понизиться і буде рівною

$$U_n = U_\phi \frac{R_n}{R_0 + R_n}. \quad (3.28)$$

Однак при цьому опиняться під напругою і корпуси обладнання, які приєднані до нульового дроту до місця обриву. Причому

$$U_{\kappa}^{\partial o} = U_{\phi} \frac{R_0}{R_0 + R_n}. \quad (3.29)$$

Разом ці напруги рівні фазовій  $U_{\kappa}^{\partial o} + U_{\kappa}^n = U_{\phi}$ . Якщо  $R_0 = R_n$  (що частіше і буває на практиці), то  $U_{\kappa}^{\partial o} = U_{\kappa}^n = 0,5U_{\phi}$ . Цей випадок являється найменш небезпечним, так як при других співвідношеннях  $R_0$  і  $R_n$  частина корпусів буде знаходитися під напругою  $> 0,5U_{\phi}$ .

З цього випливає наступний висновок, *повторне заземлення значно зменшує небезпеку ураження струмом в результаті обриву нульового дроту та замикані фази на корпус за місцем обриву, але не може усунути її повністю, а тому необхідна ретельна прокладка нульового дроту, щоб виключити можливість його обриву по будь-якій причині. Крім того в нульовому дроті забороняється ставити запобіжники, рубильники та інші прилади, які можуть порушити його цілісність.*

*Зануленню підлягають ті ж металічні конструкції та неструмоведучі частини електрообладнання, які підлягають захисному заземленню.*

### 3.7. ЗАХИСНЕ ВІДКЛЮЧЕННЯ

Захисним відключенням називаються пристрої, які швидко, не довше 0,2 с, автоматично відключають ділянку електричної мережі при виникненні в ній небезпеки ураження людини струмом.

Така небезпека може виникнути *при замиканні фази на корпус електрообладнання; при зниженні опору ізоляції фаз відносно землі нижче деякої межі; при появі в мережі більш високої напруги; при дотиканні людини до струмоведучої частини, яка знаходиться під напругою і т. д.* В цих випадках в мережі виникає зміна деяких електричних параметрів, наприклад: *може змінитися напруга корпусу відносно землі, струм замикання на землю, напруга фаз відносно землі і т. п.* **Будь-який з цих**

*параметрів, а точніше його зміна до визначеної межі, при якій виникає небезпека ураження людини струмом, може служити імпульсом, який призводить до спрацьовування пристрою, тобто до автоматичного відключення небезпечної ділянки мережі.*

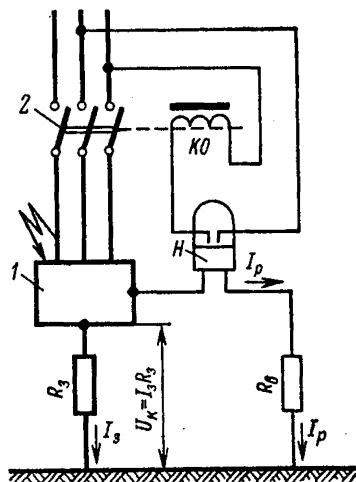


Рис. 3.14. Принципова схема захисного відключаючого пристрою, який реагує на напругу корпусу відносно землі: 1 – корпус; 2 – автоматичний вимикач;  $KO$  – вимикаюча котушка;  $H$  – реле максимальної напруги;  $R_3$  – опір захисного заземлення;  $R_0$  – опір допоміжного заземлення

**Розглянемо в якості прикладу два типи захисних відключаючих пристроїв.**

1) Захисний відключаючий пристрій, реагуючий на напругу корпусу відносно землі.

*Він має призначення усувати небезпеку ураження струмом при виникненні на заземленому або зануленому корпусі підвищеної напруги. Ці прилади являються додатковою мірою захисту до заземлення або занулення.*

Принципова схема такого приладу показана на рис. 3.14. Тут в якості датчика служить реле максимальної напруги, включене між захисним корпусом і допоміжним заземлювачем  $R_0$ .

Електроди допоміжного заземлювача розміщуються в зоні нульового потенціалу, тобто не ближче 20 м від заземлювача корпусу або заземлювачів нульового дроту. При замиканні фази на заземлений або занулений корпус спочатку проявиться захисна властивість заземлення (або занулення), завдяки чому напруга корпусу буде обмежена деякою величиною  $U_k = I_3 \cdot R_3$ .

Потім, якщо  $U_k$  буде вище заздалегідь встановленої гранично допустимої напруги, спрацює захисний відключаючий прилад, тобто реле максимальної напруги, замикаючи контакти, подає живлення на відключаючу котушку і викличе тим самим відключення установки від мережі.

2) Захисний відключаючий пристрій, реагуючий на оперативний постійний струм, призначений для неперервного автоматичного контролю ізоляції мережі, а також для захисту людини при дотиканні нею до струмопровідної частини від ураження струмом.

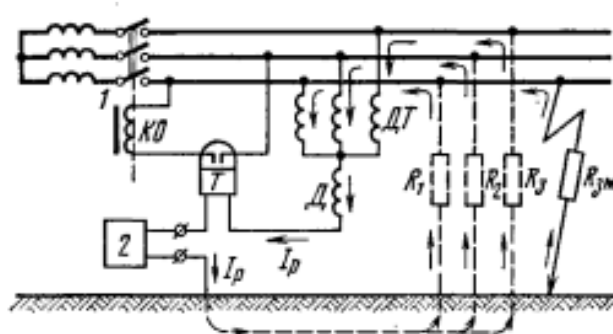


Рис. 3.15. Принципова схема захисного відключаючого пристрою, що реагує на оперативний постійний струм: 1 – автоматичний вимикач; 2 – джерело постійного струму;  $KO$  – котушка вимкнення вимикача;  $DT$  – дросель трьохфазний;  $D$  – дросель однофазний;  $T$  – реле струму;  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  – опори ізоляції дротів відносно землі;  $R_{3M}$  – опір замикання фази на землю

В цих пристроях опір ізоляції дротів відносно землі оцінюється величиною постійного струму, який проходить через ці опори і який отримується від додаткового джерела постійного струму.

При зниженні опору ізоляції дротів нижче деякої заздалегідь



встановленої межі в результаті пошкодження або торкання людини до дроту постійний струм зросте і викличе відключення відповідної ділянки електричної мережі. Принципова схема такого пристрою показана на рис. 3.15. Датчиком тут служить реле струму  $T$  з малим струмом спрацьовування (декілька міліампер). Трьохфазний дросель  $DT$  призначений для отримання нульової точки мережі. Однофазний дросель  $D$  обмежує стікання змінного струму в землю, якому він створює великий індуктивний опір.

Постійний струм  $I_p$ , який отримується від джерела постійного струму 2, протікає по замкненому ланцюгу: джерело струму 2 – земля – опори ізоляції всіх дротів відносно землі – дроти – трьохфазний дросель  $DT$  – однофазний дросель  $D$  – обмотка реле струму  $T$  – джерело струму 2.

Величина цього струму залежить від напруги джерела живлення постійного струму  $U_{дж}$  і загального опору ланцюга

$$I_p = \frac{U_{дж}}{R_d + R_e}, \quad (3.30)$$

де  $R_d$  – сумарний опір реле і дроселів, Ом;  $R_e$  – сумарний опір ізоляції дротів  $R_1, R_2, R_3$  і замикання фази  $R_{3M}$  на землю, Ом.

При нормальному режимі роботи мережі опір  $R_e$  – великий, і тому струм  $I_p$  незначний. У випадку пониження опору ізоляції однієї (або двох, трьох) з фаз в результаті замикання фази на землю чи на корпус, або в результаті дотикання до фази людини опір  $R_e$  зменшиться і струм  $I_p$  зросте і, якщо він перевищує струм спрацьовування реле, відбудеться відключення мережі від джерела живлення.

*Область використання цих приладів* – мережі невеликої протяжності напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю.

### 3.8. ЗАХИСТ ВІД ПЕРЕХОДУ НАПРУГИ З ВИСОКОЇ НА НИЗЬКУ ПРИ ПОШКОДЖЕННЯХ ІЗОЛЯЦІЇ В ТРАНСФОРМАТОРАХ

Пошкодження ізоляції в трансформаторі може привести до замикання між обмотками різних напруг. В такому випадку в мережу з низькою напругою переходить більш висока напруга.

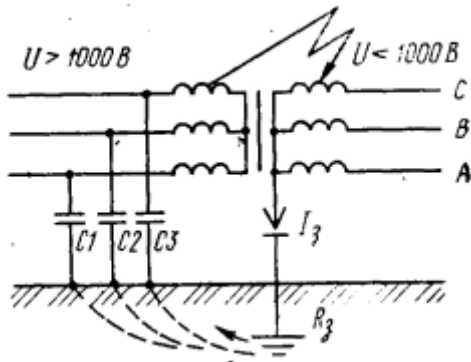


Рис. 3.16. Захист від переходу високої напруги (вище 1000 В) на низьку

Розглянемо схему захисту за допомогою пробивного запобіжника в мережах трьохфазного струму з ізолюваною нейтраллю (рис. 3.16).

При переході напруги з високого боку на низький пробивається повітряний проміжок між електродами запобіжника і відбувається замикання високої напруги на землю. При цьому (тобто при виникненні  $I_3$ ) спрацьовує захист і пошкоджений трансформатор відключається.

**Захист в мережах з глухозаземленою нейтраллю спрощується так як він здійснюється безпосередньо через заземлення нейтралі.**

В трансформаторах з вищою напругою до 1000 В, які призначені для живлення ручного електроінструменту малою напругою захист забезпечується **заземленням** в мережах з ізолюваною нейтраллю (рис. 3.17, а) або **зануленням** в мережах з

глухозаземленою нейтраллю (рис. 3.17, б) одного кінця вторинної обмотки трансформатора.

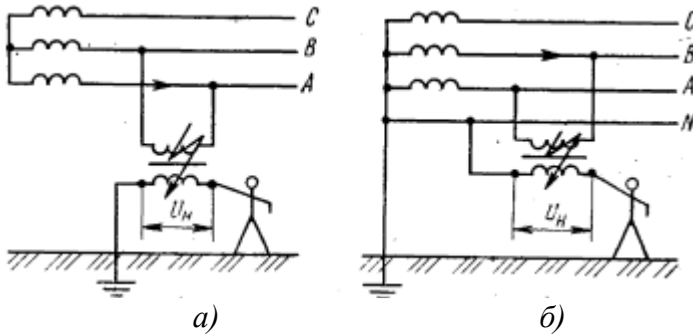


Рис. 3.17 Захист від переходу високої напруги в понижуючих трансформаторах у мережах з напругою до 1000 В: а – з ізолюваною; б – з заземленою нейтраллю

При наявності екрану між обмотками трансформатора заземлюється або занулюється екран.

### 3.9. КОМПЕНСАЦІЯ ЄМНІСНОЇ СКЛАДОВОЇ СТРУМУ ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ

В кабельних та розгалужених мережах, які володіють значною ємністю відносно землі у випадку дотикання до струмопровідних частин через людину протече струм (рис. 3.18). Цей струм являє собою суму активного струму  $I_a$  і ємнісного струму  $I_c$ . Струм  $I_c$  випереджає струм  $I_a$  на  $90^\circ$  і складає значну величину, бо ємніс

Ємнісну складову можна компенсувати індуктивним струмом. Для цього нейтраль джерела живлення заземлюють через дросель з індуктивністю  $L_k$ . В цьому випадку через людину пройде також індуктивний струм  $I_L$ .

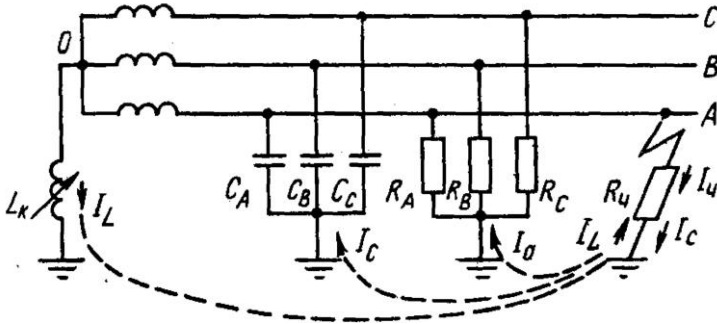


Рис. 3.18. Компенсація ємнісної складової струму на землю

Результуючий струм через людину  $I_h$ , який являє собою векторну суму трьох струмів  $I_a$ ,  $I_c$ ,  $I_L$ , зменшиться, так як струми  $I_c$  і  $I_L$  компенсують одне одного частково або повністю.

Значення струму  $I_h$  в цьому випадку можна визначити за формулою:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + z}, \text{ де } z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{r^2} + \frac{1}{\left(\frac{1}{\omega c} - 3\omega L_k\right)^2}}}, \quad (3.31)$$

де для спрощення ми вважали, що  $r_1 = r_2 = r_3 = r$ , а  $c_1 = c_2 = c_3 = c$ .

З формули (3.31) видно, що  $I_h$  залежить від співвідношення  $c$  і  $L_k$ :

- при  $L_k > \frac{1}{3\omega^2 c}$  має місце недокомпенсація і  $I_L < I_c$ ;
- при  $L_k < \frac{1}{3\omega^2 c}$  – перекомпенсація і  $I_L > I_c$ ;

- при  $L_k = \frac{1}{3\omega^2 c}$  має місце повна компенсація  $I_L = I_c$  і

струм через людину в цьому випадку мінімальний  $I_h = I_a$ .

З рахунок постійної зміни ємності фаз відносно землі внаслідок включення і відключення розгалужень умови резонансу важко виконати. Тому використання приладів статичної компенсації за допомогою дроселя з постійною індуктивністю в мережах мало ефективне. Більш ефективним являється автоматичне обладнання, в якому використовуються дроселя з регулюємою індуктивністю.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4**

### **ТЕМА: ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ДО РУЧНОГО ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО ІНСТРУМЕНТУ Й ВИКОНАННЯ РОБІТ ІЗ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯМ**

**МЕТА РОБОТИ:** виявити небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що впливають на працюючих під час роботи з ручним електрифікованим інструментом; визначити вимоги безпеки до цього інструменту; встановити вимоги безпеки при виконанні робіт із застосуванням електроінструменту.

#### **ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ:**

1. Провести визначення небезпечних та шкідливих факторів.
2. Провести аналіз вимогам відповідності досліджуваного електрифікованого інструменту.
3. Провести атестацію електроінструмента за класом.
4. Визначити вимоги безпеки при роботі з електроінструментом.
5. Провести випробування й перевірку електроінструменту.

**ОБЛАДНАННЯ ДО РОБОТИ:** дрель, електроножиці.

#### **ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ**

При застосуванні ручного електроінструменту в умовах проведення ремонтних робіт РС МЕТ на працюючих впливає ряд небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- частини виробничого устаткування, що рухаються;
- висока температура поверхні оброблюваних матеріалів;
- підвищений рівень шуму і вібрації;
- небезпечне значення напруги в електричному колі чи статичної електрики, при якому може відбутися замикання через тіло людини та ін.

У зв'язку з наявністю перерахованих вище небезпечних і шкідливих виробничих факторів при застосуванні ручного електроінструменту в ремонтних цехах трамвайних і троллейбусних депо, необхідно приділяти увагу вимогам безпеки

проведення цих робіт.

Ручний електрифікований інструмент (далі – електроінструмент) повинен відповідати вимогам [1]. На корпусах електроінструмента повинні зазначатися інвентарні номери й дати проведення наступних перевірок, а на понижувальних і роздільних трансформаторах, перетворювачах частоти й захисно-вимикаючих пристроях – інвентарні номери й дати проведення наступних вимірювань опору ізоляції.

Для проведення ремонтних робіт РС МЕТ треба застосовуватися електроінструмент таких класів:

I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають ізоляцію, а штепсельна вилка – заземлювальний контакт. У електроінструмента такого класу допускається, щоб усі деталі, що перебувають під напругою, мали основну, а окремі деталі – подвійну або посилену ізоляцію;

II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію. Електроінструмент такого класу не має пристроїв для заземлення.

Номінальна напруга електроінструмента класів I і II не повинна перевищувати: 220 В – для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму.

III – електроінструмент на номінальну напругу не більше 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не повинні перебувати під іншою напругою. Електроінструмент такого класу повинен живитися від безпечної наднизької напруги, яка створюється автономним джерелом живлення або перетворенням більш високої напруги за допомогою роздільного трансформатора. Електроінструмент такого класу застосовують у приміщеннях з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом.

Електроінструмент, що живиться від мережі, повинен бути оснащений незнімним гнучким кабелем (шнуром) із штепсельною вилкою.

Незнімний гнучкий кабель, що застосовують для електроінструменту I класу, повинен мати:

- жилу, що з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної

вилки;

- еластичну трубку з ізоляційного матеріалу в місці входу шнура в електроінструмент для захисту стирання й перегинання. Трубка повинна закріплюватись в корпусних деталях електроінструмента так, щоб вона виступала з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю.

Для приєднання електроінструмента до джерела живлення повинен застосовуватися:

- трижильний шланговий кабель, що має дві жили для живлення й одну для заземлення, - для приєднання однофазного електроінструмента;

- чотирижильний кабель, одна з жил якого призначена для заземлення, - для приєднання трифазного електроінструмента.

Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із заземленим корпусом.

Електроінструмент класів II і III не підлягає заземленню. Забороняється використовувати для заземлення корпусу електроінструмента нульовий робочий провід.

***Вимоги безпеки при роботі з електроінструментом.*** Під час видавання електроінструмента і перед початком виконання робіт із його застосуванням повинні перевірятись:

- дата проведення останньої періодичної перевірки електроінструмента;

- відповідність напруги й частоти струму в електричній мережі напрузі та частоті струму електродвигуна електроінструмента, зазначеним на табличці;

- комплектність та надійність закріплення деталей;

- надійність закріплення робочого виконавчого інструмента (свердел, абразивних шліфувальних кругів, дискових пилок, ключів-насадів тощо);

- справність кабелю й штепсельної вилки, цілісність ізоляційних деталей корпусу, рукоятки й кришок щіткотримачів, наявність захисних кожухів і справність їх - перевіряють зовнішнім оглядом;

- чіткість роботи вимикача;

- робота на холостому ходу;



- справність кола заземлення між корпусом електроінструмента й контактом заземлювальної штепсельної вилки - для електроінструмента класу I, - щоб відвернути небезпеку ураження працівника електричним струмом у випадку замикання на корпус або у разі переходу високої напруги на обмотку нижчої напруги.

Крім того, під час видавання електроінструмента повинні видаватись: або засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килимки), або роздільний трансформатор, або перетворювач із роздільними обмотками, або захисно-вимикальний пристрій.

Необхідність застосування засобів індивідуального захисту зумовлена тим, що в приміщеннях з підвищеною небезпекою, в особливо небезпечних, а також в інших умовах підвищеної небезпеки опір людини може суттєво знижуватись, і в результаті випадкового дотику до струмоведучих частин струм, що проходить через тіло людини, може досягати небезпечних значень.

Під час виконання робіт із застосуванням електроінструмента повинен вилучатись з експлуатації електроінструмент у разі виявлення хоча б однієї з таких несправностей:

- пошкодження штепсельного з'єднання, кабелю або його захисної трубки;
- пошкодження кришки щіткотримача;
- нечітка робота вимикача;
- іскріння щіток на колекторі, що супроводжується появою кругового вогню на його поверхні;
- витікання мастила з редуктора або вентиляційних каналів;
- поява диму або запаху, характерного для палаючої ізоляції;
- поява підвищеного шуму, стуку, вібрації;
- злам або поява тріщин у корпусній деталі, рукоятці, захисному огороженні;
- пошкодження робочої частини електроінструмента;
- зникнення електричного зв'язку між металевими частинами корпусу й нульовим захисним штирем штепсельної вилки.

**Забороняється** під час виконання робіт із застосуванням електроінструмента:

- працювати у випадку, коли працівник, який застосовує електроінструмент, відчує хоча б слабку дію струму. У цьому разі роботу із застосуванням електроінструмента необхідно негайно припинити, а несправний електроінструмент здати для перевірки та ремонту;
- працювати у разі раптового зупинення електроінструмента внаслідок зникнення напруги в електричній мережі, заклинювання рухомих частин тощо. У цьому разі електроінструмент необхідно від'єднати від мережі вимикачем;
- переміщувати працюючий електроінструмент з одного робочого місця на інше, залишати його підключеним до електричної мережі під час перерви в роботі, після закінчення її, а також у разі виявлення несправності електроінструмента. В усіх цих випадках електроінструмент повинен від'єднуватись від електричної мережі за допомогою штепсельної вилки;
- установлювати робочу частину електроінструмента в патрон і вилучати її з нього, а інструмент регулювати до зупинення електроінструмента. Ці операції можна виконувати тільки після від'єднання електроінструмента від електричної мережі штепсельною вилкою й повного його зупинення;
- підключати електроінструмент напругою до 42 В до електричної мережі загального призначення через автотрансформатор, резистор або потенціометр;
- натягувати, перекручувати й перегинати кабель, який живить електроінструмент, ставити на нього вантаж, допускати перетинання цього кабелю з тросами, іншими кабелями, а також рукавами для газозварювання;
- самотужки розбирати та ремонтувати електроінструмент, кабель, штепсельні з'єднання тощо. Ці роботи повинні виконувати спеціально підготовлені працівники, які мають з електробезпеки групу не нижче III;
- працювати з електроінструментом із приставних драбин;
- торкатись руками до різального інструмента, що обертається;
- обробляти електроінструментом мокрі та обмерзлі деталі;
- залишати без нагляду підключений до електричної мережі

електроінструмент, а також передавати його працівникам, які не мають права виконувати роботу з його застосуванням.

Забороняється працювати електроінструментом, який:

- не має захисту від дії крапель або бризок, - якщо роботу виконують за умов дії крапель та бризок, а також на відкритих майданчиках під час снігопаду або дощу;
- не має розпізнавальних знаків (крапля в трикутнику або дві краплі). Працювати з таким електроінструментом дозволено поза приміщенням тільки в суху погоду, а під час снігопаду або дощу - під навісом на сухій землі або настилі.

***Випробування й перевірка.*** Електроінструмент, роздільні та понижувальні трансформатори, перетворювачі частоти, захисно-вимикальні пристрої та кабелі-подовжувачі повинні періодично, не рідше 1 разу на 6 місяців, проходити перевірку, яка включає:

- зовнішній огляд;
- перевірку роботи на холостому ході — не менше 5 хвилин;
- вимірювання протягом 1 хвилини мегомметром на напругу 500 В опору ізоляції, який повинен бути не менше 1 МОм, — за умови, що вимикач увімкнено;
- вимірювання опору обмоток електроінструмента і струмоведучого кабелю відносно корпусу й зовнішніх металевих деталей;
- вимірювання опору між первинною та вторинною обмотками трансформатора, а також між кожною з обмоток і корпусом;
- перевірку справності кола заземлення — для електроінструмента класу I. Справність кола заземлення повинна перевірятись за допомогою пристрою на напругу не більше 12 В, один контакт якого поєднується до заземлювального контакту штепсельної вилки, а другий — до доступної для дотику металевої деталі електроінструмента (наприклад, до шпинделя). У разі справного електроінструмента такий пристрій повинен показувати наявність струму.

Таблиця 1

## Встановлення відповідності дрилі загальним вимогам безпеки

№ з/п	Вимоги безпеки	Норматив не значення	Значення, отримане шляхом вимірів або огляду	Висновок
1.	Технічні характеристики електричної дрилі (тип, клас, робоча напруга, потужність, діаметр $d$ кабелю та ін.)			
2.	Дата проведення останньої періодичної перевірки електроінструмента	1 раз на 6 місяців		
3.	Довжина еластичної трубки з ізоляційного матеріалу в місці входження шнура в електроінструмент $l$ , мм	$l \geq 5d$		
4.	Пошкодження в дрилі: - штепсельного з'єднання, кабелю або захисної трубки - кришки щіткотримача - тріщин у корпусі або рукоятці	не повинно бути		
5.	Поява при роботі дрилі: - іскріння щіток на колекторі - витікання мастила - диму або запаху палаючої ізоляції - підвищеного шуму, вібрації	не повинно бути		

**ПРОТОКОЛ ЗВІТУ МІСТИТЬ**

1. Назву, мету, завдання до роботи.
2. Основні терміни та визначення з теми.
3. Порівняльний аналіз характеристик електроінструмента з діючими номами безпеки праці.
4. Результати розрахунків технічних та експлуатаційних вимог для модернізації та приведення у відповідності до правил техніки безпеки праці розглянутий електроінструмент.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. ГОСТ 12.2.013.0-91 ССБТ. “Машины ручные электрические. Общие требования безопасности и методы испытаний”.
2. НПАОП 40.1-1.21-98 “Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів”.
3. Посібник з вивчення та застосування правил безпечної роботи з інструментом та пристроями / А.М. Кравченко, О.А. Кравченко, П.П. Фещенко. – Харків: “Форт”, 2001. – 232 с.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Які небезпечні та шкідливі виробничі фактори впливають на працюючих під час роботи з абразивним інструментом?
2. Які класи електроінструменту треба застосовувати при проведенні ремонтних робіт у цехах депо?
3. Назвіть вимоги безпеки при роботі з ручним електроінструментом.
4. Які несправності необхідно виявляти до початку та в процесі роботи з ручним електроінструментом?
5. Випробування й перевірка електроінструменту.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### ТЕМА: ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМ ТА ДІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

**МЕТА РОБОТИ** – дослідити і виявити фактори, що впливають на наслідки ураження напругою, провести детальний аналіз характеру та процесу нанесення травми при ураженні електричним струмом різної природи.

#### **ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ:**

1. Оцінити основні причини виникнення електричних травм.
2. Провести аналіз основних видів травматизму при ураженні електричним струмом.
3. Провести класифікацію основних видів травм при ураженні електричним струмом.
4. Визначити причини летальних випадків при ураженні електричним струмом.
5. Визначити чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом.
6. Основи ТБ, щодо допустимих значень струмів і напруг.

#### **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ**

*Електробезпека* – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі із смертельними випадками, стається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано їх поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві. Випадки електротравматизму, під час експлуатації електроустановок напругою понад 1000 В нечасті, що обумовлено незначним поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є:

- випадкове доторкання до неізольованих струмопровідних частин електроустаткування;
- використання несправних ручних електроінструментів;
- застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В;
- робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань;
- доторкання до незаземлених корпусів електроустаткування, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- недотримання правил улаштування, технічної експлуатації та правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок та ін.

Органи чуття людини не здатні на відстані виявляти наявність електричної напруги. В зв'язку з цим захисна реакція організму проявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричної напруги. Проходячи через організм людини електричний струм справляє на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію.

Термічна дія струму проявляється опіками окремих ділянок тіла, нагріванням кровоносних судин, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм, що призводить до виникнення в них функціональних розладів.

Електролітична дія струму характеризується розкладом крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві порушення їх фізико-хімічного складу.

Механічна дія струму проявляється ушкодженнями (розриви, розшарування тощо) різноманітних тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту.

Біологічна дія струму на живу тканину проявляється небезпечним збудженням клітин та тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу.

Подразнення тканин організму внаслідок дії електричного струму може бути прямим, коли струм проходить безпосередньо через ці тканини, та рефлекторним (через центральну нервову систему), коли тканини не знаходяться на шляху проходження струму.

### **Види електричних травм.**

*Електротравма* – це травма, яка спричинена дією електричного струму чи електричної дуги. За наслідками електротравми умовно поділяють на два види: місцеві електротравми, коли виникає місцеве ушкодження організму, та загальні електротравми (електричні удари), коли уражається весь організм внаслідок порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем.

Характерними місцевими електричними травмами є електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні ушкодження та електроофтальмія.

*Електричний опік* – найбільш поширена місцева електротравма, яка, в основному, спостерігається у працівників, що обслуговують діючі електроустановки. Електричні опіки залежно від умов їх виникнення бувають двох видів: струмові (контактні), коли внаслідок проходження струму електрична енергія перетворюється в теплову, та дугові, які виникають внаслідок дії на тіло людини електричної дуги. Залежно від кількості виділеної теплоти та температури, а також і розмірів дуги електричні опіки можуть уражати не лише шкіру, але й м'язи, нерви і навіть кістки.

*Електричні знаки (електричні позначки)* являють собою плями сірого чи блідо-жовтого кольору у вигляді мозоля на поверхні шкіри в місці її контакту із струмовідними частинами.



*Металізація шкіри* – це проникнення у верхні шари шкіри найдрібніших часток металу, що розплавляється внаслідок дії електричної дуги.

*Механічні ушкодження* – це ушкодження, які виникають внаслідок судомних скорочень м'язів під дією електричного струму, що проходить через тіло людини. Вони проявляються у вигляді розривів шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, а також вивихів суглобів і навіть переломів кісток.

*Електрофтальмія* – це ураження очей внаслідок дії ультрафіолетових випромінювань електричної дуги.

Найбільш небезпечним видом електротравм є електричний удар, який у більшості випадків призводить до смерті потерпілого.

*Електричний удар* – це збудження живих тканин організму електричним струмом, що супроводжується судомним скороченням м'язів. Залежно від наслідків ураження електричні удари можна умовно підрозділити на чотири ступеня:

I – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II – судомні скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженням дихання та роботи серця;

III – втрата свідомості та порушення серцевої діяльності чи дихання (або одного і другого разом);

IV – клінічна смерть.

*Клінічна смерть* – це перехідний період від життя до смерті, що настає з моменту зупинки серцевої діяльності та легенів і триває 6 – 8 хвилин, доки не загинули клітини головного мозку. Після цього настає біологічна смерть.

Причинами летальних наслідків від дії електричного струму можуть бути:

❖ зупинка серця чи його фібриляція (хаотичне скорочення волокон серцевого м'яза);

❖ припинення дихання внаслідок судомного скорочення м'язів грудної клітки, що беруть участь у процесі дихання;

❖ електричний шок (своєрідна нервово-рефлекторна реакція організму у відповідь на подразнення електричним струмом, що супроводжується розладами кровообігу, дихання, обміну речовин і т. п.

Можлива також одночасна дія двох або навіть усіх трьох вищеназваних причин. шоківий стан може тривати від кількох десятків хвилин до діб.

### **Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом**

Характер впливу електричного струму на організм людини, а відтак і наслідки ураження, залежать від цілої низки чинників, які умовно можна підрозділити на чинники електричного (*сила струму, напруга, опір тіла людини, вид та частота струму*) та неелектричного характеру (*тривалість дії струму, шлях проходження струму через тіло людини, індивідуальні особливості людини, умови навколишнього середовища тощо*).

**Сила струму**, що проходить через тіло людини є основним чинником, який обумовлює наслідки ураження. Різні за величиною струми справляють і різний вплив на організм людини. Розрізняють три основні порогові значення сили струму:

– пороговий відчутний струм – найменше значення електричного струму, що викликає при проходженні через організм людини відчутні подразнення;

– пороговий невідпускаючий струм – найменше значення електричного струму, яке викликає судомні скорочення м'язів руки, в котрій затиснутий провідник, що унеможливило самостійне звільнення людини від дії струму;

– пороговий фібриляційний (смертельно небезпечний) струм – найменше значення електричного струму, що викликає при проходженні через тіло людини фібриляцію серця.

В табл. 1 наведено порогові значення сили струму при його проходженні через тіло людини по шляху „рука – рука” або „рука – ноги”.

Таблиця 1

## Порогові значення змінного та постійного струму

Вид струму	Пороговий відчутний струм, <i>мА</i>	Пороговий невідпускаючий струм, <i>мА</i>	Пороговий фібриляційний струм, <i>мА</i>
Змінний струм частотою 50 Гц	0,5 – 1,5	6 – 10	80 – 100
Постійний струм	5,0 – 7,0	50 – 80	300

Струм (змінний та постійний) більше 5 А викликає миттєву зупинку серця, минаючи стан фібриляції.

**Значення прикладеної напруги**  $U_n$  впливає на наслідки ураження, оскільки згідно закону Ома визначає силу струму  $I_n$ , що проходить через тіло людини, та його опір  $R_n$ :

$$I_n = U_n / R_n \quad (1)$$

Чим вище значення напруги, тим більша небезпека ураження електричним струмом. Умовно безпечною для життя людини прийнято вважати напругу, що не перевищує 42 В (в Україні така стандартна напруга становить 36 та 12 В), при якій не повинен статися пробій шкіри людини, що приводить до різкого зменшення загального опору її тіла.

**Електричний опір тіла людини** залежить, в основному, від стану шкіри та центральної нервової системи. Загальний електричний опір тіла людини можна представити як суму двох опорів шкіри та опору внутрішніх тканин тіла (рис. 1). Найбільший опір проходженню струму чинить шкіра, особливо її зовнішній ороговілий шар (епідерміс), товщина якого становить близько 0,2 мм. Опір внутрішніх тканин тіла незначний і становить 300 – 500 Ом.

Загальний опір тіла людини змінюється в широких межах — від 1 до 100 кОм, а іноді й більше. Для розрахунків опір тіла людини умовно приймають рівним  $R_t = 1$  кОм. При зволоженні, забрудненні та пошкодженні шкіри (потовиділення, порізи,

подряпини тощо), збільшенні прикладеної напруги, площі контакту, частоти струму та часу його дії опір тіла людини зменшується до певного мінімального значення (0,5 – 0,7 кОм).

Опір тіла людини зменшується також при захворюваннях шкіри, центральної нервової та серцево-судинної систем, проявах алергічної реакції тощо.

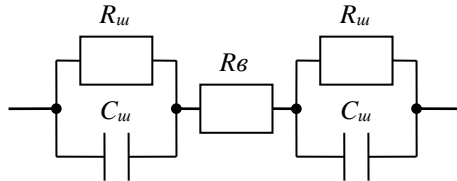


Рис. 1. Схема опору тіла людини:

$R_u$  – активний опір шкіри;  $C_u$  – ємнісний опір шкіри;  $R_e$  – опір внутрішніх тканин тіла

**Вид та частота струму**, що проходить через тіло людини, також впливають на наслідки ураження. Постійний струм приблизно в 4 – 5 разів безпечніший за змінний. Це пов'язано з тим, що постійний струм у порівнянні зі змінним промислової частоти такого ж значення викликає більш слабші скорочення м'язів та менш неприємні відчуття. Його дія, в основному, тепла. Однак, слід зауважити, що вищезазначене стосовно порівняльної небезпеки постійного та змінного струму є справедливим лише для напруги до 500 В. При більш високих напругах постійний струм стає не безпечнішим ніж змінний.

Частота змінного струму також відіграє важливе значення стосовно питань електробезпеки. Так найбільш небезпечним вважається змінний струм частотою 20—100 Гц. При частоті меншій ніж 20 або більшій за 100 Гц небезпека ураження струмом помітно зменшується. Струм частотою понад 500 кГц не може смертельно уразити людину. Однак дуже часто викликає опіки.

**Тривалість дії струму на організм людини** істотно впливає на наслідки ураження: чим більший час проходження

струму, тим швидше виснажуються захисні сили організму, при цьому опір тіла людини різко знижується і важкість наслідків зростає (табл. 4).

**Шлях проходження струму через тіло людини** є важливим чинником. небезпека ураження особливо велика тоді, коли на шляху струму знаходяться життєво важливі органи – серце, легені, головний мозок. Існує багато можливих шляхів проходження струму через тіло людини (петель струму), характеристики найбільш поширених серед них наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика найбільш поширених шляхів  
проходження струму через тіло людини

Шлях струму	Частота виникнення даного шляху струму, %	Частка потерпілих, які втрачали свідомість протягом дії струму, %	Значення струму, що проходить через серце, % від загального струму, що проходить через тіло
Рука—рука			
Права рука—ноги	40	83	3,3
Ліва рука—ноги	20	87	6,7
Нога—нога	17	80	3,7
Голова—ноги	6	15	0,4
Голова—руки	5	88	6,8
Інші	4	92	7,0
	8	65	—

**Індивідуальні особливості людини** значною мірою впливають на наслідки ураження електричним струмом. Для жінок порогові значення струму приблизно в півтора рази є нижчими, ніж для мужчин. Ступінь впливу струму істотно залежить від стану нервової системи та всього організму в цілому. Так, у стані нервового збудження, депресії, сп'яніння, захворювання (особливо при захворюваннях шкіри, серцево-судинної та центральної нервової систем) люди значно чутливіші до дії на них струму. Важливе значення має також

уважність та психічна готовність людини до можливої небезпеки ураження струмом.

**Умови навколишнього середовища** можуть підвищувати небезпеку ураження людини електричним струмом. Так, у приміщеннях з високою температурою та відносною вологістю повітря наслідки ураження можуть бути важчими, оскільки значне потовиділення для підтримання теплорівноваги між організмом та навколишнім середовищем, призводить до зменшення опору тіла людини.

### Допустимі значення струмів і напруг

Для правильного визначення необхідних засобів та заходів захисту людей від ураження електричним струмом необхідно знати допустимі значення напруг доторкання та струмів, що проходять через тіло людини.

*Напруга доторкання* – це напруга між двома точками електричного кола, до яких одночасно доторкається людина. Гранично допустимі значення напруги доторкання та сили струму для нормального (безаварійного) та аварійного режимів електроустановок при проходженні струму через тіло людини по шляху „рука – рука” чи „рука – ноги” регламентуються ГОСТ 12.1.038-82 (табл.3 та 4).

Таблиця 3

Граничнодопустимі значення напруги доторкання  $U_{дон}$  та сили струму  $I_L$ , що проходить через тіло людини при нормальному режимі електроустановки

Вид струму	$U_{дон}, B$ (не більше)	$I_L, mA$ (не більше)
Змінний, 50 Гц	2	0,3
Змінний, 400 Гц	3	0,4
Постійний	8	1,0

При виконанні роботи в умовах високої температури (більше 25 °C) і відносної вологості повітря (більше 75 %) значення таблиці 3 необхідно зменшити у три рази.

Аварійний режим електроустановки означає, що вона має певні пошкодження, які можуть призвести до виникнення

небезпечних ситуацій. Як видно із таблиці 4 значення  $U_{\text{доп}}$  та  $I_L$  істотно залежать від тривалості дії струму.

Таблиця 4

Граничнодопустимі значення напруги доторкання  $U_{\text{доп}}$  та  $I_L$ , що проходить через тіло людини при аварійному режимі електроустановки

Вид струму	Нормоване значення	Тривалість дії струму $t, c$					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	Більше 1,0
Змінний, 50 $f_{ц}$	$U_{\text{доп}}, B$	500	250	100	70	50	36
	$I_L, mA$	500	250	100	70	50	6
Постійний	$U_{\text{доп}}, B$	500	400	250	230	200	40
	$I_L, mA$	500	400	250	230	200	15

Граничнодопустимі значення сили струму (змінного та постійного), що проходить через тіло людини при тривалості дії більше ніж 1 с нижчі за пороговий невідпускаючий струм, тому при таких значеннях людина доторкнувшись до струмопровідних частин установки здатна самостійно звільнитися від дії електричного струму.

### ПРОТОКОЛ ЗВІТУ МІСТИТЬ

1. Назву, мету, завдання до роботи.
2. Основні терміни та визначення з теми.
3. Порівняльний аналіз характеристик електротравм з діючими номами безпеки праці.
4. Результати розрахунків технічних та експлуатаційних вимог для улаштування у відповідності до правил техніки безпеки праці робочого місця.

### СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці. –К.: Каравела, 2004. – 408 с.
2. Гогіташвілі Г. Г. Системи управління охороною праці: Навч. посібник. – Львів.: Афіша, 2002. – 320 с.
3. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1985. – 319 с.

4. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1985 – 376с.
5. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1983. – 432с.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Що таке електротравма?
2. Яким чином класифікуються травми при ураженні електричним струмом?
3. Чи впливає природа електричного струму на характер електричної травми?
4. В чому полягає перша долікарняна допомога в разі ураження працівника електричним струмом?
5. Яким чином впливають умови навколишнього середовища на ступінь ураження струмом?



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### ТЕМА: НЕБЕЗПЕКА ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

**МЕТА РОБОТИ:** провести ознайомлення та засвоєння матеріалу з питань системи улаштувань заземлювача та використання його, як системи запобігання ураження працюючого електричним струмом.

#### ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ:

1. Провести модельний розрахунок заземлювача з визначенням його потенціалу.
2. Провести розрахунок зони розтікання струму.
3. Визначити величину напруги дотику.
4. Проаналізувати можливості виникнення напруги кроку та провести її розрахунок.

#### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

*Замиканням на землю* називається випадкове електричне з'єднання частин електроустановки, які знаходяться під напругою, із землею. Таке замикання може відбутися при пошкодженні ізоляції та переході фазної напруги мережі на заземлені корпуси електроустановок, при падінні на землю проводу під напругою та в інших випадках. Струм від заземлених корпусів, що опинилися під напругою переходить у землю через електрод, який здійснює контакт з ґрунтом. Спеціальний металевий електрод, який для цього використовують прийнято називати *заземлювачем*. Струм, розтікаючись у ґрунті створює на його поверхні потенціали. Оскільки заземлювач може мати різні розміри та форму, то закон розподілу потенціалів визначається складною залежністю. Окрім того, електричні властивості ґрунту неоднорідні, особливо ґрунту з різними прошарками. Для того, щоб спростити картину розтікання електричного поля приймаємо, що струм стікає в землю через одинарний заземлювач напівсферичної форми, який знаходиться в однорідному ізопному ґрунті з питомим опором  $\rho$ , котрий значно

перевищує питомий опір матеріалу заземлювача (рис. 1). Густина струму  $\delta$  в точці А на поверхні ґрунту, що знаходиться на відстані  $x$  від заземлювача визначається як відношення струму замикання  $I_3$  до площі поверхні півкулі радіусом  $x$ :

$$\delta = \frac{I_3}{2\pi x^2}. \quad (1)$$

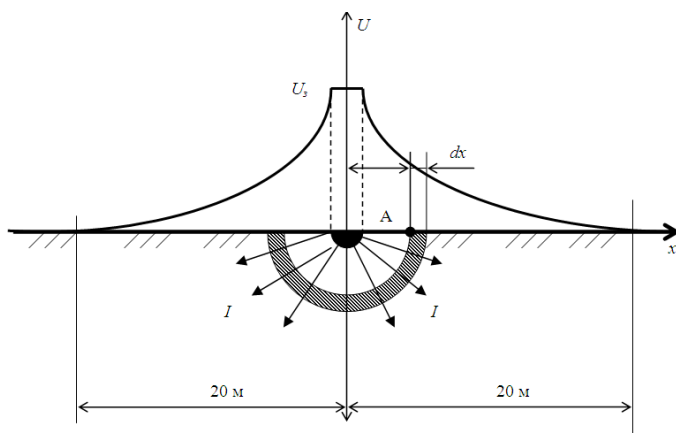


Рис. 1. Розтікання струму в ґрунті через напівсферичний заземлювач

Для визначення потенціалу точки А виділимо елементарний шар товщиною  $dx$ . Падіння напруги в цьому шарі становить  $dU = E \cdot dx$ . Потенціал точки А дорівнює сумарному падінню напруги від точки А до землі, тобто нескінченно віддаленої точки з нульовим потенціалом:

$$\varphi_A = U_A = \int_x^{\infty} dU = \int_x^{\infty} E \cdot dx. \quad (2)$$

Напруженість електричного поля в точці А визначається із закону Ома, який виразимо наступною формулою:

$$E = \delta \cdot \rho . \quad (3)$$

Підставивши це значення, одержимо:

$$\varphi_A = U_A = \int_0^{\infty} \delta \cdot \rho \cdot dx = \int_0^{\infty} \frac{I_3 \rho}{2\pi x^2} dx = \frac{I_3 \rho}{2\pi x} . \quad (4)$$

З формули (4) видно, що потенціали точок ґрунту в зоні розтікання змінюються за гіперболічним законом (рис.1).

*Зоною розтікання струму* називається зона землі, за межами якої електричні потенціали, обумовлені струмом замикання на землю можна умовно прийняти за нуль. Як правило, така зона обмежується об'ємом півсфери радіусом приблизно 20 м.

Людина, що стоїть на землі чи на струмопровідній підлозі в зоні розтікання струму і доторкається при цьому до заземлених струмопровідних частин, опиняється під напругою доторкання. Якщо ж людина стоїть чи проходить через зону розтікання то вона може опинитися під напругою кроку, коли її ноги знаходяться в точках з різними потенціалами.

**Напруга доторкання.** Для людини, що стоїть на землі і доторкається до заземленого корпусу, що опинився під напругою, визначити напругу доторкання  $U_{dot}$  можна як різницю потенціалів між руками  $\varphi_p$  та ногами  $\varphi_n$

$$U_{dot} = \varphi_p - \varphi_n . \quad (5)$$

Оскільки людина доторкається до заземленого корпусу, то потенціал руки і є потенціалом цього корпусу або напругою замикання:

$$\varphi_p = U_3 = \frac{I_3 \rho}{2\pi x_3} . \quad (7)$$

Ноги людини знаходяться в точці А і потенціал ніг дорівнює:

$$\varphi_n = \varphi_A = \frac{I_3 \rho}{2\pi x} . \quad (8)$$

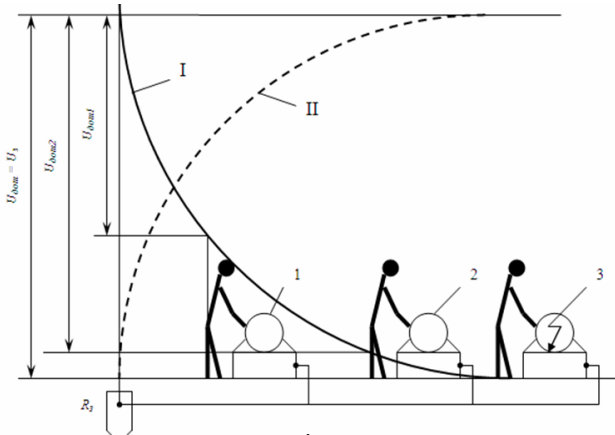


Рис. 2. Напряга доторкання до заземлених струмопровідних частин, що опинилися під напругою

На рис. 2 показано три корпуси споживачів (електродвигунів), які приєднані до заземлювача  $R_3$ . Потенціали на поверхні ґрунту при замиканні на корпус будь-якого споживача фазної напруги розподіляються за кривою  $I$ . Потенціали усіх корпусів однакові, оскільки вони електрично з'єднані між собою заземлювальним провідником, падінням напруги в якому можна знехтувати. Для того, щоб визначити напругу доторкання  $U_{дот}$  необхідно від напруги замикання  $U_3$  відняти потенціал тої точки ґрунту, на якій стоїть людина. Якщо людина стоїть над заземлювачем то напруга доторкання дорівнює нулю, оскільки, потенціали рук та ніг однакові і дорівнюють потенціалу корпусів (напрузі замикання). При віддалені від заземлювача напруга доторкання зростає і у людини, що доторкнулась до останнього (третього) корпусу вона стає рівною напрузі замикання, оскільки в цій точці ґрунту

потенціал ніг людини дорівнює нулю. Таким чином, напруга доторкання в межах розтікання струму є часткою напруги замикання і зменшується в міру наближення до заземлювача. В загальному випадку для заземлювачів будь-якої конфігурації

$$U_{\text{дот}} = U_3 \alpha, \quad (9)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт напруги доторкання, який залежить від форми заземлювача і відстані від нього (приймається за таблицею).

**Напруга кроку.** Людина, яка опиняється в зоні розтікання струму, знаходиться під напругою, якщо її ноги стоять на точках ґрунту з різними потенціалами. *Напругою кроку (кроковою напругою)* називається напруга між двома точками електричного кола, що знаходяться одна від одної на відстані кроку (0,8 м) і на яких одночасно стоїть людина. На рис. 3 наведено розподіл потенціалів навколо одиночного заземлювача. Напруга кроку  $U_k$  визначається як різниця потенціалів між точками 1 та 2, на яких стоять ноги людини:

$$U_k = \varphi_1 - \varphi_2. \quad (10)$$

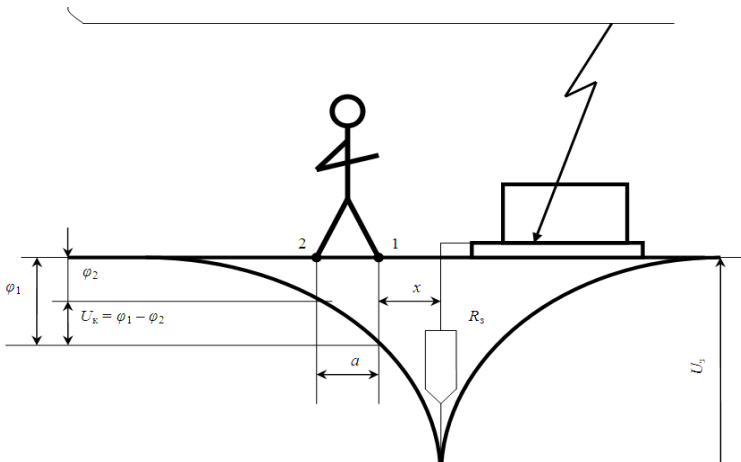


Рис. 3. Напруга кроку

Оскільки точка 1 знаходиться на відстані  $x$  від заземлювача, то її потенціал при напівсферичному заземлювачі дорівнює

$$\varphi_1 = I_3 \rho / 2\pi x. \quad (11)$$

Точка 2 знаходиться на відстані  $x + a$ , де  $a$  – відстань кроку людини. в такому випадку її потенціал становить

$$\varphi_2 = I_3 \rho / 2\pi(x + a). \quad (12)$$

Тоді

$$U_k = \frac{I_3 \cdot \rho}{2 \cdot \pi} \cdot \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{x + a} \right) = \frac{I_3 \cdot \rho \cdot a}{2 \cdot \pi \cdot x \cdot (x + a)}. \quad (13)$$

Із формули (13) та рис. 3 видно, що напруга кроку знижується в міру віддалення від точки замикання на землю та при меншій довжині кроку людини. хоча при напрузі кроку струм проходить через тіло людини по шляху „нога – нога”, який є менш небезпечним за інші, однак відомо немало випадків ураження струмом, які спричинені саме кроковою напругою. Важкість ураження зростає із-за судомних скорочень м’язів ніг, що призводить до падіння людини, при цьому струм проходить по шляху „рука – ноги” через життєво важливі органи. Крім того, зріст людини більший за довжину кроку, що обумовлює більшу різницю потенціалів.

У випадку обриву проводу лінії електропередач забороняється наближатися до місця замикання проводу на землю в радіусі 8 м. Виходити із зони розтікання струму необхідно кроками, що не перевищують довжини ступні. Якщо необхідно наблизитися до місця замикання проводу на землю, то для запобігання ураження кроковою напругою необхідно вдягнути діелектричні калоші чи боти.

## **ПРОТОКОЛ ЗВІТУ МІСТИТЬ**

1. Назву, мету, завдання до роботи.
2. Основні терміни та визначення з теми.
3. Порівняльний аналіз характеристик електричних параметрів заземлювача з діючими номами безпеки праці.
4. Результати розрахунків технічних та експлуатаційних вимог для улаштування у відповідності до правил техніки безпеки праці робочого місця для заземлювача.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці. –К.: Каравела, 2004. – 408 с.
2. Гогіташвілі Г. Г. Системи управління охороною праці: Навч. посібник. – Львів.: Афіша, 2002. – 320 с.
3. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1985. – 319 с.
4. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1985 – 376с.
5. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1983. – 432с.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. В чому полягає призначення заземлювача.
2. Яким чином здійснюється розтікання струму вздовж заземлювача.
3. Як діє напруга дотику на людину.
4. Від чого залежить величина крокової напруги.
5. В чому переваги групових заземлювачів.

## 4. ВПЛИВ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УМОВ НА БЕЗПЕКУ ПРАЦІ

### 4.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВЕЛИЧИНИ.

Ступінь втоми очей залежить від напруженості процесів, які супроводжують зорове сприйняття, тобто від напруженості процесів акомодатії, конвергенції та адаптації очей.

**Акомодатія** – здатність ока до чіткого бачення предмета на різних від нього відстанях за допомогою зміни кривизни кришталіка (мінімальна відстань акомодатії  $\sim 11$  см і до 56 м). Сила акомодатії  $A=R_d+R_\delta$ . Втома м'язів ока приводить до появи короткозорості та далекозорості (аметропія очей). Анізетропія – нерівність аметропій очей спостерігає.

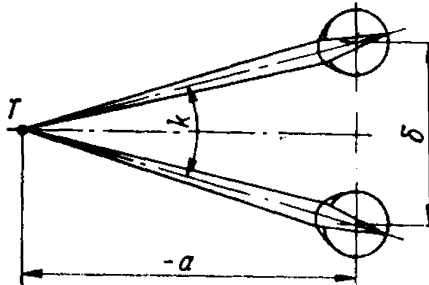


Рис. 4.1. До зв'язку між акомодатією та конвергенцією при стереоскопічному сприйнятті світу

**Конвергенція (рефракція)** – здатність очей при розгляданні близьких предметів приймати положення, при якому зорові промені пересікаються на ньому (мінімальна відстань 10 см, нормальна, без напруження 47-48 см). Хвороба очей пов'язана з їх конвергенцією – косозорість. Якщо віддаль між очима рівна  $\delta$ , то при малому куті конвергенції  $k$  їх осей отримується проста умова для нормального стереоскопічного сприйняття навколишнього світу (рис. 4.1):  $A \cdot k = \delta = const$ , тобто, при



стереоскопічному баченні існує тісний зв'язок між акомодациєю ока та конвергенцією їх осей.

**Адаптація** – зміна чутливості ока в залежності від дії на нього подразника, зумовлена зміною діаметра зіниці а також двома типами чутливих рецепторів: паличок та колбочок. Тривала переадаптація призводить до втоми очей. (Діапазон чутливості ока по яскравості від  $10^{-7}$  до  $10^6$  ніт).

**Освітлювальні умови характеризуються наступними величинами:**

➤ **Світловим потоком**  $\Phi = L/t$  [лм (люмен)] – є світлова енергія  $L$  яка проходить через деяку площадку за одиницю часу та оцінена оком, тобто це потужність випромінювання оцінена оком. Одиницею світлового потоку є люмен (лм) — світловий потік від еталонного точкового джерела в одну канделу (міжнародну свічку), розташованого у вершині тілесного кута в 1 стерадіан (рис. 4.2). Під *стерадіаном* розуміють тілесний кут у центрі сфери, який вирізає на її поверхні ділянку площі, що дорівнює квадрату радіуса сфери.

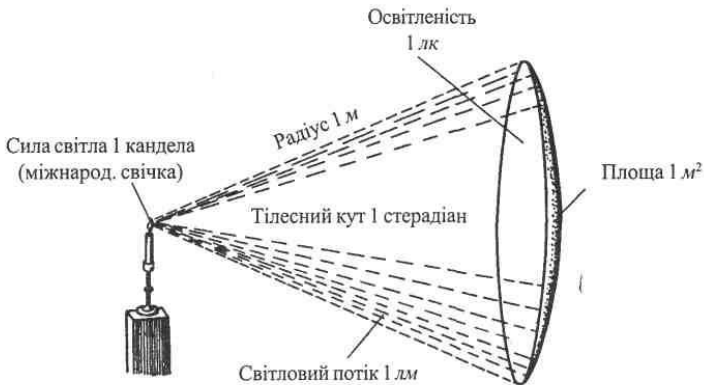


Рис. 4.2. Схематичне зображення, що пояснює деякі основні світлотехнічні одиниці

➤ **Силою світла**  $I = \Phi/\omega$  [кд (кандела)] є просторова густина світлового потоку. За одиницю сили світла прийнята *кандела (кд)* — сила світла точкового джерела, що випромінює світловий потік в 1 лм, який рівномірно розподіляється всередині тілесного кута в 1 стерadian.  $1 \text{ кд} = 0.999 \text{ св}$ .

➤ **Освітленість**  $E = \Phi/S$  [лк (люкс)] – поверхнева густина світлового потоку на об'єкті опромінення. За одиницю освітленості прийнято *люкс (лк)* – рівень освітленості поверхні площею  $1 \text{ м}^2$ , на яку падає рівномірно розподіляючись, світловий потік в 1 люмен.  $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм}/1 \text{ см}^2$ .

Освітленість деякої площадки в околі точки  $A$ , створена точковим джерелом із силою світла  $I$ , знаходиться із

$$\text{співвідношення } E = \frac{I \cos \alpha}{R^2}.$$

➤ **Ступінь бачення** (*яскравість джерела або опроміненого предмету*) залежить від величини сили світла, випромінююмого джерелом (відбитого предметом) в напрямку ока, віднесеної до проекції поверхні, що світиться, на площину, перпендикулярну даному напрямку.

**Яскравість джерела** або освітленого предмету:  $B = \frac{dI}{dS \cos \alpha}$

$$\left[ \frac{\text{кд}}{\text{м}^2} \right],$$

де  $I$  – сила світла, що випромінюється поверхнею в заданому напрямку,  $S$  – площа поверхні,  $\alpha$  – кут між нормаллю до елемента поверхні  $S$  і напрямком, для якого визначається яскравість.

Одиницею яскравості є *ніт (нт)* — яскравість поверхні, що світиться і від якої в перпендикулярному напрямку випромінюється світло силою в 1 канделу з  $1 \text{ м}^2$ . В старих одиницях, які вже заборонені до використання, яскравість вимірювалась у  $1 \text{ св з } 1 \text{ м}^2 = 1 \text{ нит} = 10^{-4} \text{ стільб}$  ( $1 \text{ св з } 1 \text{ см}^2$ ).

До основних показників, що визначають умови зорової роботи, відносяться такі поняття як фон, контраст об'єкта з фоном, видимість, показник осліпленості, коефіцієнт пульсації.

➤ **Фон** – поверхня, яка прилягає безпосередньо до об'єкту розрізнення. Фон характеризується коефіцієнтом відбивання  $R$  цієї поверхні, який залежним від кольору та фактури поверхні, його значення знаходиться в межах від 0.02 до 0.95. Якщо коефіцієнт відбивання більше 0.4 – фон світлий, від 0.2 до 0.4 – середній, менше 0.2 – темний.

➤ **Контраст об'єкта з фоном** –  $K$ , характеризується співвідношенням яскравостей об'єкта  $B_o$  та фона  $B_\phi$  й визначається за формулою  $K = \frac{|B_\phi - B_o|}{B_\phi}$ . При  $K > 0.5$  контраст великий, при  $K$  від 0.2 до 0.5 – середній, при  $K \leq 0.2$  контраст слабкий.

➤ **Видимість**  $V$  – характеризує здатність ока сприймати об'єкт. Вона залежить від освітленості, розміру об'єкту, його яскравості, контрасту об'єкта з фоном, тривалості експозиції. Видимість визначається числом порогових контрастів  $K_{nop}$  в контрасті об'єкта та фона  $V = K/K_{nop}$  ( $K_{nop}$  – мінімальний контраст, який може розрізнити око, менше якого об'єкт оком не розрізняється).

➤ **Показник осліпленості**  $P$  – критерій оцінки сліпучої дії освітлювальної установки, значення якого визначається за формулою  $P = (S - 1) \cdot 1000$ , де  $S = V_1/V_2$  – коефіцієнт осліпленості,  $V_1$  та  $V_2$  – видимість об'єкту спостереження відповідно при екрануванні та при наявності блискучих джерел в полі зору.

➤ **Коефіцієнт пульсації освітленості**  $K_n$  – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості внаслідок зміни

з часом світлового потоку *газорозрядних* ламп при живленні їх змінним струмом у %.  $K_n$  визначається за формулою

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{cp}} \cdot 100\% .$$
 Відповідні значення освітленості

беруться за період її коливання в люксах.  $K_n$  не повинен перевищувати 10 – 20% (Один з негативних моментів пульсації освітленості – стробоскопічний ефект).

## 4.2. НОРМУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯ

Природне освітлення характеризується тим, що створюване в приміщенні освітлення змінюється в надзвичайно широких межах. Ці зміни зумовлені часом дня, часом року та метеорологічними факторами: станом хмарності та відбиваючими властивостями земного покривала. Тому на відміну від штучного природне освітлення неможливо кількісно нормувати величиною освітленості в люксах.

Для нормування природного освітлення прийнята відносна величина *коефіцієнт природної освітленості* (КПО).

$$e = \frac{E_6}{E_3} \cdot 100\% , \quad (4.1)$$

де  $e$  – коефіцієнт природної освітленості,  $E_6$  – освітленість всередині приміщення в люксах,  $E_3$  – одночасна горизонтальна освітленість зовні в люксах, але не прямим сонячним світлом, а дифузним (всім небом при затіненні прямого сонячного світла). Значення  $e$  задається санітарними нормами проектування виробничих підприємств.

Нормоване значення КПО ( $e_H$ ) залежить від *характеру зорової праці*, (існує IX розрядів) *виду освітленості* (*бокове, двостороннє бокове, верхнє, комбіноване*), стійкості сніжного покриву та пояса світлового клімату, де розташоване приміщення.  $e_H$  визначається виразом

$$e_H = e_H^{III} \cdot m \cdot c, \quad (4.2)$$

де  $e_H^{III}$  – значення КПО для III поясу світлового клімату, яке визначається з врахуванням характеру зорової праці по нормах, приведених в СНіП II-4-79/85 “Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования”;  $m$  – коефіцієнт світлового клімату, який характеризує особливості світлового клімату в місці розташування підприємства та визначається по табл.4 в СНіП II-4-79/85;  $c$  – коефіцієнт сонячності, який визначається по таблицях санітарних норм і правил в залежності від орієнтації будівлі відносно сторін світу.

Для кожного виробничого приміщення будується крива значень КПО в характерному перерізі (поперечний переріз посередині приміщення, який перпендикулярний до площини основних вікон).

Методики розрахунку КПО на робочих місцях при проектуванні промислових приміщень приведені в СНіП ми на цих методах зупинятися не будемо.

Криві значень КПО в характерному перерізі характеризують світлотехнічні якості приміщення див. рис. 4.3. При *боковому* освітленні нормується мінімальне значення КПО ( $e_{\min}$ ), або в точці, розміщеній на віддалі 1 м від стіни, найбільш віддаленої від світлових проїомів (рис. 4.4 а, б). В приміщеннях з *верхнім* та *комбінованим* освітленням нормується середнє значення КПО.

Крім кількісного показника – коефіцієнта природної освітленості, для *виробничих приміщень з верхнім освітленням* нормується ще й якісна характеристика – ***нерівномірність природного освітлення***. Тобто співвідношення найбільшого та найменшого значення КПО в межах характерного перерізу приміщення. Нерівномірність не повинна перевищувати 2:1 для робіт I та II розрядів і 3:1 для робіт III і V розрядів.

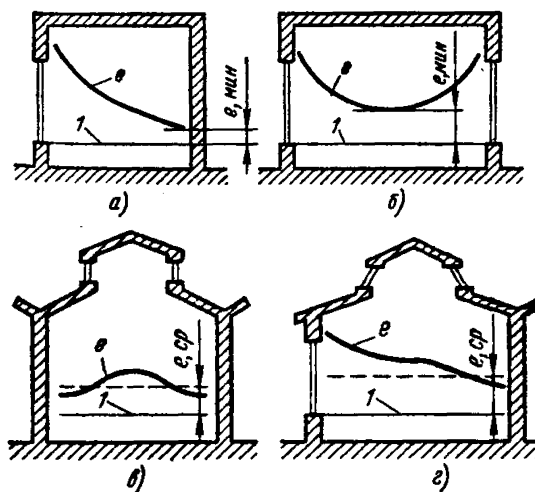


Рис. 4.3. Схеми розподілу коефіцієнтів природної освітленості по перерізу приміщення: *a* – одностороннє бокове освітлення; *б* – двохстороннє бокове освітлення; *в* – верхнє освітлення; *г* – комбіноване освітлення; *l* – рівень робочої площини

Величина нормованого значення освітлення, тобто мінімально-достатнього освітлення, при штучному освітленні встановлюється СНіП II-4-79/85 в залежності від *характеру зорової роботи, контрасту об'єкта з фоном і характеристики фону*.

Нормами встановлено **9 розрядів зорових робіт** від робіт найбільшої точності (I розряд) до робіт, на складах громіздких предметів та сипучих матеріалів (IX розряд). В основу класифікації для перших п'яти розрядів покладено **розмір об'єкта розрізнення**, під яким розуміється предмет що розглядається або його частина, а також дефект, який необхідно розрізнити, наприклад, нитка тканини, крапка, лінія, пляма і т.п. Так для I розряду мінімальний розмір об'єкта розрізнення складає 0.15 мм, для V розряду – роботи дуже малої точності – мінімальний розмір – 5 мм. Для перших п'яти розрядів, які мають чотири підрозряди (*a*, *б*, *в*, *г*) нормовані значення освітленості залежать не лише від мінімального

розміру об'єкту розрізнення, але й від *контрасту об'єкта розрізнення з фоном* та *характеристик фону*. Найбільша нормована освітленість – 5000 лк (розряд I а), найменша – 30 лк (VIII розряд – загальне періодичне спостереження за ходом виробничого процесу при періодичному перебуванні людей у приміщенні), при такому освітленні не можна спостерігати за показами приладів та вести записи.

Згідно СНіП II-4-79 прийняті наступні *системи освітлення*:

- загальне освітлення (освітлене все приміщення);
- комбіноване (загальне 10% + місцеве 90%);
- місцеве (освітлена лише робоча поверхня);
- аварійне (при відключенні робочого освітлення), не менше 2 лк на рівні підлоги;
- евакуаційне (в місцях, небезпечних для евакуації людей, сходах),  $\geq 0.5$  лк на рівні підлоги;
- охоронне (на границях територій, які охороняються в нічний час),  $\approx 0.5$  лк на поверхні ґрунту;
- чергове освітлення – освітлення в неробочій час.

#### **4.3. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ**

Завдання розрахунку – визначення споживаної потужності електричного освітлювального обладнання для створення певної освітленості, або при даному числі та потужності ламп визначити очікувану освітленість на робочому місці.

Проектуючи освітлювальне обладнання необхідно розв'язати ряд питань.

**1. Вибрати тип джерела світла.** Газорозрядні лампи можуть застосовуватися при температурі повітря не менше  $+10^{\circ}\text{C}$  та напрузі в мережі живлення струмом, яка не падає нижче 90% від номінальної. В інших випадках – лампи розжарювання.

**2. Вибрати систему освітлення.** Визначаючи систему освітлення, необхідно враховувати, що більш економічною є система комбінованого освітлення, але в гігієнічному

відношенні система загального освітлення досконаліша, оскільки створює більш рівномірний розподіл світлової енергії. Застосовуючи *локалізоване загальне освітлення*, можна найпростіше досягти якісного освітлення з забезпеченням високих рівнів освітленості на робочих місцях без значних економічних затрат. При виконанні робіт I–IV, V а і V б розрядів необхідно використовувати *систему комбінованого освітлення*, так як застосування місцевих світильників підвищує освітленість, допомагає створити необхідну направленість світлового потоку для виключення засліплення та виконання певних зорових робіт на просвіт (наприклад, виявлення невеликих отворів, шпаринок і т. п.).

**3. Провести розподіл світильників та визначити їх кількість.** Світильники можуть розташовуватися рядами, в шахматному порядку або іншим чином. Забезпечення рівномірного розподілу освітленості досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників  $l$  до висоти їх підвісу над робочою поверхнею  $h_p$  складає від 1,4 до 2,0 в залежності від типу світильника. Для прикладу розглянемо деякі типи світильників (рис. 4.4).

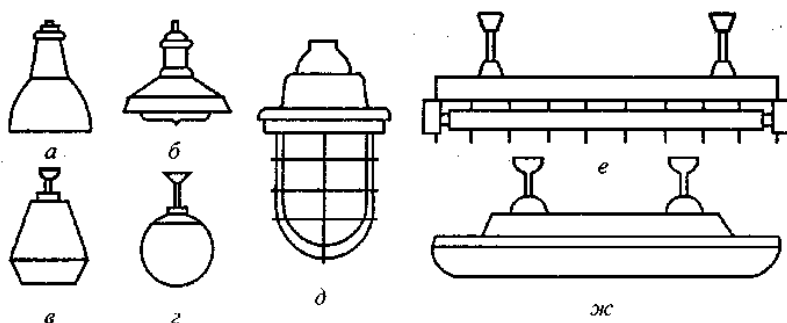


Рис. 4.4. Світильники: 1 – “Універсал”; 2 – “Глибовипромінювач”; 3 – “Люцетта”; 4 – “Молочна куля”; 5 – типу ВЗГ; 6 – типу ВД; 7 – типу ПВЛ



Для світильника “універсал”  $l/h_p = 1,5$ , а для “глибоковипромінювача” – 1.4. Ці світильники використовуються для ламп розжарювання та називаються світильниками прямого світла.

До світильників переважно прямого та розсіяного світла відносяться: “люцетта” ( $l/h_p = 1,4$ ), куля з молочного скла ( $l/h_p = 2,0$ ).

Ряд світильників випускаються для приміщень з важкими умовами середовища. Наприклад, світильник типу ВЗГ (вибухогазобезпечний), конструкція якого передбачає локалізацію вибуху всередині світильника, для нього  $l/h_p = 2,0$ .

При використанні люмінесцентних ламп для освітлення виробничих приміщень з невеликою запыленістю та нормальною вологістю застосовують світильники типу ВД, відкритий денного світла, ( $l/h_p = 1,4$ ). Для приміщень з великим вмістом вологи та пилу – закриті типу ПВЛ (пиле-волого-захищений, люмінесцентний),  $l/h_p = 1,5$ . В люмінесцентних світильниках встановлюється дві або більше ламп. Це дає можливість, використовуючи спеціальні схеми включення, які зміщують фази пульсації світлового потоку ламп, зменшити пульсацію сумарного світлового потоку світильника та виключити стробоскопічний ефект.

**4. Визначити нормовану освітленість на робочому місці.** Для цього необхідно визначити характер зорової роботи по найменшому розміру об’єкту розпізнавання, оцінити контраст об’єкту з фоном та фон на робочому місці й по таблицях СНіП у відповідності з вибраною системою освітлення та джерелом світла, знаходять мінімальну нормовану освітленість.

Для розрахунку штучного освітлення користуються в основному трьома методами.

**I. Метод коефіцієнта використання світлового потоку або метод коефіцієнта використання освітлювальної установки.** Даний метод є основним для розрахунку освітлювальної установки при рівномірному розміщенні світильників загального освітлення та горизонтальній робочій поверхні. При цьому методі враховується як світловий потік джерел світла, так і світловий потік, відбитий від стін, стелі та інших поверхонь приміщення. Розрахунок ведеться згідно виразу

$$\Phi_c = \frac{E_H \cdot S \cdot z \cdot K_3}{N \cdot \eta}, \quad (4.3)$$

де  $\Phi_c$  – світловий потік *одного світильника*, лм;  $E_H$  – нормована освітленість, лк;  $S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;  $z$  – коефіцієнт, що враховує відношення середньої освітленості до мінімальної (при освітленні лініями люмінесцентних світильників  $z=1,1$ , взагалі  $z=1.1 \div 1.5$ );  $K_3$  – коефіцієнт запасу, який залежить від забрудненості повітря, тобто типу виробництва, і вибирається з відповідних таблиць СНІП П-4-79/85;  $N$  – число світильників;  $\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

**Коефіцієнт використання світлового потоку** визначається за світлотехнічними таблицями. Він залежить від ККД та кривої розподілу сили світла світильника, коефіцієнтів відбивання стелі, підлоги та стін, висоти підвісу світильника над поверхнею та конфігурації приміщення, яка визначається показником приміщення

$$i = \frac{ab}{h_p(a+b)}, \quad (4.4)$$

де  $a$  та  $b$  – ширина та довжина приміщення, м;  $h_p$  – висота підвісу світильника над поверхнею, м.

Підраховавши індекс приміщення, обравши тип світильників і оцінивши коефіцієнти відбивання стін, стелі та підлоги, по таблицям, що приведені в світлотехнічних довідниках та книгах, можна знайти значення коефіцієнта використання світлового потоку.

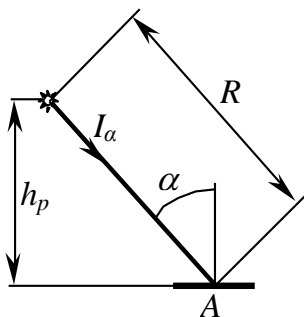


Рис. 4.5. До точкового методу розрахунку освітленості

Мінімальна необхідна освітленість  $E_H$  встановлюється по СНіП П-4-79/85. Число світильників вибирається з врахуванням найвигіднішого їх розташування. Після цього можна підрахувати необхідний світловий потік *одного світильника*. По необхідному світловому потоку підбирається найближча стандартна лампа, визначається її потужність, а потім потужність всієї установки. *Якщо в світильнику не одна лампа, а дві чи три, то це необхідно врахувати при підборі ламп.*

**II. Точковий метод.** Він використовується для розрахунку локалізованого та місцевого освітлення горизонтальних та похилих поверхонь у випадках, коли відбитим світлом можна знехтувати. Точковий метод використовує формулу (див. рис. 4.5)

$$E = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{K_3 \cdot h_p^2}, \quad (4.5)$$

де  $E$  – освітленість поверхні в околі точки  $A$ , лк;  $I$  – сила світла в напрямку від джерела до точки  $A$ , кд;  $\alpha$  – кут між нормаллю до робочої поверхні та напрямком світлового потоку,  $h_p$  – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;  $K_3$  – коефіцієнт запасу.

В основу розрахунку  $E$  покладено, що

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{R^2}.$$

А з врахуванням того, що

$$R^2 = \frac{h_p^2}{\cos^2 \alpha}$$

та вводячи коефіцієнту запасу отримуємо вираз (4.5).

При необхідності розрахунку освітленості в точці, що створюється кількома світильниками, розраховується освітленість від кожного з них, а потім освітленості сумуються.

**III. Метод розрахунку освітленості по питомій потужності (метод Ват).** Це найпростішим методом розрахунку штучного освітлення і в той же час найбільш наближений. Метод базується на визначенні по світлотехнічним довідникам питомої потужності освітлювальної установки в залежності від заданих параметрів установки та числа світильників. Необхідна потужність ламп розраховується згідно виразу

$$P_c = P_n \frac{S}{N}, \quad (4.6)$$

де  $P_c$  – потужність *світильника*, *Вт*;  $P_n$  – питома потужність освітлювальної установки, *Вт/м<sup>2</sup>*;  $S$  – площа приміщення, *м<sup>2</sup>*;  $N$  – число світильників.  $P_n$  вибирається з таблиць СНіП по висоті підвісу, площі приміщення та необхідній нормованій освітленості на робочому місці.

**Задача.** Розрахувати штучне освітлення за методом коефіцієнта використання світлового потоку в *світлому* цеху довжиною 30 м та шириною 18 м, висотою 4.5 м на робочій поверхні, яка знаходиться на віддалі 1,5 м від підлоги при розмірі деталей 1 мм, *малому контрасті об'єкта з темним фоном* для *комбінованого освітлення* з допомогою газорозрядних ламп. Розрахунок ведемо за формулою

$$\Phi_c = \frac{E_H \cdot S \cdot z \cdot k}{N \cdot \eta}$$

Попередньо визначаємо:  $E_H = 750$  лк нормовану освітленість для IVа розряду зорових робіт (взята з табл.1, стор. 81 [5] (Юдін)) згідно заданих значень розміру деталей розрізнення, контрасту об'єкта з фоном, фону, типу ламп;  $k$  – 1,6 коефіцієнт запасу, який визначено (табл.2, стор. 82 [8], Юдін) за нормованою освітленістю при комбінованому освітленні газорозрядними лампами для складальних цехів;

$$i = \frac{ab}{h_p(a+b)} - \text{індекс приміщення рівний } \frac{30 \cdot 18}{3(30+18)} = \frac{540}{144} \approx 3.8.$$

Тоді коефіцієнт використання світлового потоку за розрахованим індексом приміщення  $i$  для *світлого цеху* та для *люмінесцентних ламп типу ОД* буде  $\eta = 0,68$  (згідно табл.3, стор.80 [8], Юдін).

Для знаходження кількості світильників  $N$  та забезпечення рівномірності освітлення необхідно для ламп типу ОД щоб

$$l/h_p = 1,4 \Rightarrow l = 1,4 \cdot h_p = 1,4 \cdot 3 = 4,2 \text{ м} \Rightarrow \frac{b}{l} = \frac{18}{4,2} \approx 4 \text{ ряди по}$$

$$\frac{a}{l} = \frac{30}{4,2} \approx 7 \text{ штук. Всього } N = 4 \cdot 7 = 28 \text{ світильників.}$$

Тоді

$$\Phi_c = \frac{750 \cdot 540 \cdot 1,1 \cdot 1,6}{28 \cdot 0,68} \approx 30000 \text{ лм.}$$

Якщо брати в світильнику по  $n = 10$  ламп, то потік 1 лампи буде 3000 лм. З табл. 4 стор. 81 [8] вибираємо найближчу люмінесцентну лампу ЛБ 40, для якої  $\Phi_n = 3000$ , а коефіцієнт світлової віддачі

$$J = \Phi_n / P_n = 75 \text{ лм/Вт.}$$

Тоді споживана потужність однієї лампи

$$P_n = \frac{\Phi_n}{J} = \frac{3000}{75} \cong 40 \text{ Вт.}$$

Потужність всієї освітлювальної установки

$$P = P_n \cdot N \cdot n = 40 \cdot 28 \cdot 10 = 11200 \approx 11 \text{ кВт.}$$

#### 4.4. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ВИРОБНИЧОГО ОСВІТЛЕННЯ

1. Освітленість на робочому місці повинна відповідати зоровим умовам праці згідно гігієнічних норм (збільшення освітленості від 50 до 300 лк при точних зорових роботах збільшує продуктивність праці на 5%, а збільшення її від 50 до 1000 лк – до 25%). Однак має місце межа, при якій подальше збільшення

освітленості не дає ефекту. Далі при необхідності потрібно покращувати якісні характеристики освітлення, тобто змінювати спектральний склад світла.

2. *Необхідно забезпечити рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні, для цього в границях оточуючого простору використовується комбіноване освітлення та світле матове фарбування поверхонь.*

3. *На робочій поверхні не повинно бути різких тіней, особливо рухомих, бо при цьому спотворюються форма та розміри предметів.*

4. *В полі зору повинна бути відсутня пряма та відображена блискучість, при її наявності необхідно зменшити яскравість джерела та вибрати правильний кут освітлення.*

5. *Величина освітленості повинна бути постійною в часі (зменшення пульсації освітленості люмінесцентних ламп з 50% до 5% приводить до зростання продуктивності праці на 30% для робіт високої точності).*

6. *Необхідно вибирати оптимальну спрямованість світлового потоку, що дозволяє в одних випадках роздивитися внутрішні поверхні деталей, в інших розрізнити рельєфність елементів робочої поверхні, перевірити наявність та величину проміжків на просвіт.*

7. *Необхідно вибирати певний спектральний склад світла (особливо для посилення кольорових контрастів, в цих випадках слід використовувати монохроматичне світло).*

8. Освітлювальна установка не повинна бути джерелом додаткових небезпек та шкідливостей.

9. Установка повинна бути надійною, зручною та простою в експлуатації.

#### 4.5. ДЖЕРЕЛА ШТУЧНОГО СВІТЛА

Основні характеристики штучних джерел випромінювання наступні:

➤ **Електричні:** напруга живлення –  $U_{ном}$  (В) та споживана потужність –  $P$  (Вт);

➤ **Світлотехнічні:** світловий потік –  $\Phi$  (лм) і (або) сила світла –  $I_{max}$  (кд);

➤ **Економічні та експлуатаційні:** світлова віддача –  $J = \frac{\Phi}{P}$  (лм/Вт), термін служби –  $T$  (год) повний та корисний  $T_k$ , коли потік лампи змінюється не більше, ніж на 20%.

➤ **Конструкторські характеристики:** форма колби, форма тіла розжарювання, склад газу, тиск газу і т. п.  
Особливості застосування ламп розжарення та газорозрядних ламп.

**Лампи розжарення** – вакуумні (РВ); газонаповнені біспіральні (РБ) – володіють наступними позитивними якостями: зручні в експлуатації, не вимагають додаткових пристроїв для ввімкнення в мережу, мають малий час розжарювання, прості у виготовленні. *Недоліки* — мала світлова віддача, малий термін служби. Наприклад,  $J = 7 \div 20$  лм/Вт для біспіральних ламп з криптоново-ксеноновим наповнювачем (РКБ), а для ламп з йодним циклом –  $J = 30$  лм/Вт а  $T = 3000$  год.

**Газорозрядні** – випромінювання оптичного діапазону виникає в результаті електричного розряду в атмосфері інертних газів, парів металу та їх суміші.

*Їх переваги:*

- велика світловідача від 50 до 100 лм/Вт (натрієві до 100 лм/Вт, люмінесцентні до 80 лм/Вт, ртутні високого тиску до 60 лм/Вт, газові надвисокого тиску до 50 лм/Вт);
- значно більший термін служби від 8 000 до 14 000 годин;



- можна одержати світловий потік практично в будь-якій ділянці спектру (підбором інертних газів та парів металів, у яких проходить розряд).

*Недоліки:*

- безінерційність випромінювання призводить до пульсації світлового потоку (виникає стробоскопічний ефект, особливо при розгляданні деталей, що обертаються);
- складність стабілізації випромінювання;
- висока напруга запалювання (необхідні пускові пристрої);
- великий час розгорання (у деяких до 10-15 хвилин);
- газорозрядні лампи можуть створювати радіоперешкоди.

Для профілактичного ультрафіолетового (еритемного 297 нм) опромінення використовують люмінесцентні еритемні лампи в колбі з увіолевого скла (тип ЛЕ та з рефлектором ЛЕР).

Джерелом бактерицидного випромінювання (254-257 нм для знезараження повітря) може служити будь-яка люмінесцентна лампа із кварцового чи увіолевого скла, все ж доцільно використовувати спеціальні лампи БУВ (бактерицидні, увіолеве скло).

**Для дослідження умов освітлення** застосовується прилад Труханова або частіше об'єктивний люксметр Ю-17. Він складається з селенового фотоелементу та вольтметра, проградуйованого в люксах. В цьому приладі використовується селеновий фотоелемент тому, що він має спектральну чутливість, яка співпадає з спектральною чутливістю людського ока.

Необхідно враховувати, що Ю-17 проградуйований по лампі розжарення на оптичній лаві, отже при вимірюванні освітленості від ламп з іншим спектром випромінювання необхідно враховувати поправочні коефіцієнти: для люмінесцентних ламп білого світла ЛБ –  $K=1.15$ ; для денного світла ЛД –  $K=0.88$ ; для дугових ртутних ламп ДРЛ –  $K=1.2$ ; для природного світла  $K=0.8$ .

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7**

### **Тема: Розрахунок штучного освітлення виробничих приміщень**

Залежно від особливостей технологічного процесу, розташування й габаритів устаткування на робочих місцях приймають загальне рівномірне чи загальне локалізоване освітлення, а за необхідністю – комбіноване (поєднання загального й місцевого освітлення). Систему загального рівномірного освітлення застосовують при рівномірному розташуванні робочих місць, а також коли не вимагається високого рівня освітленості.

Основні вимоги до виробничого освітлення:

- 1) рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи;
- 2) 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);
- 3) у полі зору предмета не повинно бути сліпучого блиску;
- 4) штучне світло, що використовується на підприємстві, за своїм спектральним складом має бути наближеним до природного;
- 5) освітлення не повинно бути джерелом небезпечних і шкідливих виробничих факторів (шуму, небезпеки ураження електричним струмом і ін.);
- 6) освітлення повинно бути економічним і простим в експлуатації.

У виробничих приміщеннях трамвайних та тролейбусних депо як джерело світла застосовують, в основному, люмінесцентні лампи. Тип світильника вибирають відповідно до вибраного джерела світла, умов середовища приміщення, вимог пожежної безпеки та ін.

Вибір норми освітленості здійснюють згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне

освітлення» відповідно до характеристики зорових робіт (найменший розмір об'єкта розпізнання, характеристика фону, контраст об'єкта розрізнення з фоном) і системи освітлення.

Відповідно до джерела світла, системи освітлення, схеми розташування світильників, орієнтації робочої поверхні у просторі вибирають відповідний метод розрахунку: метод коефіцієнта використання світлового потоку, точковий метод, метод питомої потужності, тощо.

При точкових і трубчастих джерелах освітлення для системи загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь виробничого приміщення застосовують метод коефіцієнта використання світлового потоку.

За цим методом визначають необхідний світловий потік однієї лампи (лм) за формулою

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot z}{\eta \cdot N \cdot n}, \quad (2.1)$$

де  $E_n$  – нормоване значення освітленості горизонтальної робочої поверхні згідно ДБН В.2.5-28-2006, лк;

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

$K_z$  – коефіцієнт запасу, приймаємо 1,3;

$z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення, приймаємо 1,1;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку;

$N$  – число світильників;

$n$  – кількість ламп у світильнику.

Коефіцієнт запасу вибирають згідно ДБН В.2.5-28-2006 в залежності від забрудненості повітря виробничого приміщення й типу джерела світла.

Коефіцієнт використання світлового потоку вибирають залежно від коефіцієнтів відбивної здатності стелі, стін і підлоги у виробничому приміщенні й індексу приміщення відповідно до обраного типу світильників.

Індекс приміщення визначають за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{(A + B) \cdot h}, \quad (2.2)$$

де  $A$  і  $B$  – відповідно довжина й ширина приміщення;

$h$  – висоту підвісу світильника, визначають за формулою:

$$h = H - (h_{p.n.} + h_{зв.}), \quad (2.3)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;

$h_{p.n.}$  – висота робочої поверхні, м;

$h_{зв.}$  – звис – відстань від центру світильника до стелі, м.

Орієнтовну кількість світильників визначають за формулою:

$$N = \frac{S}{\lambda \cdot l_1}, \quad (2.4)$$

де  $\lambda$  і  $l_1$  – орієнтовні відстані відповідно між світильниками у ряді і між суміжними рядами. При виборі значень  $\lambda$  і  $l_1$  необхідно враховувати, що відстань між рядами світильників  $l_1$  і між світильниками у ряді  $\lambda$  визначають за умови, що відношення цих величин до висоти підвісу  $h$  не повинно перевищувати 1,4.

Після проведення розрахунків за каталогами вибирають лампу, номінальний світловий потік якої ( $\Phi_n$ ) знаходиться в межах від + 20 % до - 10 % розрахункового світлового потоку.

У випадку, якщо розрахунок загального рівномірного освітлення проводять для визначеного типу джерела світла з відомим світловим потоком, то формула 2.1 буде мати наступний вигляд:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot z}{n \cdot \Phi_n \cdot \eta}. \quad (2.5)$$

Потім необхідно визначити кількість рядів і світильників у ряді за умови дотримання принципу рівномірності освітлення.

Фактичну освітленість визначають за формулою:

$$E_\phi = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_n \cdot \eta}{S \cdot K_3 \cdot z}. \quad (2.6)$$

Далі отримане фактичне значення порівнюють з нормованим і визначають відхилення отриманого рівня освітлення від нормативного значення:

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E_H}{E_H} \cdot 100\% . \quad (2.7)$$

### Завдання

1. Розрахувати загальне рівномірне освітлення виробничого приміщення за наступними даними: розмір приміщення  $A \times B \times H$  (м), коефіцієнти відбивної здатності стелі, стін і підлоги відповідно  $\rho_{стелі}$ ,  $\rho_{стін}$ ,  $\rho_{підлоги}$ , висота робочої поверхні  $h_{р.л.}$ , висота звису  $h_{зв}$  за формулами (2.1-2.4).
2. Провести перевіряючий розрахунок за формулами (2.5-2.7).
3. Зробити висновок про збіг результатів.

**Таблиця 4.2. - Варіанти завдань до практичної роботи № 2**

Варіант	A	B	H	Розмір об'єкту розпізнавання, мм	Контраст	Фон	$\rho_{стелі}$ , $\rho_{стін}$ , $\rho_{підлоги}$	$h_{р.л.}$	$h_{зв}$
1	30	10	4,0	0,1	малий	темний	70,50,10	0,8	0,1
2	29	11	4,1	0,15	середній	світлий	70,50,30	0,7	0,2
3	28	12	4,2	0,4	великий	середній	50,30,10	0,9	0,3
4	27	13	4,3	0,6	малий	світлий	50,50,10	0,8	0,4
5	26	14	4,4	1,2	середній	темний	70,50,10	0,7	0,5
6	25	15	4,5	0,1	великий	світлий	70,50,30	0,9	0,6
7	24	10	4,6	0,15	малий	середній	50,30,10	0,8	0,7
8	23	11	4,7	0,4	середній	світлий	50,50,10	0,7	0,8
9	22	12	4,8	0,6	великий	темний	70,50,10	0,9	0,9
10	21	13	4,9	1,2	малий	світлий	70,50,30	0,8	1,0
11	30	14	4,0	0,1	середній	середній	50,30,10	0,7	1,0
12	29	15	4,1	0,15	великий	світлий	50,50,10	0,9	0,9
13	28	10	4,2	0,4	малий	темний	70,50,10	0,8	0,8
14	27	11	4,3	0,6	середній	світлий	70,50,30	0,7	0,7
15	26	12	4,4	1,2	великий	середній	50,30,10	0,9	0,6
16	25	13	4,5	0,1	малий	темний	50,50,10	0,8	0,5
17	24	14	4,6	0,15	середній	світлий	70,50,10	0,7	0,4
18	23	15	4,7	0,4	великий	середній	70,50,30	0,9	0,3

19	22	10	4,8	0,6	малий	світлий	50,30,10	0,8	0,2
20	21	11	4,9	1,2	середній	середній	50,50,10	0,7	0,1

### Література

1. Основи охорони праці: Підручник / За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2003. – 472 с.
2. Сивко В.Й. Розрахунки з охорони праці: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 152 с.

## 5. ЗАХИСТ ВІД ВИРОБНИЧОГО ШУМУ

### 5.1. Основні поняття та фізичні параметри.

Тіла в стані коливання викликають *повздожні* коливання повітряного середовища, які у межах частот від 20 до 20 000 Гц сприймається людиною як звук.

В кожній точці звукового поля тиск та швидкість руху частинок повітря змінюється в часі. Частинки середовища коливаються відносно положення рівноваги, причому швидкість таких коливань (швидкість коливання) значно менша швидкості розповсюдження хвилі. *Різниця між миттєвим значенням повного тиску в деякій точці та середнім тиском, який спостерігається у незбудженому середовищі називається звуковим тиском  $P$  (н/м<sup>2</sup>).*

На слух діє середній квадрат звукового тиску:

$$\bar{P}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) dt, \quad [\text{н/м}^2], \quad (5.1)$$

де  $T$  – час усереднення, який в середньому для людини складає 30-100 мс.

*Сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, що викликають неприємні суб'єктивні відчуття називають шумом.*

**Шум (звук)** крім звукового тиску ще характеризується *інтенсивністю* або *силою* – кількість енергії, яка проходить в одиницю часу через одиничну площадку перпендикулярну до напрямку розповсюдження шуму. Інтенсивність звуку зв'язана із звуковим тиском залежністю

$$J = \frac{P^2}{\rho c}, \quad \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right], \quad (5.2)$$

де  $P$  – звуковий тиск, (н/м<sup>2</sup>);  $\rho c$  – питомий акустичний опір середовища, н·с/м<sup>3</sup>;  $\rho$  – густина середовища, кг/м<sup>3</sup>;  $c$  – швидкість розповсюдження звуку в середовищі, м/с (для повітряного середовища  $\rho c = 414$  н·с/м<sup>3</sup>; для води  $\rho c = 1.5 \cdot 10^6$

$\text{н}\cdot\text{с}/\text{м}^3$ ; для сталі  $\rho c = 4.8 \cdot 10^7 \text{ н}\cdot\text{с}/\text{м}^3$ ). Крім того акустичний опір визначає звукоізолюючі властивості матеріалів.

Величини звукового тиску та інтенсивності шуму, з якими приходиться на практиці мати справу, змінюється в дуже широких межах: по тиску в  $10^8$  раз, по інтенсивності до  $10^6$  раз. Оперувати такими цифрами не дуже зручно. Але найбільш важлива та обставина, що вухо людини реагує на відносну зміну звукового тиску, а не на її абсолютне значення (відносно порогу чутності). Крім того, відчуття людини при шумі пропорційне логарифму кількості енергії подразника. Тому були введені логарифмічні величини відношення: **рівень інтенсивності шуму та рівень звукового тиску**, які вимірюються в децибелах. Вперше поняття рівня було введено вченим А. Г. Бел-лом:

рівень інтенсивності  $L_J = \lg\left(\frac{J}{J_0}\right)$  в Беллах (Б), де  $J_0$  порогова

інтенсивність чутності. Але оскільки вухо людини реагує на величину в 10 раз меншу за 1 Б, то в якості одиниці вимірювання рівнів взята величина 1 дБ=0.1 Б. Тоді останній вираз запишеться

$$L_J = 10 \lg\left(\frac{J}{J_0}\right), \quad [\text{дБ}].$$

(5.3)

Причому слід відзначити, що людина сприймає нормально звукові коливання в певних межах інтенсивності, але *нормальність сприйняття залежить й від частоти  $f$  коливань*, так при  $f = 1000 \text{ Гц}$  ці межі від  $J_0 = 10^{-12} \text{ Вт}/\text{м}^2$  – поріг сприйняття, до  $J = 10 \text{ Вт}/\text{м}^2$  – больовий поріг. Для *других частот ці межі будуть іншими*.

Отже **рівень інтенсивності шуму** визначається співвідношенням (5.3) де  $J_0$  – інтенсивність шуму, яка рівна порогу чутності при  $f = 1000 \text{ Гц}$  ( $J_0 = 10^{-12} \text{ Вт}/\text{м}^2$ ). Больовий поріг 130 дБ, 150 дБ вже не можливо витримати.

**Величина рівня звукового тиску** в дБ визначається виразом



$$L_j = 10 \lg \frac{\bar{P}^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{\bar{P}}{P_0}, \quad (5.4)$$

Тут пороговий тиск  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ н/м}^2$  вибраний таким чином, щоб при нормальних атмосферних умовах рівень звукового тиску дорівнював рівню інтенсивності. Величина рівня інтенсивності використовується при проведенні **акустичних розрахунків**, а рівень звукового тиску – для **вимірювання шуму та оцінки його дії на людину**, оскільки орган слуху чутливий не до інтенсивності а до звукового тиску.

Зв'язок між рівнем інтенсивності шуму та рівнем звукового тиску знайдемо якщо розділити вираз  $J = P^2 / \rho c$  для інтенсивності звуку на  $J_0 = P_0^2 / \rho_0 c_0$  (порогову інтенсивність) та прологарифмувати:  $L_j = L + 10 \lg \frac{\rho_0 c_0}{\rho_i c_i}$ . Для нормальних умов

$L_j = L$ , так як  $\frac{\rho_0 c_0}{\rho_i c_i} = 1$  а  $\lg 1 = 0$ , де  $\rho$  – густина,  $c$  – швидкість

звуку в повітрі.

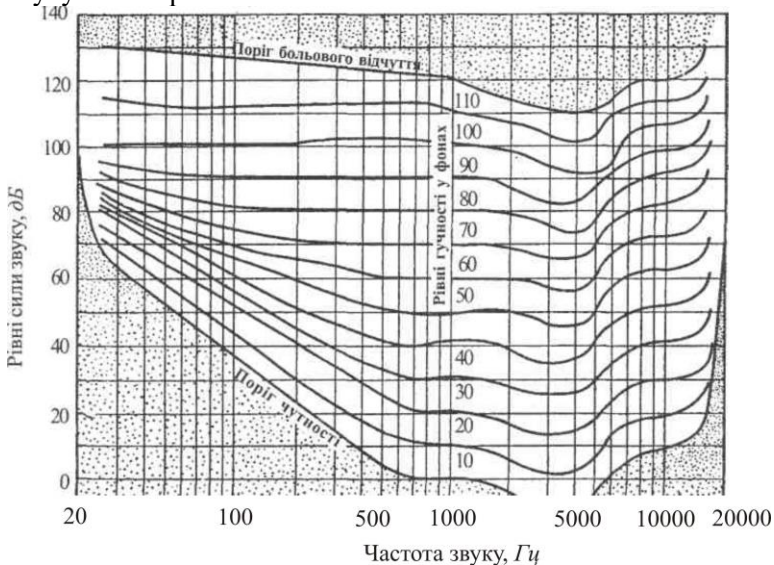


Рис. 5.1. Криві рівної гучності звуків

Зменшення шуму також може бути оцінене в децибелах:

$$L_1 - L_2 = 20 \lg \frac{P_1}{P_0} - 20 \lg \frac{P_2}{P_0} = 20 \lg \frac{P_1}{P_2} = 10 \lg \frac{J_1}{J_2}, \text{ дБ.} \quad (5.5)$$

Приклад: якщо по інтенсивності зменшення шуму маємо в 1000 раз, то рівень інтенсивності зменшиться на  $10 \lg 1000 = 30 \text{ дБ}$ .

Так як фізіологічне сприйняття шуму залежить не лише від рівня його звукового тиску; але й від його частоти (найбільша чутливість при 800-4000 Гц, найменша при 20-100 Гц), то вводиться поняття **рівня гучності** шуму. Розглянемо графік **кривих рівної гучності**, тобто кривих однакового за силою фізіологічного сприйняття звуку, рис. 5.1.

**Оцінка рівня гучності шуму різних джерел** проводиться шляхом порівняння з шумом на частоті 1000 Гц, для якого рівень звукового тиску умовно прийнято вважати рівним рівню гучності. *Одиниця вимірювання гучності 1 фон*. Рівень гучності деякого звуку в 1 фон рівний рівню звукового тиску звуку частотою 1000 Гц в 1 дБ при однаковій фізіологічній сприйнятливості гучності цих звуків. *Тобто на частоті 1000 Гц рівень гучності дорівнює рівню звукового тиску*.

У випадку коли в розрахункову точку потрапляє **шум від кількох джерел**, складаються їх інтенсивності, а не рівні. При цьому вважається, що джерела не когерентні, тобто створювані ними тиски мають різні фази.

$$J = J_1 + J_2 + \dots + J_n .$$

(5.6)

Рівень інтенсивності (дБ) при одночасній роботі цих джерел отримаємо розділивши як праву так і ліву частину цього рівняння на  $J_0$  та прологарифмувавши:

$$10 \lg \frac{J}{J_0} = 10 \lg \left( \frac{J_1}{J_0} + \frac{J_2}{J_0} + \dots + \frac{J_n}{J_0} \right), \quad \text{або}$$

$$L = 10 \lg \left( 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}} \right), \quad (5.7)$$

де  $L_1, L_2, \dots, L_n$  – рівні звукового тиску, або рівні інтенсивності, які створюються кожним із джерел в розрахунковій точці.

(Покажемо, що дійсно  $10^{\frac{L_1}{10}} = 10^{\frac{10 \lg \frac{J_1}{J_2}}{10}} = 10^{\lg \frac{J_1}{J_2}} = \frac{J_1}{J_0}$ ).

Якщо є в наявності  $n$  однакових джерел шуму з рівнем звукового тиску  $L_i$ , то сумарний шум (дБ) з (5.7) буде:

$$L = 10 \lg \left( \underbrace{10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_1}{10}} + \dots}_n \right) = 10 \lg \left( n \cdot 10^{\frac{L_1}{10}} \right) = 10 \lg \left( 10^{\frac{L_1}{10}} \right) + 10 \lg n =$$

$$= 10 \frac{L_1}{10} + 10 \lg n = L_1 + 10 \lg n,$$

Отже,

$$L = L_i + 10 \lg n \quad (5.8)$$

З виразів (5.7) та (5.8) можна зробити наступні практичні висновки:

- при великій кількості однакових джерел шуму заглушення лише кількох з них практично не послаблять сумарний шум;
- якщо на робоче місце потрапляє шум від різних за інтенсивністю джерел, то для найбільш ефективного послаблення сумарного шуму знижувати необхідно спочатку шум більш потужніших джерел.

•

В якості прикладу розв'яжемо дві задачі.

**Задача 1.** В машинному залі встановлено 3 генераторні установки з рівнем інтенсивності шуму в 60 дБ кожна. Визначити їх сумарний рівень шуму та рівень гучності шуму при частотах 100 та 10000 Гц.

*Дано:*

$$n = 3,$$

$$L_i = 60 \text{ дБ},$$

$$f_1 = 100 \text{ Гц},$$

$$f_2 = 10\,000 \text{ Гц}$$

$$L = ?, L_T = ?$$

При однаковій інтенсивності шуму джерел їх загальний рівень інтенсивності визначиться за формулою (5.8):  $L = L_i + 10 \lg n$ , де  $L_i$  – рівень

інтенсивності шуму одного джерела,  $n$  – число джерел. Тоді  $L = 60 + 10 \lg 3 = 60 + 5 = 65$  дБ, якби було 2 однакових джерела, то  $L = 60 + 10 \lg 2 = 60 + 3 = 63$  дБ.

Скориставшись кривими рівної гучності (див. рис. 5.1) при частоті 100 Гц для  $L = 65$  дБ опускаючись по відповідній кривій однакової гучності на частоту в 1000 Гц отримаємо рівень гучності 50 фон; аналогічно для 10 000 Гц та  $L = 65$  дБ рівень гучності складе 55 фон.

**Задача 2.** В приміщенні працює одночасно чотири вентиляційні установки з рівнями інтенсивності шуму 95, 100, 105 та 110 дБ відповідно. Визначити сумарний рівень інтенсивності шуму.

Дано:

$$L_1 = 95 \text{ дБ,}$$

$$L_2 = 100 \text{ дБ,}$$

$$L_3 = 105 \text{ дБ,}$$

$$L_4 = 110 \text{ дБ,}$$

$$L - ?$$

**1-ий варіант розв'язку.** При різних за рівнем інтенсивності джерела шуму сумарний рівень можна визначити за виразом (5.7):

$$L = 10 \lg \left( 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}} \right),$$

У нашому випадку:

$$L = 10 \cdot \lg \left( 10^{\frac{95}{10}} + 10^{\frac{100}{10}} + 10^{\frac{105}{10}} + 10^{\frac{110}{10}} \right) = 10 \lg 10^{11.25} \approx 111.00 \text{ дБ.}$$

**2-ий варіант розв'язку.** Можливе використання наступного методу, коли сумування проводиться попарно й послідовно з врахуванням поправки для кожного значення різниці  $L_1$  та  $L_2$  двох джерел, тобто  $L_{1+2} = L_1 + \Delta L$ , де  $L_1$  – джерело з більшою інтенсивністю шуму, а  $\Delta L$  взято з таблиці 5.1:

**Таблиця 5.1.**

$L_1 - L_2, \text{ дБ}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
$\Delta L, \text{ дБ}$	3	2.5	2	1.8	1.5	1.2	1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0

Потім до сумарного значення  $L_1 + L_2$  послідовно додаються наступні по мірі зменшення значення  $L_i$ . У нашому випадку:

$$L_4 - L_3 = 110 - 105 = 5; \quad \Delta L = 1,2, \text{ тоді}$$

$$L_{4+3} = L_4 + \Delta L = 111,2 \text{ дБ.}$$

$$L_{4+3} - L_2 = 111,2 - 100 = 11,2;$$

$$\Delta L = 0,35; L_{4+3+2} = 111,2 + 0,35 = 111,55 \text{ дБ.}$$

$$L_{4+3+2} - L_1 = 111,55 - 95 = 16,55; \Delta L = 0,1;$$

$$L = L_{4+3+2+1} = 111,55 + 0,1 = 111,65 \text{ дБ.}$$

Як бачимо отримали той же результат але без проведення складних обчислень.

## 5.2. Характеристики джерел шуму

Джерела шуму характеризуються:

- звуковою потужністю;
- характеристикою напрямленості.

**Звуковою потужністю**  $N$  називається загальна кількість енергії, яка випромінюється джерелом за одиницю часу в оточуючий простір. При великих віддальх  $R$  до точки вимірювання та при рівномірному розподілі енергії в різних напрямках маємо величину середньої інтенсивності звуку

$$\bar{J} = \frac{N}{4\pi R^2} \quad [Вт/м^2].$$

(5.9)

При анізотропії розповсюдження шуму вводиться коефіцієнт  $\Phi$  – **фактор напрямленості**, який показує відношення інтенсивності звуку, що створюється напрямленим джерелом у даній точці  $J$  до інтенсивності  $\bar{J}$ , яку розвинуло би в цій же точці не напрямлене джерело, яке має таку ж звукову потужність та випромінює звук рівномірно в атмосферу

$$\Phi = \frac{J}{\bar{J}} = \frac{P^2}{\bar{P}^2},$$

(5.10)

де  $P$  – звуковий тиск, виміряний на певній віддалі від джерела,  $н/м^2$ ;  $\bar{P}$  – звуковий тиск, усереднений за всіма напрямками при тій же віддалі,  $н/м^2$ . Тоді зв'язок між інтенсивністю та потужністю буде

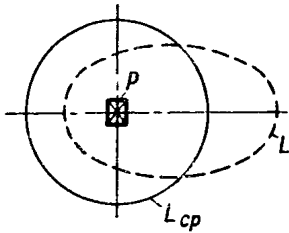


Рис. 5.2. До визначення показника напрямленості

$$J = \frac{N\Phi}{4\pi R^2}. \quad (5.11)$$

Характеристики напрямленості за звичай відображаються у вигляді залежності показника напрямленості  $ПН$ , який вимірюється в децибелах шумометром, від кута між вибраним напрямком на

спостерігача та віссю джерела (див. рис. 5.2):

$$ПН = 10 \lg \Phi = 20 \lg \frac{P}{\bar{P}} = L - \bar{L}. \quad (5.12)$$

Для того, щоби порівнювати шуми різноманітних машин один з іншим, а також проводити розрахунки рівнів звукового тиску в проєктованих приміщеннях, необхідно знати об'єктивні характеристики шуму, який створює машина. Відзначимо, що довільна машина, яка встановлена у відкритому просторі, чи в тому або іншому закритому приміщенні, буде створювати різні рівні звукового тиску, хоча її звукова потужність й залишиться незмінною.

Згідно ГОСТ 8.055–73 шумовими характеристиками, які вказуються в технічній документації до машини є:

Рівні звукової потужності шуму  $L_N$  в октавних смугах частот з середньо геометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц;

Характеристики напрямленості випромінювання шуму машиною.

Рівні звукової потужності  $L_N$  (дБ) встановлені за аналогією з рівнем інтенсивності звуку:

$$L_N = 10 \lg \frac{N}{N_0}, \quad (5.13)$$

де  $N$  – звукова потужність, Вт;  $N_0$  – порогова звукова потужність, рівна  $10^{-12}$  Вт

В практиці акустичних досліджень весь діапазон звукових частот від 20 до 20 000 Гц розбивають на октавні (тобто на 8) діапазони, середньогоео-метричні частоти яких стандартизовані й складають вищевказаний перелік: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. При чому

$$f_{сг} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}, \text{ а } f_2 = 2f_1, \quad (5.14)$$

де  $f_1$  і  $f_2$  – відповідно нижня та верхня границі частот октавного діапазону.

Крім цих двох вказаних вище характеристик, які є основними, додатковими шумовими характеристиками машин є октавні рівні звукового тиску на певній віддалі від машини та рівні звуку на віддалі 1 м від зовнішнього контуру машини.

Встановлені наступні методи визначення шумових характеристик машин:

- *Метод вільного звукового поля* – застосовується в заглушених камерах, в приміщеннях з великим поглинанням звуку чи у відкритому просторі;
- *Метод відбитого звукового поля* – використовується в ревербераційних камерах чи гучних приміщеннях;
- *Метод зразкового джерела шуму* – застосовується у звичайних приміщеннях, цехах та ревербераційних камерах;
- *Метод вимірювання шумових характеристик на віддалі 1 м від зовнішнього контуру машини* – використовується у заглушених камерах, приміщеннях з великим звукопоглинанням, у відкритому просторі.

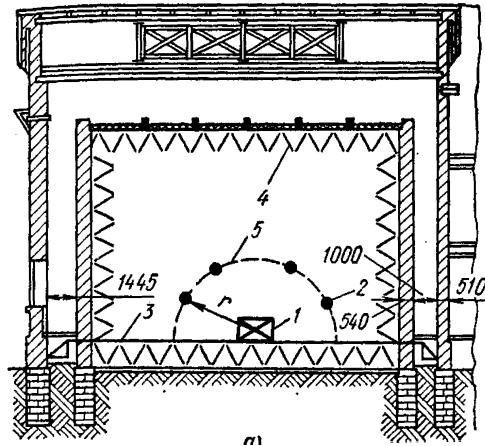


Рис. 5.3. Вимірювання шумових характеристик машин в заглушених камерах: 1 – машина; 2 – точки проміру; 3 – підвісна звукопоглинаюча підлога; 4 – звукопоглинаюче покриття; 5 – вимірювальна поверхня  $S$

Найточнішими методами є перші два, а основним методом є перший.

**Метод 1.** *Вільне звукове поле* характерне тим, що на досить великій віддалі  $R$  від джерела, більшій за довжину звукової хвилі  $\lambda$  та розмір джерела, звукові хвилі розповсюджуються так, що інтенсивність звуку зменшується пропорційно до квадрату віддалі від джерела:

$$J = \frac{N}{S} = \frac{N}{4\pi R^2}.$$

Для створення умов вільного звукового поля, якщо немає можливості проводити виміри у відкритому просторі, будують спеціальні заглушені камери, які дозволяють проводити виміри незалежно від зовнішніх умов.

**Заглушена камера** – це приміщення, з стінами, які повністю поглинають звук.

**Рівень звукової потужності джерела**  $L_N$  (дБ), який ми бажаємо визначити, визначають за результатом вимірювання середнього рівня звукового тиску  $\bar{L}$  на вимірній поверхні  $S$



( $m^2$ ) (див. рис. 5.3), за яку за звичай приймається площа напівсфери, тобто  $S = 2\pi r^2$  тоді

$$L_N = L_{cp} + 10 \lg \frac{S}{S_1}, \quad (5.15)$$

де  $S_1 = 1 m^2$ . За даними вимірювання рівнів звукового тиску в точках проміру, будують також графіки показника напрямленості ПН для середньгеометричних частот кожного з октавних діапазонів.

**Метод 2.** У тих випадках, коли не вимагається знання характеристик спрямованості випромінювання шуму, шумові характеристики визначають у *відбитому звуковому полі*. Таке поле характеризується постійним рівнем звукового тиску в різних точках приміщення, в якості яких за звичай використовують ревербраційні камери чи звичайні гучні приміщення.

**Ревербраційна камера** являє собою приміщення об'ємом 60 – 100  $m^3$  з непаралельними внутрішніми стінами (рис. 5.4), поверхня яких добре відбиває звук (коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha$  не перевищує 0,05).

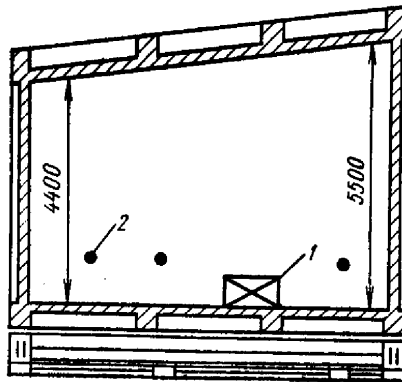


Рис. 5.4. Вимірювання шумових характеристик машин в ревербраційній камері: 1 – джерело

Рівень звукової потужності джерела (дБ)

$$L_N = L_{cep} + 10 \lg \frac{A}{A_1} - 6, \quad (5.16)$$

де  $L_{cep}$  – середній рівень звукового тиску в камері;  $A$  – еквівалентна площа поглинання камери в  $m^2$ , яка визначається експериментально за вимірюваннями часу реверберації  $T$  приміщення (*Час реверберації  $T$*  – час, на протязі якого рівень звукового тиску в приміщенні зменшується на 60 дБ після припинення дії джерела шуму), та дорівнює  $A = 0.16V/T$ , ( $V$  – об’єм приміщення,  $m^3$ );  $A_1 = 1 m^2$ .

**Метод 3.** При цьому методі рівень звукової потужності машини визначається шляхом порівнювання шуму машини з шумом зразкового джерела, рівень звукової потужності якого  $L_{N_0}$  відомий. Вимірявши середні рівні звукового тиску машини  $L_c$  та зразкового джерела  $L_c^{3P}$  в одних і тих же точках проміру, шумовий рівень звукової потужності (дБ) потім обчислюється згідно формули:

$$L_N = L_{N_0} + L_c - L_c^{3P}. \quad (5.17)$$

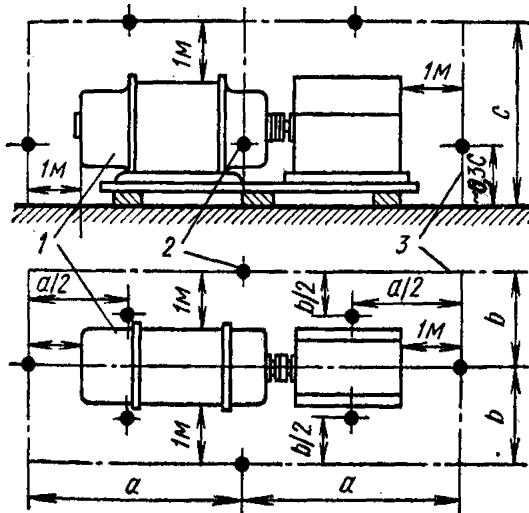


Рис. 5.5. Вимірювання шумових характеристик машин в звичайних приміщеннях на віддалі 1 м від машини: 1 – машина; 2 – точки проміру

**Метод 4.** Даний метод є приблизним. Його застосовують переважно для визначення рівня звукової потужності великих машин (рис. 5.5). Рівень звукової потужності (дБ) обчислюється згідно з формулою

$$L_N = L_{сер} + 10 \lg \frac{S}{S_1}, \quad (5.18)$$

де  $L_{сер}$  – середній рівень звукового тиску на вимірювальній поверхні  $S = \pi a(b + c)$ ;  $S_1 = 1 \text{ м}^2$ ,  $a = (1/2 \text{ довжини машини} + 1 \text{ м})$ ;  $b = (1/2 \text{ ширини машини} + 1 \text{ м})$ ;  $c = (\text{висота машини} + 1 \text{ м})$ .

### 5.3. Вплив шуму на організм людини

Ступінь дії шуму на людину визначається його інтенсивністю, тривалістю та частотою звучання. Найнеприємніші шуми у яких частота  $f > 400 \text{ Гц}$ .

Від дії шумів люди можуть отримувати фізичні та психічні травми. Внаслідок неперервного впливу на слух людей інтенсивного шуму може виникнути професійна глухота або різка втрата. Шум руйнує нервову систему; наслідкові явища впливу шуму на людину володіють властивістю кумуляції: накопичуючись в організмі, він все більше та сильніше пригнічує нервову систему. Шум – причина передчасного стомлення, послаблення уваги та пам'яті, крім того шуми приводять до погіршення зору, аритмії серця, зміни швидкості дихання. Ступінь шкідливості шуму залежить від того, на скільки він відрізняється від звичного шуму. В нічий час шум 30 – 40 дБ є серйозним турбуючим фактором, а зі збільшенням його до 80 дБ й вище він може приводити до фізіологічної дії на людину. Дію шуму не можна оцінювати лише за станом слуху, в першу чергу спостерігаються порушення нервової системи та внутрішніх органів. Слуховий аналізатор через центральну нервову систему пов'язаний з різними органами життєдіяльності людини, тому шум впливає на весь організм. При шумі 90-100 дБ притупляється зір, з'являються головні болі та паморочиться голова, змінюється ритм дихання та серцевої діяльності, підвищується внутрічерепний та кров'яний тиски,

порушується процес травлення їжі, відбуваються зміни у внутрішніх органах.

Патологічні зміни в організмі, що виникли в результаті дії шуму, класифікуються як **шумова хвороба**.

Звукові коливання можуть сприйматися не лише вухом, але й безпосередньо через кістки черепа, рівень шуму при цьому на 20 – 30 дБ менший за рівень, що сприймається вухом. При дії шуму високих рівнів більших за 145 дБ, можливий розрив барабанної перетинки.

**Аудіометрією** – називається випробування слуху, яке дозволяє встановити відхилення слуху людини від норми. Цю процедуру проводять з метою визначення придатності людини, до певного фаху й для оцінки результатів шумової дії. Стан слуху визначається за допомогою **аудіометра**. Цей метод полягає у наступному: людина, знаходячись у тихому, звукоізолюваному приміщенні, через навушники слухає чисті тони шуму з різною інтенсивністю, за показами приладів відзначається мінімальна інтенсивність, при якій тон, що подається, ледве розрізняється вухом. Результати таких досліджень переносять на графіки, які називають **аудіограмою**, яка кількісно визначає втрату чутливості слуху даної людини по відношенню до нормальної чутливості.

#### 5.4. Нормування шуму

При нормуванні шуму використовуються два методи:

1. **Нормування за граничним спектром шуму;**
2. **Нормування рівня звуку в дБА** (виміряного за шкалою А).

**Перший метод** є основним для постійних шумів. Тут нормуються рівні в дБ середньоквадратичних звукових тисків у восьми основних смугах частот з середньо геометричними частотами: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Сукупність восьми нормативних рівнів звукового тиску називається **граничним спектром**. Таким чином, шум на робочих місцях на протязі дії більше 4 год не повинен перевищувати допустимих рівнів, значення яких приводяться в СН у таблицях чи графічно.

Для наочності деякі граничні спектри показані на рис. 5.6, *а*. З якого видно, що зі збільшенням частоти (більш неприємні шуми) допустимі рівні шуму зменшуються. Кожен із спектрів має свій індекс ГС, наприклад ГС–80, де цифра 80 – нормативний рівень звукового тиску в октавній смузі з середньо-геометричною частотою 1000 Гц.

**Другий метод** нормування загального рівня шуму, вимірюного за шкалою *A* шумометра та **названого рівнем звуку в дБА**, застосовується для орієнтовної оцінки постійного та непостійного шуму, оскільки у другому випадку нам не відомий спектр шуму. (В шумометрах використовуються дві частотні характеристики чутливості *A* та *C*. Характеристика *A* має завал на низьких частотах та імітує криву чутливості вуха людини. Характеристика *C* практично лінійна у вимірюваному діапазоні частот див. рис. 5.6,*б*).

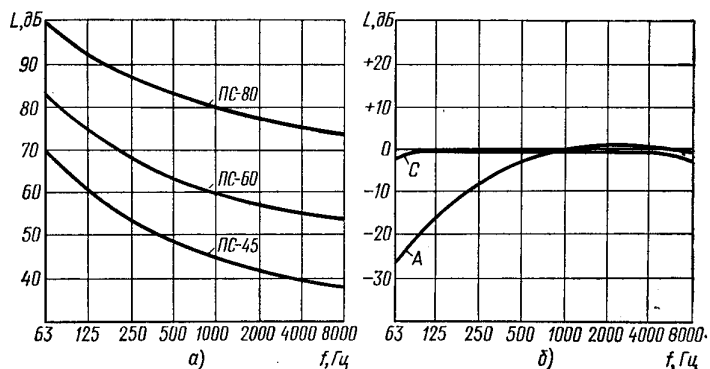


Рис. 5.6. Нормування шуму: *а* – за граничним спектром; *б* – в дБА; ГС-45 – конструкторські бюро, кімнати програмістів, лабораторії, аудиторії; ГС-60 – приміщення та ділянки точного складання, машинописні бюро; ГС-80 – робочі місця в механічних виробничих приміщеннях

Під **нормованим параметром непостійного шуму** розуміється еквівалентний (за енергією) рівень звуку широкосмугового, постійного та не імпульсного шуму, який сприймається людиною як даний непостійний шум.

**Нормований рівень шуму в дБА** пов'язаний з граничним спектром залежністю

$$L_f(\text{дБА}) = \tilde{A}\tilde{N} + 5 \text{ дБ}.$$

(5.19)

В залежності від характеру шуму та тривалості його дії у нормативні рівні шуму вводяться поправки, наведені у таблицях. Одержаний рівень шуму називається **допустимим**. За характером шуми поділяються на: 1. *Тональний шум* – це шум, який має дискретний спектр, тобто ділянки спектру. Наприклад, шум дискової пили. Для людини тональний шум як правило неприємний. 2. *Імпульсний шум*. 3. *Широкосмуговий*.

Рівні шуму, які створюються підприємствами на території житла, не повинні перевищувати допустимих значень наведених в СН 245-71. А нормування шуму в жилих та суспільних будовах проводиться згідно СН 872-70.

### 5.5. Акустичний розрахунок

При проектуванні нових підприємств та цехів необхідно знати очікувані рівні звукового тиску, які будуть у розрахункових точках на робочих місцях, а також на території житлової забудови для того, щоби вже на стадії проектування вжити заходів для того, щоби цей шум не перевищував допустимого.

**Задачі акустичного розрахунку:**

- Визначення рівня звукового тиску в розрахунковій точці (РТ), коли відоме джерело шуму та його шумові характеристики.
- Визначення необхідного зниження шуму.
- Розроблення заходів зі зниження шуму до допустимих рівнів.

В залежності від того, де знаходиться розрахункова точка у відкритому просторі чи у приміщенні, використовують дещо різні розрахункові формули.

**I. Відкритий простір.** Нехай діє джерело шуму з відомою звуковою потужністю  $N$  (рис. 5.7.).

Тоді інтенсивність шуму в розрахунковій точці визначиться

згідно виразу  $J = \frac{N\Phi}{Sk}$  (5.11), де  $\Phi$  – фактор спрямованості;  $S$

– площа поверхні, на яку розподіляється випромінювана звукова енергія. В нашому випадку, коли джерело знаходиться на площині  $S = 2\pi r^2$ ;  $k$  – коефіцієнт, який показує у скільки разів послаблюється шум на шляху поширення при наявності перепон та згуканні в повітрі.

Розділимо праву та ліву частину (5.11) на  $J_0$  та прологарифмуємо:

$$10 \lg \frac{J}{J_0} = 10 \lg \frac{N}{J_0 \cdot 1 \cdot i^2} + 10 \lg \Phi - 10 \lg S - 10 \lg k \quad (5.20)$$

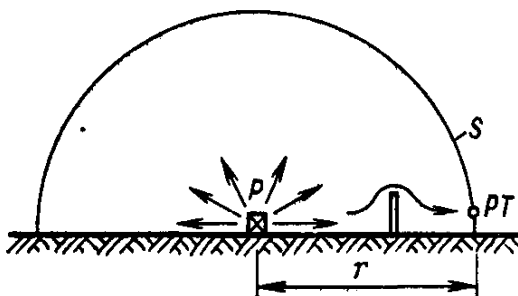


Рис. 5.7. Схема для акустичного розрахунку у відкритому просторі

Позначимо величину  $10 \lg k = \Delta L_N$  та пам'ятаючи, що

$$10 \lg \frac{J}{J_0} = L, \text{ а } 10 \lg \frac{N}{N_0} = L_N \text{ вираз (5.20) прийме вигляд}$$

$$L = L_N + 10 \lg \Phi - 10 \lg S - \Delta L_N, \quad (5.21)$$

де  $L$  – шуканий рівень звукового тиску в дБ,  $L_N$  – рівень звукової потужності джерела шуму, береться з технічного паспорту, або визначається розрахунком,  $\Delta L_N$  – зниження рівня звукової потужності шуму на шляху його розповсюдження в дБ, величина якого при відсутності перешкод та невеликих віддалях (до 50 м) рівна нулю.

Розрахунок проводиться в кожній з восьми октавних смуг. Знайдені величини рівнів порівнюються з допустимими згідно норм ( $L_{\text{дир}}$ ) та визначається необхідне зниження шуму (дБ):

$$\Delta L_{необх} = L - L_{дон}.$$

(5.22)

## II. Джерело шуму в приміщенні.

При роботі джерела шуму в приміщенні звукові хвилі багаторазово відбиваються від стін, стелі та різних предметів. Такі відбивання за звичай збільшують шум в приміщенні на 10-20 дБ в порівнянні з шумом того ж джерела у відкритому просторі.

Інтенсивність звуку в розрахунковій точці (РТ див. рис. 5.8) складається з інтенсивності прямого звуку  $J_{пр}$  та інтенсивності відбитого звуку:

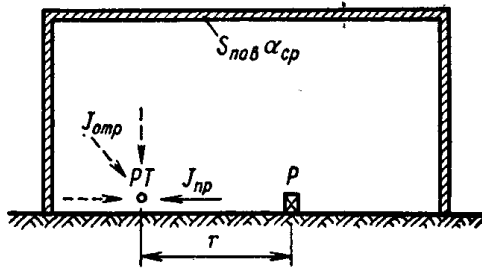


Рис. 5.8. Схема акустичного розрахунку в приміщенні

$$J = J_{пр} + J_{відб} = \frac{N\Phi}{2\pi r^2} + \frac{4N}{B}, \quad (5.23)$$

де  $B$  – так звана постійна приміщення, рівна  $B = \frac{A}{1 - \alpha_p}$  ( $m^2$ ), а

$A = \alpha_{cp} \cdot S_{пов}$  – еквівалентна площа поглинання приміщення,  $\alpha_{cp}$  – середній коефіцієнт звукопоглинання внутрішніх поверхонь приміщення ( $\alpha = J_{погл}/J_{над} < 1$ ).

Як видно з (5.23) близько від джерела шуму його інтенсивність визначається переважно прямим звуком ( $r$  мале), а при віддаленні від джерела – відбитим звуком.

Проробивши з виразом (5.23) ту ж операцію, що і з виразом (5.11) отримаємо



$$L = L_N + 10 \lg \left( \left( \frac{\Phi}{2\pi r^2} \right) + \left( \frac{4}{B} \right) \right). \quad (5.24)$$

Якщо джерело шуму та розрахункову точку розділяють які-небудь перешкоди, то у формулу (5.24) необхідно додати зі знаком “мінус” величину зниження звукової потужності, тоді

$$L = L_N + 10 \lg \left( \frac{\Phi}{2\pi r^2} + \frac{4}{B} \right) - \Delta L_N = 10 \lg k. \quad (5.25)$$

Необхідне зниження шуму визначається також згідно формули (5.22).

**Для прикладу розв’яжемо задачу.**

Рівень звукового тиску дизеля, який працює на відкритій площадці, на віддалі 1 м від нього дорівнює 112 дБ. Визначити рівень звукового тиску біля стін житлового будинку на відстані 140 м та порівняти його з допустимим а також рівень його гучності при частотах 200 та 3000 Гц.

*Дано:*  
 $L_1 = 112$  м;  
 $L_1 = 112$  дБ;  
 $l_2 = 140$  м  
 -----  
 $L_2 = ?$ ;  $L_{г} = ?$

1) При вільному звуковому полі інтенсивність звуку спадає за законом  $J_1 = \frac{N}{S_1}$ ;  $J_2 = \frac{N}{S_2}$  (\*), де  $S = 2\pi r^2$ , а  $r$  – віддаль до точки проміру.

2) Знайдемо *на скільки* знизиться рівень звукового тиску біля стін житлового будинку.

$$\begin{aligned} \Delta L = L_1 - L_2 &= 10 \lg \frac{J_1}{J_0} - 10 \lg \frac{J_2}{J_0} = 10 \lg \frac{J_1}{J_2} = \text{враховуючи (*)} = \\ &= \\ 10 \lg \frac{S_2}{S_1} &= 10 \lg \frac{2\pi(140)^2}{2\pi(1)^2} = 10 \lg 140^2 = 10 \lg 19\,600 = 10 \cdot 4,29 = 42,9 \\ &\text{дБ.} \end{aligned}$$

3) Тоді на віддалі 140 м рівень звукового тиску буде

$$L_2 = L_1 - \Delta L = 112 - 42,9 = 69,1 \text{ дБ.}$$

4) Визначимо допустимий рівень звукового тиску.

Так як у нас джерело з постійним шумом то користуємося методикою нормування за граничним спектром шуму. Згідно СНіП для житлової забудови нормований граничний спектр ГС-

45. Таким чином  $L_{\text{дв}} = 45$  дБ, що  $< L_2$ , тому необхідно застосовувати заходи для зниження рівня шуму від генератора.

5) Знайдемо рівні гучності при частотах 200 та 3000 Гц. Використовуючи графік кривих однакової гучності для  $L = 69$  дБ отримаємо  $L_T(200) = 64$  фон,  $L_T(3000) = 75$  фон.

### 5.6. Основні методи боротьби з шумом

Найбільшого поширення отримали наступні методи боротьби із шумом:

- Зменшення шуму в джерелі.
- Зміна напрямку випромінювання шуму.
- Акустична обробка приміщень.
- Зменшення шуму на шляху його розповсюдження.

Технічні засоби боротьби з шумом переважно зводяться до влаштування *звукоізоляції джерел та застосування звукопоглинаючих пристроїв.*

Ступінь звукопоглинання, відбивання та пропускання характеризується коефіцієнтами

$$\alpha = J_{\text{погл}}/J; \quad \beta = J_{\text{від}}/J; \quad \tau = J_{\text{пр}}/J. \quad (5.26)$$

Ступінь поглинання та відбивання енергії шуму визначається фізичними властивостями шуму (частотою) та структурою матеріалу перешкоди (пористістю, конфігурацією, товщиною).

**Розрахунок суцільної звукоізолюючої перешкоди зводиться до визначення її ваги, бо вважається, що звукова енергія проникає через суцільну перешкоду лише шляхом коливання всієї перешкоди.**

**Звукоізоляція  $R$**  також визначається в дБ:

$$R = 10 \lg \frac{1}{\tau} = 10 \lg \frac{J_1(\text{до перешкоди})}{J_2(\text{після перешкоди})}. \quad (5.27)$$

Для розрахунку звукоізоляції  $R$  запропоновані *емпіричні формули. Звукоізолююча властивість (дБ) суцільної та однорідної перегородки* визначається згідно формули:

$$R = 20 \lg(G \cdot f) - 60, \quad (5.28)$$

де  $G$  – маса  $1 \text{ м}^2$  перегородки, кг;  $f$  – частота, Гц.

**В якості прикладу розглянемо задачу.**

У машинному залі працює двигун з рівнем шуму  $L_1=120 \text{ дБ}$ , в другому сусідньому залі – двигун з  $L_2=110 \text{ дБ}$ . Визначити рівень шуму в сусідньому з другим залом приміщенні конструкторського бюро та порівняти з граничними рівнями шуму при частотах 50 та 6000 Гц. Стіни будови цегляні товщиною в **I**-ому залі 25 см, а в **II**-ому – 50 см. Питома вага цегли  $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ .

Дано:

$$L_1 = 120 \text{ дБ};$$

$$L_2 = 110 \text{ дБ};$$

$$f_1 = 50 \text{ Гц};$$

$$f_2 = 6000 \text{ Гц};$$

$$d_1 = 25 \text{ см};$$

$$d_2 = 50 \text{ см};$$

$$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3.$$

$$L_{KB}(f_1) - ?$$

$$L_{KB}(f_2) - ?$$

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>KB</b>
----------	-----------	-----------

1) Визначаємо зменшення шуму від двигуна першого залу в другому залі  $R_1 = 20 \lg(G_1 \cdot f_1) - 60$ , де  $G_1 = \rho d_1$ . Отже

$$G_1 = 1600 \cdot 0.25 = 400 \text{ кг/м}^2, f_1 = 50 \text{ Гц. Тоді}$$

$$R_1 = 20 \lg(400 \cdot 50) - 60 = 20 \lg 2 \cdot 10^4 - 60 = 20 \cdot 4,33 - 60 \approx 26,6 \text{ дБ.}$$

2) Тоді шум, який пройшов з першого залу в другий буде

$$L_1' = L_1 - R_1 = 120 - 26,6 = 93,4 \text{ дБ.}$$

3) Тепер знайдемо сумарний шум в другому залі  $L_{2+1'} = L_2 + \Delta L$ , де  $\Delta L$  знайдемо з таблиці задачі 5.1. (стор. 176) за різницею

$$\left( L_2 - L_1' \right) = 110 - 93,4 = 16,6 \text{ дБ: } \Delta L = 0,2 \text{ дБ, тоді}$$

$$L_{2+1'} = 110 + 0,2 = 110,2 \text{ дБ.}$$

4) Визначимо зменшення цього сумарного шуму другою стінкою

$$R_2 = 20 \lg(Gf) - 60 = 20 \lg(1600 \cdot 0,5 \cdot 50) - 60 = 20 \lg(4 \cdot 10^4) - 60 = 30,4 \text{ дБ.}$$

5) Тоді рівень інтенсивності шуму в приміщенні конструкторського бюро при  $f = 50 \text{ Гц}$  буде:

$$L_K = L_{2+1'} - R_2 = 110,2 - 30,4 = 79,8 \text{ дБ.}$$

б) Він значно перевищує гранично допустимий рівень шуму в КБ, який згідно ГС–45 повинен бути  $< 71$  дБ. Тобто необхідно вжити якісь додаткові заходи по його зменшенню, наприклад, звукоізолювати самі джерела шуму (двигуни), встановити на стіни додаткові звукопоглинаючі екрани і т. ін.

Для вимірювання звуку (шуму) використовуються *шумоміри*. *Принцип дії* яких наступний: повздовжні коливання повітря під дією звуку призводять до коливання мембрани, коливання якої перетворюються у електричні коливання, останні підсилюються та пропускаються через смугові фільтри, смуга пропускання яких відповідає звуковим октавним смугам, випрямлений сигнал подається на індикатор (стрілочний прилад). Приклади шумомірів *Ш–63*, *Ш–70*, *ШВ* (індикатор шуму та вібрації).

## Лабораторна робота № 8.

### Дослідження параметрів виробничого шуму і визначення ефективності звукоізоляції.

**Мета роботи:** вивчити методику виміру і оцінки основних параметрів виробничого шуму; дослідити звукоізоляційні властивості різних матеріалів.

#### 1. Загальна характеристика шуму.

Шум є хаотичним поєднанням звуків різної частоти і інтенсивності і одним з найбільш поширених чинників зовнішнього середовища. Звук є хвилеве коливання пружного середовища, при якому виникає надлишковий тиск. Відчуття звуку або його чутність виникає за умови, що частоти і енергія коливань, що діють на орган слуху, лежать в межах слухового сприйняття. Цей надлишковий тиск завдяки пружності навколишнього повітря передається від шару до шару повітря, викликаючи тим самим появу звукових хвиль. Звукова хвиля характеризується звуковим тиском  $p$ , Па, коливальною швидкістю  $v$ , м/с, інтенсивністю  $I$ , Вт/м<sup>2</sup> і частотою  $f$ , Гц.

При розповсюдженні звукової хвилі частки повітря або рідини коливаються біля положення рівноваги. Швидкість, з якою коливаються частки середовища щодо свого положення рівноваги, називається коливальною швидкістю, м/с:

$$v = p / (\rho c),$$

де  $p$  - звуковий тиск, Па;  $\rho c$  - питомий акустичний опір середовища, Па·с/м;  $\rho$  - щільність середовища, кг/м<sup>3</sup>;  $c$  - швидкість звуку в середовищі, м/с.

Інтенсивність звуку, Вт/м<sup>2</sup>, пов'язана із звуковим тиском залежністю

$$I = pv = p^2 / (\rho c).$$

Діапазон чутних частот звуку лежить в межах 20 — 20000 Гц. Найбільшу чутливість до звуку слуховий апарат людини має при частотах 2000 — 5000 Гц. За еталонний прийнятий звук з частотою коливання 1000 Гц.

Діапазон звукового тиску, який розрізняється органами слуху людини, досить широкий. Мінімальна величина звукового тиску на частоті 1000 Гц, який ледве відчувається людським вухом, називається порогом чутності  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па, а відповідна

йому інтенсивність  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>. При звуковому тиску

$2 \cdot 10^2$  Па та інтенсивності звуку  $10^2$  Вт/м<sup>2</sup> виникають больові відчуття; такі значення називаються больовим порогом. Між порогом чутності і больовим порогом лежить область чутності. Оскільки больовий поріг перевищує поріг чутності в  $10^{14}$  разів по інтенсивності звуку і в  $10^7$  разів по звуковому тиску, а також те, що відчуття людини, що виникають при дії шуму, пропорційні логарифму середньоквадратичного тиску, то користуватися для оцінки звуку абсолютними величинами інтенсивності звуку або звукового тиску незручно. Тому для зручності обчислень прийнято оцінювати інтенсивність звуку і звуковий тиск у відносних логарифмічних одиницях - децибелах (дБ), тобто по відношенню до величин порогу чутності. Таким чином, рівень звукового тиску, дБ, виражається залежністю

$$L = 20 \lg(p/p_0),$$

де  $p$  — середньоквадратичний звуковий тиск, Па;  $p_0$  — пороговий середньоквадратичний звуковий тиск, Па.

Рівень інтенсивності звуку, дБ

$$L = 10 \lg(I/I_0) = 20 \lg(p/p_0).$$

Чутливість слуху падає з пониженням частоти звуку. Для того, щоб наблизити результати об'єктивних вимірів до суб'єктивного сприйняття, вводять поняття коректованого рівня звукового тиску (рівня звукової потужності і тому подібне). Корекція полягає в тому, що вводяться залежні від частоти звуку поправки до рівня відповідної величини. Коректований рівень звукового тиску  $L_A = L - \Delta L_A$  називається рівнем звуку і

вимірюється в дБА.

Стандартне значення корекції  $\Delta L_A$  наступне:

Частота, Гц	Корекція $\Delta L_A$ , дБ	Частота, Гц
16	80	250
31,5	42	1000
63	26,3	2000
125	16,1	4000
500	3,2	8000

Тому для орієнтовної оцінки постійного широкосмугового шуму на робочих місцях ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» та ГОСТ 12.1.003—83 допускає приймати рівень звуку в дБА, вимірюваний на тимчасовій характеристиці «Повільно» шумоміра та обчислювати за формулою

$$L_A = 20 \lg(p_A/p_0),$$

де  $p_A$  — середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням корекції «А» шумоміра, що враховує спектральну чутливість людського вуха, Па.

Рівень звукового тиску на відстані від джерела шуму  $r$  обчислюють за формулою

$$L_r = L_1 - 20 \lg(r/r_1),$$

де  $L_1$  — рівень звукового тиску на відстані  $r_1$  від джерела шуму, дБ.

Рівень шуму від декількох некогерентних джерел визначається

по формулі

$$L_\Sigma = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i},$$

де  $L_i$  — рівень звукового тиску  $i$ -го джерела шуму, дБ;  $n$  — кількість джерел шуму.

Сумарний рівень шуму від  $n$  однакових по рівню джерел шуму  $L$ , у рівновіддаленій від них точці визначають по формулі

$$L_\Sigma = L + 10 \lg n.$$

При одночасній дії двох джерел з різними рівнями сумарний рівень

$$L_{\Sigma} = L_1 + \Delta L,$$

де  $L_1$  — найбільший з двох сумарних рівнів шуму;  $\Delta L$  — добавка, залежна від різниці рівнів звуку двох джерел, величини приведені нижче:

Рівень шуму $L_1$ , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
$\Delta L$ , дБ	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2

При більшому числі джерел шуму інтенсивність підсумовується послідовно від найбільшого до найменшого.

## 2. Класифікація шуму.

*По характеру спектру* шум підрозділяється на:

- широкосмуговий (суцільний) - з безперервним спектром шириною більш за октаву;
- взькосмуговий (тональний) - в спектрі якого є виражені дискретні тони.

Тональний характер шуму встановлюється виміром випромінювання в третьоктавних смугах частот по перевищенню рівня шуму в одній смузі над сусідніми не менше чим на 10 дБ.

*По часових характеристиках* шум ділиться на:

- постійний - рівень звуку якого за повний робочий день при роботі технологічного устаткування змінюється в часі не більше ніж на 5 дБА;
- непостійний - рівень звуку якого за повний робочий день при роботі технологічного устаткування змінюється в часі більш ніж на 5 дБА.

У свою чергу непостійний шум підрозділяється на:

- що коливається в часі - рівень звуку якого безперервно змінюється в часі;



- переривистий - рівень звуку якого ступінчасто змінюється (на 5 дБА і більш), причому тривалість інтервалів, протягом яких рівень залишається постійним, складає 1 с і більш;
- імпульсний - що складається з одного або декількох звукових сигналів, кожен тривалістю менше 1 с, при цьому, рівні звуку в дБА і та дБА, зміряні на часових характеристиках “імпульс” і “повільно” відрізняються не менше ніж на 7 дБ.

*За походженням* шуми діляться на:

- механічні (коливання поверхонь тіл або самих тіл ) - виникаючі в результаті руху, ударів, тертя поверхонь окремих вузлів і деталей установок, машин (металообробні верстати, вібро- і ударостенди і так далі);
- аеродинамічні (нестационарні процеси в газі ) - виникаючі в результаті витоку стислого повітря, газів або переміщення газоподібного середовища з великою швидкістю (компресорні і вентиляційні установки, пальники, рух тіл в повітрі, літаки);
- гідродинамічні - що виникають унаслідок стаціонарних і нестационарних процесів в рідинах (кавітація, турбулентність потоку, гідравлічні удари - це насоси і т.і.);
- електромагнітні (змінні магнітні сили, що приводять до коливання робочих органів електричних машин і апаратів) - що виникають в електричних машинах, установках, приладах і апаратах (шум силових трансформаторів за рахунок дії магнітострижкції і так далі).

### 3. Дія шуму на людину

Шум може викликати різні загальнобіологічні роздратування, патологічні зміни, функціональні розлади і механічні пошкодження. Тривала дія інтенсивного шуму може привести до патологічного стану слухового органу, до його стомлення і виникнення професійного захворювання - приглухуватості, а при рівнях 120-140 дБА здатний викликати механічне пошкодження органів слуху (розрив барабанної перетинки). Ознакою захворювання слухового рецептора є головні болі і шум у вухах, інколи втрата рівноваги і нудота.

Шум викликає зміни серцево-судинної системи, що супроводжуються порушеннями тонуусу і ритму сердечних скорочень, змінюється артеріальний тиск, з'являються головні болі, запаморочення, відбувається зміна об'ємів внутрішніх органів. Шум приводить до порушення нормальної функції шлунку - зменшується виділення шлункового соку і змінюється кислотність (виникає гастрит). Особливо схильна до дії центральна нервова система. Наголошувалися зміни в органі зору людини (знижується стійкість ясного бачення і гострота зору, змінюється чутливість до різних кольорів і ін.) і вестибулярному апараті, підвищення внутрічерепного тиску, порушення в обмінних процесах організму і тому подібне. Патологічні зміни, що виникають під дією шуму, розглядаються як шумова хвороба.

Шум шкідливо відбивається на здоров'ї і працездатності людей. Шум погіршує точність виконання робочих операцій, ускладнює прийом і сприйняття інформації (стеження, збір інформації і мислення), знижує продуктивність праці, збільшує брак в роботі, створює передумови до виникнення нещасних випадків.

#### 4. Нормування шуму

Нормування і контроль шуму здійснюється відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» и ГОСТ 12.1.003—83.

Характеристикою постійного шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 та 8000 Гц.

При *нормуванні шуму* використовують два методи:

- нормування по граничному спектру шуму;
- нормування рівня звуку.

У *першому випадку* нормуються рівні звукового тиску в дев'яти октавних смугах частот з середніми геометричним частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц залежно від виду трудової діяльності. (*Октавою* називається смуга частот ( $f_1...f_2$ ), для якої виконується співвідношення

$f_2/f_1=2$ ; середня геометрична частота  $f_{\text{сер.геометр.}} = \sqrt{f_1 f_2}$  ).

Сукупність дев'яти нормативних рівнів звукового тиску називається *граничним спектром* (ГС). Кожен із спектрів має індекс, наприклад ГС - 80, де цифра 80 - нормативний рівень звукового тиску в октавній смузі частот з  $f_{\text{с.г.}} = 1000$  Гц.

*Другий метод* нормування загального рівня шуму, зміряного за шкалою "А" і іменованого *рівнем звуку* залежно від виду трудової діяльності, використовується для орієнтовної оцінки постійного і непостійного шуму.

Рівень шуму, що створюється устаткуванням на робочих місцях, не повинен перевищувати значень, приведених в санітарних нормах.

Допускається як характеристику постійного широкосмугового шуму на робочих місцях при орієнтовній оцінці приймати рівень звуку (дБА), зміряний на часовій характеристиці «повільно» шумоміра по ГОСТ 17187—85.

Характеристикою непостійного шуму на робочих місцях є інтегральний параметр - еквівалентний (по енергії) рівень звуку (дБА), який обчислюється за формулою

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt,$$

де  $T$  — час дії шуму, ч;  $p_A(t)$  — поточне значення середньквадратичного звукового тиску з урахуванням корекції «А» шумоміра, що враховує спектральну чутливість людського вуха, Па;  $p_0$  — порогове значення звукового тиску ( $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Допускається як характеристику непостійного шуму використовувати дозу шуму або відносну дозу шуму відповідно до «Методичних рекомендацій по дозній оцінці виробничих шумів» №2908—82.

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях слід приймати відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємств

№ з/п	Вид трудової діяльності	Рівні звукового тиску, дБ, в окт з середньгеометричними час					
		31,5	63	125	250	500	1000
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Творча діяльність, керівна діяльність з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання і проектування, програмування, викладання	86	71	61	54	49	45
2	Висококваліфікована робота, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні і аналітичні роботи в лабораторії	93	79	70	63	58	55
3	Робота з часто отримуваними вказівками і акустичними сигналами, робота, що вимагає постійного слухового контролю, операторська робота, диспетчерська робота	96	83	74	68	63	60
4	Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження і дистанційного керування виробничими циклами	103	91	83	77	73	70
5	Виконання всіх видів робіт (окрім перерахованих в п.п. 1-4 і аналогічних їм) на постійних	107	95	87	82	78	75

	робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємств						
--	--	--	--	--	--	--	--

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку слід приймати:

- для широкосмугового постійного і непостійного (окрім імпульсного) шуму - згідно табл.1.1 ;
- для тонального і імпульсного шуму - на 5 дБ менше значень, вказаних в табл.1.1;
- для шуму, створюваного установками кондиціонування повітря, вентиляції і повітряного опалювання - на 5 дБ менше фактичних рівнів шуму в приміщеннях, якщо останні не перевищують значень таблиці (поправка для тонального і імпульсного шуму при цьому не враховується), інакше - на 5 дБ менше значень, вказаних в табл.1.1 ;
- для переривистого шуму, який коливається в часі, максимальний рівень звуку не повинен перевищувати 110 дБ А;
- для імпульсного шуму максимальний рівень звуку не повинен перевищувати 125 дБА<sub>1</sub>.

Для окремих видів трудової діяльності (професій) повинні зменшуватися допустимі рівні звуку при розробці галузевої регламентуючої документації з урахуванням категорії важкості і напруженості праці.

Зони з рівнем звуку або еквівалентним рівнем звуку вище 85 дБА мають бути позначені знаками безпеки (ГОСТ 12.4.026-76). Працюючих в цих зонах забезпечують засобами індивідуального захисту (ГОСТ 12.4.051-78).

Забороняється навіть короткочасне перебування в зонах з октавними рівнями звукового тиску понад 135 дБ в будь-якій октавній смузі.

## **5. Контроль рівня шуму.**

Контроль рівнів шуму повинен здійснюватися на підприємствах не рідше за один раз на рік.

Вимір шуму виконується в такій послідовності: спочатку

виявляють найбільш шумні вузли і вимірюють спектри на робочих місцях, потім визначають тривалість дії шуму на обслуговуючий персонал і значення змінних рівнів шуму і вібрації порівнюють з допустимими величинами і з'ясовують ступінь їх відповідності.

Шумові характеристики машин мають бути вказані в паспорті на них, керівництві (інструкції) по експлуатації або іншій супровідній документації.

Для контролю відповідності фактичних рівнів шуму на робочих місцях допустимим рівням необхідно вимірювати шум, коли працює не менше 2/3 встановлених в даному приміщенні одиниць технологічного устаткування при найбільш характерному режимі його роботи. Мають бути включені вентиляційні установки, а також інші використовувані зазвичай в приміщенні пристрої, що є джерелами шуму. Мікрофон шумоміра розташовується на висоті вуха людини, що знаходиться на робочому місці. Якщо робоче місце твердо не встановлене, шум вимірюється в декількох характерних місцях (не менше трьох). При проведенні вимірів мікрофон має бути направлений у бік джерела шуму і віддалений не менше ніж на 0,5м від вимірюючого оператора.

## **6. Методи і засоби боротьби з шумом.**

Відповідно до ГОСТ 12.1.003—83 захист від шуму повинен досягатися

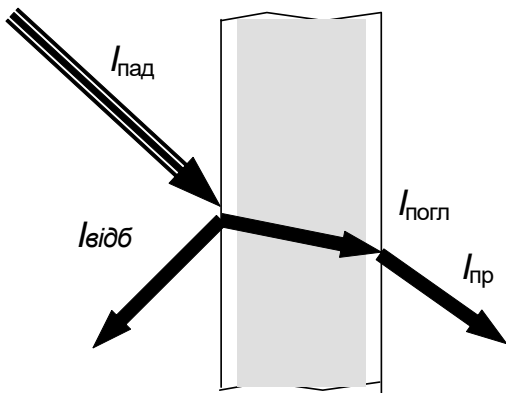
- розробкою шумобезпечної техніки;
- застосуванням засобів і методів колективного захисту згідно ГОСТ 12.1.029—80;
- засобів індивідуального захисту згідно ГОСТ 12.4.051—78;
- також будівельно-акустичними методами.

Основними засобами колективного захисту є:

- зниження шуму в джерелі його виникнення;
- на шляху його розповсюдження.

Методи, які знижують шум безпосередньо в *самому джерелі*, підрозділяються на:

- засоби, що знижують збудження шуму;



Мал. 12.2. Шляхи розсіювання звукової енергії при проходженні звуку через перешкоду.

- засоби, що знижують звукотворну здатність джерела шуму.

Методи боротьби з механічними, аеродинамічними, гідродинамічними і електромагнітними шумами в джерелі їх виникнення для певних виробничих установок, машин, приладів і апаратів

детально розглянуті в роботі [2] з вказівкою конкретної технічної літератури для відповідної галузі.

Засоби, що знижують шум на шляху його розповсюдження, залежно від середовища підрозділяються на:

- засоби, що знижують передачу повітряного шуму;
- засоби, що знижують передачу структурного шуму (передача в сусідні приміщення вібрацій і звуку по будівельних конструкціях будівлі).

Засоби захисту від шуму залежно від використання додаткового джерела енергії підрозділяються на:

- пасивні, в яких не використовується додаткове джерело енергії;
- активні, в яких використовується додаткове джерело енергії.

Засоби і методи колективного захисту від шуму залежно від способу реалізації підрозділяються на: *акустичні, архітектурно-планувальні і організаційно-технічні.*

Акустичні засоби захисту від шуму залежно від принципу дії підрозділяються на засоби звукоізоляції, засоби звукопоглинання, засоби віброізоляції, засоби демпфування і глушники шуму.

Архітектурно-планувальні методи захисту включають: раціональні акустичні вирішення планувань будівель і

генеральних планів об'єктів; раціональне розміщення технологічного устаткування, машин і механізмів, раціональне розміщення робочих місць, раціональне акустичне планування зон і режиму руху транспортних засобів і транспортних потоків, створення шумозахищених зон в різних місцях знаходження людини.

Організаційно-технічні методи включають застосування малошумних технологічних процесів (зміна технології виробництва, способу обробки і транспортування матеріалу і ін.); оснащення машин і установок засобами дистанційного керування і автоматичного контролю; застосування малошумних установок, зміна конструктивних елементів машин, їх складальних одиниць; вдосконалення технології ремонту і обслуговування установок; використання раціональних режимів праці і відпочинку працівників.

До основних будівельно-акустичних заходів щодо зниження шуму в цехах відносяться вибір і установка найменш шумлячого устаткування; пристрій кожухів, глушників, екранів; раціональне планування території підприємства, при якій об'єкти, що вимагають захисту від шуму (лабораторні корпуси, обчислювальні центри і т. п.), максимально віддалені від шумних відкритих установок і приміщень; раціональне поверхове планування будівель і розміщення шумного устаткування в будівлі; улаштування віброізолюваних фундаментів і амортизаторів під устаткування для запобігання передачі вібрацій на будівельні конструкції. Ці заходи включають також пристрій глушників шуму на вихлопі і всмоктуванні технологічного устаткування, а також глушення шуму вентиляційних установок; застосування віброізолюючих покриттів для віброізоляції повітряних каналів; монтаж звукоізолюваних кабін спостереження, управління і т. п.; застосування відокремлювачів, екранів для захисту робочих місць від шуму, а також для відокремлення найбільш шумних машин і установок в цеху.

Шум знижують також облицюванням звукопоглинальними матеріалами стелі і стін, установкою штучних звукопоглиначів; підбором звукоізолюючих огорож, перекриттів, дверей і вікон; відділенням менш шумних ділянок і



конторських приміщень стінками і перегородками, що мають достатню звукоізоляцію; розміщенням верстатів, стендів і іншого устаткування з можливо меншою щільністю (відстань між верстатами не менше 1,5 м), що дозволяє застосовувати додаткові засоби для зниження шуму - екрани або відокремлювачі; об'єднання, по можливості, верстатів в групи по ступеню шумності з повним або частковим відділенням найбільш шумної групи від решти устаткування.

При виборі форми і об'єму приміщення слід віддавати перевагу витягнутій формі і плоскій звукопоглинальній стелі з мінімально необхідною висотою.

До акустичних засобів захисту від шуму відносять також демпфування, звукоізоляцію і звукопоглинання.

Зниження шуму за допомогою засобів демпфування добиваються покриттям випромінюючої поверхні демпфуючими матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя. Існує багато різних видів демпфуючих покриттів. Найбільш поширені жорсткі покриття з пружно-в'язких матеріалів (мастики, спеціальні види повсті, лінолеуму), що наносяться на поверхню наклеюванням, напиленням та ін.

За допомогою звукоізолюючих перешкод легко понизити рівень шуму на 30...40 дБ. Метод заснований на віддзеркаленні звукової хвилі, падаючої на огорожу. Проте звукова енергія не лише відбивається від огорожі, але і проникає через неї, що викликає коливання огорожі, яка сама стає джерелом шуму. Чим більша поверхнева щільність огорожі, тим важче привести її в коливальний стан, отже, тим вище її звукоізолююча здатність. Тому ефективними звукоізолюючими матеріалами є метали, бетон, дерево, скло, щільні пластмаси і т. п.

Для оцінки звукоізолюючої здатності огорожі введено поняття звукопроникності  $\tau$ , під якою розуміють відношення звукової енергії, що пройшла через огорожу, до падаючої на неї. Величина, зворотна звукопроникності, називається звукоізоляцією (дБ), вона пов'язана із звукопроникністю наступною залежністю:  $R = 10 \lg(1/\tau)$ .

Для збільшення звукоізоляції огорож застосовують різні звукопоглинальні матеріали (краще на основі мінерального або

скляного волокна). Для зниження шуму в приміщенні проводять його акустичну обробку, наносячи звукопоглинальні матеріали на внутрішні поверхні, а також розміщуючи в приміщенні штучні звукопоглиначі.

Ефективність звукопоглинального пристрою характеризується коефіцієнтом звукопоглинання, який є відношенням поглиненої звукової енергії до падаючої:  $\alpha = E_{\text{погл}} / E_{\text{пад}}$ . При  $\alpha = 0$  вся

енергія відбивається без поглинання, при  $\alpha = 1$  вся енергія поглинається (ефект «відкритого вікна»). Коефіцієнт залежить від частоти звукових хвиль і кута їх падіння на конструкцію.

Звукопоглинальні пристрої бувають пористими, пористо-волокнистими, з екраном, мембранні, шаруваті, резонансні і об'ємні. Ефективність застосування різних звукопоглинальних пристроїв визначається в результаті акустичного розрахунку з урахуванням вимоги СНіП II-12-77. Для досягнення максимального ефекту рекомендується облицьовувати не менше 60% загальної площі поверхонь, що захищають, а об'ємні (штучні) звукопоглиначі розташовувати якомога ближче до джерела шуму.

Максимальне зниження рівня шуму у відбитому полі за допомогою акустичної обробки внутрішніх поверхонь приміщення практично не перевищує 6...8 дБ, досягаючи в окремих смугах частот 10...12 дБ.

Акустична обробка обов'язково повинна застосовуватися в шумних цехах, машинних залах машинолічильних станцій і обчислювальних центрів, машинописних бюро і ін.

Звукопоглинальні облицьовання і штучні поглиначі, як правило, застосовуються у поєднанні з іншими заходами щодо обмеження шуму.

Ефективність застосування акустичних облицьовань визначається звукопоглинальними властивостями вибраних конструкцій, способами їх розміщення, розмірами приміщень і місцем розташування ДШ. Найбільший акустичний ефект досягається в місцях, розташованих в зоні відбитого звуку (далеко від ДШ), де звукове поле повністю визначається щільністю енергії відбитих звукових хвиль. У зоні, де переважає прямий звук, тобто поблизу від джерела шуму, акустичний

ефект звукопоглинального облицювання помітно знижується. Якщо стіни приміщення або перекриття спроектовані світлопрозорими і площа вільних поверхонь, придатних для розміщення звукопоглинального облицювання, мала, рекомендується застосовувати облицювальні щити у вигляді куліс або додатково-штучні поглиначі шуму. Штучні поглиначі рекомендується підвішувати якомога ближче до джерел шуму.

Акустичними характеристиками приміщення є: постійна приміщення  $V$ , еквівалентна площа звукопоглинання  $A$  і середній коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha$ .

Екрани як засіб боротьби з шумом слід застосовувати для ДШ, що мають переважно середньо- і високочастотний спектр шуму, оскільки ступінь проникнення звукових хвиль в область тіні залежить від співвідношення розмірів і довжини хвилі падаючого звуку. Чим більше відношення довжини хвилі  $\lambda$  до розміру екрану  $a$ , тим менше область звукової тіні за ним, тобто тим менше діапазон захищаючої здатності.

Джерело шуму повинне розташовуватися не вище за центр симетрії екрану. Лінійні розміри екрану вибираються так, щоб межі проєкції на нього джерела шуму великих габаритів відстояли від краю екрану не менше ніж на довжину хвилі нижньої граничної частоти октавної смуги в досліджуваному звуковому діапазоні.

Для боротьби з вентиляційним шумом рекомендують застосовувати малощумні вентилятори; забезпечувати номінальний режим роботи вентилятора; усувати нещільність між обшивкою і каркасом (усувати підсоси); встановлювати на вході вентилятора колектор (забезпечувати рівномірне підтікання повітря) і облицювати внутрішні поверхні обшивки звукопоглинальними матеріалами. Колектори знижують вентиляційний шум приблизно на 10 дБ.

Боротьба з аеродинамічним шумом в джерелі його виникнення представляє великі труднощі, тому зниження рівня шуму досягається на шляху розповсюдження звуку за допомогою різних глушників. Вибір типу глушника визначається необхідним рівнем зниження шуму, його спектром, потужністю джерела і ін.

Глушники розділяються на абсорбційні, реактивні (рефлексні) і комбіновані. У абсорбційних глушниках загасання шуму відбувається в порах звукопоглинального матеріалу. Реактивні глушники шуму виготовляються у вигляді сполучених між собою камер, мають розширення і звуження, резонансні поглиблення і тому подібне. Принцип їх роботи заснований на ефекті віддзеркалення звуку в результаті утворення «хвилевої пробки» в елементах глушника і резонансного поглинання звуку. У комбінованих глушниках відбувається як поглинання, так і віддзеркалення звуку. Методи розрахунку і проектування глушників приведені в СНіП II-12-77.

Цікавим і принципово новим методом зниження шуму є активне шумозаглушення - цей метод, пов'язаний із створенням «антизвуку», тобто створенням рівного по величині і протилежного по фазі звуку. В результаті інтерференції основного звуку і «антизвуку» в деяких місцях шумного приміщення можна створити зони тиші. У місці, де необхідно зменшити шум, встановлюється мікрофон, сигнал від якого посилюється і випромінюється певним чином розташованими динаміками. Вже розроблений комплекс електроакустичних приладів для інтерференційного придушення шуму.

Застосування засобів індивідуального захисту від шуму доцільно в тих випадках, коли засоби колективного захисту і інші засоби не забезпечують зниження шуму до допустимих рівнів. Засоби індивідуального захисту дозволяють понизити рівень сприйманого звуку на 7...38 дБ. Вони підрозділяються на протишумні навушники, що закривають вушну раковину зовні; вкладиші у вигляді м'яких вкладишів тампонів з ультратонких волокон базальту («беруші»), ебоніту, гуми вставляються в слуховий канал; шоломи і каски; протишумові костюми [2; 6].

## 7.Оформлення результатів

Таблиця 12.1. Результати визначення рівня звуку

ло	Рівень звуку, дБА	Похибка	Вис
----	-------------------	---------	-----

Експериментальний	Розрахунковий	Допустиме значення згідно ДСН 3.3.6.037-99	Висновок	Абсолютна, дБА	Відносна, %	Точність
	х			х	х	
	х			х	х	
	х			х	х	
2						
3						
3						
L <sub>3</sub>						

1. Розрахувати сумарний рівень звуку  $L_{P_{03p}}^{\Sigma}$  методом енергетичного складання за наслідками вимірів рівнів звуку, що створюється кожним джерелом окремо (величини  $L_1, L_2, L_3$  див. в табл. 12.1).
2. Обчислити абсолютну і відносну похибки розрахунку величини  $L_{P_{03p}}^{\Sigma}$  в порівнянні з даними виміру. Результати занести в таблицю 12.1. Зробити висновок про точність методу енергетично-го складання рівнів звуку.
3. Зробити висновок про відповідність результатів вимірів рівнів звуку допустимим значенням згідно ДСН 3.3.6.037-99.

Таблиця 12.2. Результати досліджень

Величина рівня звуку, дБ	Величини звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньогеометричними частотами, Гц.							
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000

ати вимірів								
мі я згідно 3.6.037-99								

4. За даними таблиці. 12.2 побудувати графік залежності рівнів звукового тиску від частоти.
5. Зробити висновок про характер спектру досліджуваного шуму і його відповідність граничному спектру. Виявити діапазон частот, де рівень перевищує норми.

Таблиця 12.3. Результати вимірів рівнів звукового тиску

Матеріал перегородки	Величини звукового тиску, дБ, в окта з середньгеометричними частот					
	31,5	63	125	250	500	1000
Без екрану						
Алюміній						
Дерево						
Гетинакс						
Лінолеум						

6. Розрахувати звукоізолюючу здатність перегородок з різних матеріалів для октавних смуг частот нормованого діапазону, користуючись даними таблиці 12.3.

$$R_i^{екр} = L_i^{без.екр} - L_i^{екр}.$$

Результати обчислень занести в таблицю 12.4.

Таблиця 12.4. Результати розрахунків звукоізолюючої здатності матеріалів

Матеріал	Величини звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.
----------	--

перегородки	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Алюміній									
Дерево									
Гетинакс									
Лінолеум									

7. За даними таблиці 12.4 побудувати графіки залежності звукоізолюючої здатності перегородок з різних матеріалів від частоти. Зробити висновки, в яких вказати, від чого залежить звукоізолююча здатність матеріалів.

8. Обґрунтувати вибір матеріалу перегородки для захисту від шуму, спектральна характеристика якого визначена в таблиці 12.3.

Для октавних смуг частот, де рівень звукового тиску перевищує норму ( див. графіки, побудовані за даними таблиці 12.2 ), вибрати по графіках, побудованих по таблиці. 12.4, такий матеріал, або набір матеріалів, який забезпечував би максимальну звукоізолюючу здатність в даних смугах частот.

## 6. ВІБРАЦІЯ, ЇЇ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ, МЕТОДИ ЗАХИСТУ

### 6.1. Вібрація

**Вібрація** – це коливання тіл з частотами від десятих часток Гц до сотень Гц (0,1-4 000 Гц). Джерелами вібрації здебільшого є динамічно неврівноважені механізми.

Ступінь шкідливої дії вібрації визначається величинами *коливальних швидкостей* та *коливальних прискорень*. При малих амплітудах (до  $2 \cdot 10^{-5}$  м) та частотах більше 15 Гц головну роль при дії вібрації на людину відіграє **коливальна швидкість**, тобто *максимальна із значень швидкостей точки, яка коливається*,  $V = a \cdot 2\pi f$ , де  $a$  – амплітуда коливання. При малих амплітудах та малих частотах більш суттєвим є **коливальне прискорення**, тобто *максимальне із значень прискорення точки, яка коливається*,  $\omega = a(2\pi f)^2$ . При значних амплітудах ( $>2 \cdot 10^{-5}$  м) суттєве значення при дії вібрації на людину відіграє як коливальне прискорення, так і коливальна швидкість.

У практиці вібродосліджень, аналогічно як і в акустиці, весь діапазон частот розбивають на октавні діапазони, середньо геометричні частоти яких стандартизовані і складають: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Гц ( $f_{\bar{N}} = \sqrt{f_1 f_2}$ , де,  $f_1$  – нижня,  $f_2$  – верхня границя частот октавного діапазону, причому  $f_2 = 2f_1$ ).

Враховуючи, що абсолютні значення параметрів, які характеризують вібрацію змінюються в широких межах, в практиці дослідження вібрацій також використовують поняття *рівня параметра вібрації* (логарифм відношення абсолютної величини параметра до його порогового значення), який вимірюється в дБ.

**Рівень коливальної швидкості** в дБ визначається виразом

$$L_v = 10 \lg \bar{V}^2 / V_0^2 = 20 \lg \bar{V} / V_0, \quad (6.1)$$



де  $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с – порогове значення коливальної швидкості, встановлене міжнародною угодою.  $\bar{V}$  – діюче (середньоквадратичне) значення віброшвидкості, яке дорівнює середньоквадратичному миттєвих значень коливальних швидкостей  $V$  за час усереднення  $T$  :

$$\bar{V} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} V^2(t) dt}, \quad (6.2)$$

$T$  вибирають з урахуванням характеру зміни віброшвидкості в часі.

**Спектри рівнів коливальної швидкості** є основними характеристиками вібрації.

Розрізняють *загальну* та *локальну (місцеву) вібрації*. **Загальна** – викликає струс всього організму, **локальна** – втягує в коливальні рухи окремі частини тіла.

**Загальна вібрація** з частотою менше 0,7 Гц (так звана качка) викликає неприємні відчуття, але до віброхвороби не призводить а призводить лише до так званої *морської хвороби* (після припинення дії качки симптоми морської хвороби зникають).

Різні внутрішні органи людини можна розглядати як окремі коливальні системи, які з'єднані між собою “пружинами” і які володіють рядом резонансів (коли власні частоти співпадають з частотами зміни збурюючої сили). *Для більшості внутрішніх органів власні частоти лежать в межах 6-9 Гц.* Тому коливання робочих місць з вказаними частотами дуже небезпечні, так як можуть викликати механічні пошкодження та навіть розрив цих органів. *Найнебезпечнішою є частота 7 Гц* (як для інфразвуку, так і для вібрації), так як можливе її співпадання з альфа ритмом біоелектричних струмів мозку, при цьому людина втрачає розум. Інфраколивання з  $f \approx 5$  Гц, які виникають перед бурею в океані, викликають у людини гнітючий стан. Для голови найнебезпечніші загальні коливання

з  $f = 25-30 \text{ Гц}$ , бо вона співпадає з власною частотою голови відносно плечей.

*Систематична дія загальних вібрацій веде до змін в діяльності нервової, судинної та скелетної систем.*

**Локальна вібрація** викликає спазми судин, які починаються з кінцевих фаланг пальців, розповсюджуються на всю руку, передпліччя а потім захоплюють судини серця. У результаті чого відбувається порушення периферійного кровопостачання. Одночасно спостерігається дія вібрації на нервові закінчення, м'язові та кісткові тканини, що призводить до порушення чутливості шкіри, окостеніння сухожилля, м'язів, болей та відкладанню солей у суглобах. Одночасно спостерігаються порушення діяльності центральної нервової системи, як і при загальній вібрації.

Віброхвороби ефективно виліковуються лише на ранніх стадіях, а запущена хвороба може призвести до повної втрати працездатності, до інвалідності.

Більш загальна класифікація виробничої вібрації наведена на рис. 6.1.

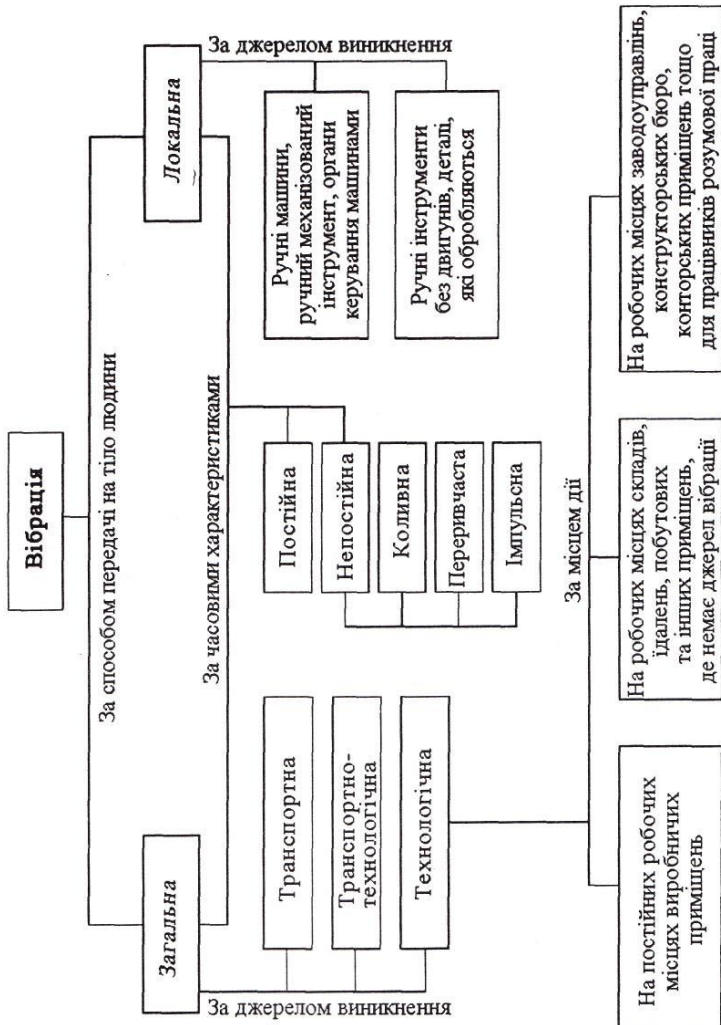


Рис.6.1. Класифікація виробничої вібрації

## 6.2. Основні нормативні документи

**Основним нормативним документом в галузі вібрації є:**

– ГОСТ 12.1.012–78. Стандарт зокрема рекомендує гігієнічну оцінку допустимої вібрації за встановленою величиною рівня коливальної швидкості в октавних діапазонах з середньо

геометричними значеннями частот 2, 4, 8, 16, 32, 63 Гц для вібрації робочих місць, підлоги, корпусів машин, тобто для загальної вібрації.

– Санітарні **норми та правила СН 626–66** встановлюють гранично допустимі рівні середньоквадратичних значень віброшвидкостей в октавних смугах частот з середньо геометричними значеннями: 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Гц при роботі з інструментами, механізмами та обладнанням, яке створює вібрації, що передаються на руки працюючих, тобто для локальної вібрації.

– Окрім того, є стандарти на виміри вібраційних параметрів окремих типів ручних машин (ГОСТ 16519–70 “Машини ручні. Методи вимірювання вібраційних параметрів”, ГОСТ 16844–71 “Засоби випробувань пневматичних електричних молотків. Технічні вимоги”).

**Для зменшення впливу вібрації:** проводять статичне та динамічне балансування механізмів, зменшують проміжки у кінематичних парах, в якості віброізоляторів використовують матеріали з високим внутрішнім тертям (гуму, войлок), проводять вілаштування машини в цілому від режиму резонансу, для швидкого погашення віброколивань застосовують також демпфери.

Загалом ж, колективні заходи та засоби віброзахисту можна підрозділити за такими напрямками:

- зниження вібрації в джерелі її виникнення;
- зменшення параметрів вібрації на шляху її поширення від жерела;
- організаційно-технічні заходи;
- лікувально-профілактичні заходи.

Більш детальна характеристика сукупності методів і засобів організації від вібрації представлено на рис. 6.2.

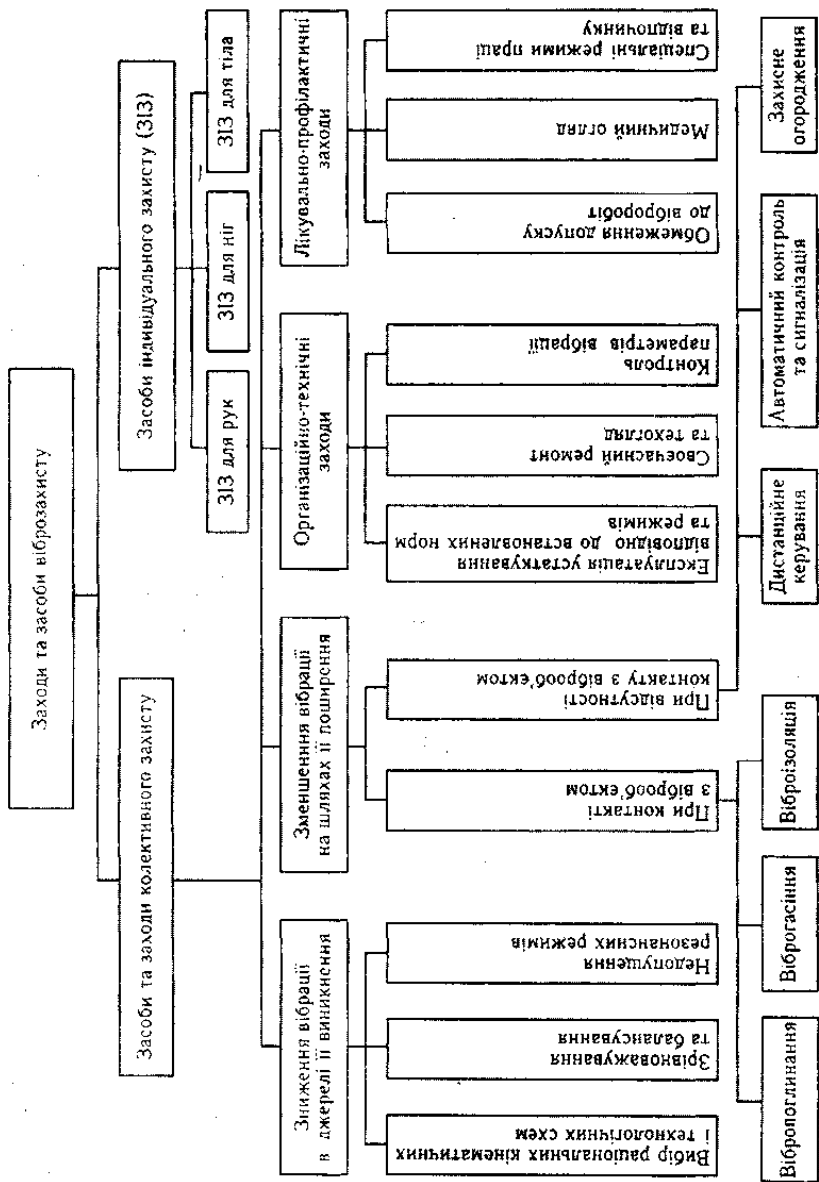


Рис.6.2. Класифікація заходів і засобів віброзахисту

## 7. ЗАХИСТ ВІД ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

### 7.1. Характеристики іонізуючого випромінювання

*Іонізуючим називаються випромінювання, які при взаємодії з середовищем приводять до утворення електричних зарядів різних знаків, тобто до його іонізації.*

*Джерелами іонізуючого випромінювання в приладобудуванні можуть бути радіаційні дефектоскопи, товстоміри, густоміри, вологоміри, вимірювачі та сигналізатори рівня рідини, радіоізотопні термоелектричні генератори, установки рентгеноструктурного аналізу, а також високовольтні електровакуумні прилади.*

*До іонізуючого випромінювання відноситься як корпускулярне так і електромагнітне випромінювання:*

- *гама-випромінювання* (електромагнітне фотонне випромінювання, що випромінюється при ядерних перетвореннях);
- *характеристичне випромінювання* (фотонне випромінювання, що випромінюється при зміні енергетичного стану атома);
- *гальмівне випромінювання* (фотонне випромінювання, що випромінюється при зміні кінетичної енергії зарядженої частинки); воно утворюється в середовищі, що оточує джерело  $\beta$ -випромінювання, в рентгенівських трубках, в прискорювачах електронів і т.д.;
- *рентгенівське випромінювання* (сукупність гальмівного і характеристичного випромінювання, діапазон енергій фотонів яких складає від 1 до 1000 кеВ);
- *корпускулярне випромінювання* (випромінювання, що складається з частинок з масою спокою відмінною від нуля: альфа- і бета-частинок, протонів, нейтронів і ін.).

*Дія іонізуючого випромінювання характеризується наступними основними показниками: експозиційною дозою  $X$ ; поглинутою дозою  $D$  та еквівалентною дозою  $H$ .*

*Для кількісної оцінки іонізуючої дії рентгенівського та  $\gamma$ -випромінювання в сухому атмосферному повітрі використовуються поняття експозиційної дози.*

**Експозиційною дозою  $X$**  називається відношення повного заряду  $dQ$  іонів одного знаку, що виникають у малому об'ємі повітрі під дією випромінювання, до маси повітря  $dm$  в цьому об'ємі:

$$X = dQ/dm . \quad (7.1)$$

Одиниця експозиційної дози – кулон на кілограм ( $Kл/кг$ ). Позасистемна одиниця – рентген ( $P$ );  $1P = 2,58 \cdot 10^{-4} Kл/кг$ . 1 рентген – це доза, яка в  $1 \text{ м}^3$  сухого повітря утворює іони, несучи заряд кожного знаку в 1 одиницю СГСЕ.

**Потужність експозиційної дози  $P_{експ}$**  – це приріст експозиційної дози  $dx$  за малий проміжок часу  $dt$ , поділений на цей проміжок:

$$P_{експ} = dx/dt .$$

(7.2)

Одиниця вимірювання: кулон на кілограм в секунду,  $Kл / (кг \cdot с)$  або  $P/с$ .

Біологічна дія іонізуючих випромінювань на живий організм в першу чергу залежить від поглинутої енергії випромінювання.

**Поглинута доза випромінювання  $D$**  – це середня енергія  $dE$ , переда-на випромінюванням речовині в деякому елементарному об'ємі, поділена на масу речовини  $dm$  в цьому об'ємі:

$$D = dE/dm . \quad (8.3)$$

Одиниця поглинутої дози – грей ( $Гр$ ), рівний 1 джоулю на кілограм ( $Дж/кг$ ). Позасистемна одиниця – рад:  $1 рад = 0,01 Гр$ .

**Потужність поглинутої дози** – це приріст поглинутої дози  $dD$  за малий проміжок часу  $dt$ , поділений на цей проміжок:

$$P = dD/dt . \quad (8.4)$$

Одиниця потужності поглинутої дози – Грей в секунду ( $Гр/с$ ), або  $рад/с$ .

Багаточисельні дослідження показали, що дія іонізуючого випромінювання на організм залежить не лише від поглинутої дози, але і від типу (виду) випромінювання: різні види випромінювання при однакових значеннях поглинутої дози викликають різний біологічний ефект.

Тому для оцінки радіаційної небезпеки хронічної дії випромінювання довільного складу введено поняття **еквівалентної дози опромінення  $H$  (або  $D_{екв}$ )**, яка визначається як добуток поглинутої дози  $D$  на коефіцієнт якості випромінювання  $Q$ :

$$H = D \cdot Q. \quad (8.5)$$

Одиниця еквівалентної дози – Зіверт ( $Зв$ );  $1 Зв = 1 Гр \times Q$ . Позасистемна одиниця еквівалентної дози – бер (біологічний еквівалент рада):  $1 бер = 1 рад \times Q$ . Отже  $1 бер = 0,01 Зв$

$Q$  – коефіцієнт якості, що визначає залежність біологічного ефекту хронічної взаємодії випромінювання з організмом від його виду.  $Q$  – безрозмірна величина, що визначає ефективність даного опромінення по відношенню до рентгенівського з енергією  $250 кеВ$ . Значення  $Q$  для деяких видів випромінювання при довгочасному опроміненні всього тіла приведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

<i>Види випромінювання</i>	<i>Коефіцієнт якості <math>Q</math></i>
Рентгенівське та гама-випромінювання	1
Електрони та позитрони, бета-випромінювання	1
Протони з енергією менше $10 МеВ$	10
Нейтрони з енергією менше $20 кеВ$	3
Нейтрони з енергією $0,1...10 МеВ$	10
Альфа-випромінювання з енергією $< 10 МеВ$	20
Важкі ядра віддачі	20

**Активність  $A$  радіоактивної речовини** – це міра кількості радіоактивної речовини, яка виражається числом спонтанних ядерних перетворень  $dN$  в цій речовині за малий проміжок часу  $dt$ , поділеним на цей проміжок:



$$A = dN/dt . \quad (8.6)$$

Одиниця вимірювання активності є Бекерель (*Бк*), який дорівнює одному розпаду за секунду ( $1 \text{ Бк} = 1 \text{ розп/с}$ ). Позасистемна одиниця активності – Кюрі,  $\hat{E}^3$ .  
 $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ .

Під **питомою активністю радіоактивної речовини** розуміють активність *A*, віднесену до одиниці маси або об'єму, наприклад: *Ki/г, Ki/л, Бк/г, Бк/л, ...*

В дозиметричній практиці часто порівнюють радіоактивні препарати (речовини) за їх гамма-випромінюванням. Якщо два препарати при тотожних умовах вимірювання створюють одну й ту ж потужність експозиційної дози, то говорять, що вони мають однаковий **гамма-еквівалент**. В якості одиниці гамма-еквіваленту використовують міліграм-еквівалент радію (*мг-екв Ra*).

**1 мг-екв Ra** – це гама-еквівалент радіоактивного препарату, гама випромінювання якого при тотожних умовах вимірювання створює таку ж потужність експозиційної дози, що й гамма-випромінювання 1 мг радію державного еталону радію при платиновому фільтрі товщиною 0,5 мм.

Звичайно приймають, що 1 мг радію при платиновому фільтрі товщиною 0,5 мм створює потужність експозиційної дози 8,4 *P/год* на віддалі 1 см від джерела, яке вважається точковим.

Експозиційну дозу випромінювання (*P*) на робочому місці можна розрахувати за формулою

$$D = A \cdot K_{\gamma} \cdot t / R^2 , \quad (8.7)$$

де *A* – активність джерела *мКи*; *K<sub>γ</sub>* – гамма-постійна ізоотопу, яка береться із таблиць (*P·см<sup>2</sup>/год·мКи*); *t* – час опромінення, *год*; *R* – віддаль, *см*.

## 7.2. Біологічна дія іонізуючих випромінювань

Чим більше відбувається в речовині актів іонізації під впливом випромінювання, тим більший біологічний ефект. Тому

біологічна дія випромінювання залежить від числа утворених пар іонів або від зв'язаної з цим величини поглиненої енергії.

Іонізація живих тканин супроводжується збудженням молекул клітин, що приводить до розриву молекулярних зв'язків і до зміни хімічної структури різних з'єднань. Зміни в хімічному складі значного числа молекул приводить до загибелі клітин.

Так як основну частину маси тіла людини складає вода (біля 75%), то первинні процеси багато в чому визначаються поглинанням випромінювання водою клітин. Під дією випромінювання відбувається розщеплення води на радикали типу  $OH^-$  і  $H^+$ , які володіючи високою хімічною активністю вступають в з'єднання з другими молекулами тканини і утворюють нові хімічні сполуки, невластиві здоровій тканині. В результаті таких змін порушується нормальний хід хімічних процесів і обмін речовин.

Під впливом іонізуючих випромінювань в організмі може відбуватись гальмування функцій органів кровотворення, порушується нормальне зертання крові та збільшується хрупкість кровоносних судин, порушення діяльності шлунково-кишкового тракту та виснаження організму, понижується опір організму інфекційним захворюванням.

*Однією з найнегативніших властивостей іонізуючої радіації являється її сумарна, кумулятивна дія на організм. Кожна доза залишає глибокий слід в організмі, їх дія сумується.*

Необхідно розрізняти *зовнішнє опромінення і внутрішнє. Зовнішнє* – це таке, коли джерело радіації знаходиться зовні організму і виключена можливість попадання радіоактивних речовин всередину організму. Таке опромінення має місце, наприклад, при роботі на рентгенівських установках і прискорювачах або при роботі з радіоактивними речовинами, які знаходяться в герметичних ампулах. При зовнішньому опроміненні найбільш небезпечні бета-, гамма-, рентгенівське і нейтронне випромінювання.

Альфа- і бета- частинки володіють незначною проникаючою здатністю і призводять при зовнішньому опроміненні тільки до ураження шкіри. Рентгенівські та гамма-промені можуть привести до смерті, не викликавши при зовнішньому

опроміненні змін на шкірі.

Пошкодження шкіри при зовнішньому опроміненні може бути *хронічним* (при постійній або неперервній дії іонізуючого випромінювання на протязі довгого часу) або *гостре* (одноразова, короткочасна променева дія). Перші ознаки хронічного ураження виявляються, як правило, не одразу після початку роботи, вони проявляються в сухості шкіри, тріщинах на ній, ломкості нігтів, випаданні волосся. При гострому променистому опіку шкіри спостерігаються її почервоніння, пухирі і омертвіння тканин. Можуть появлятися також довго не заживаючи променисті язви, на місці утворення яких можливі ракові захворювання.

*Внутрішнє* опромінення відбувається при попаданні радіоактивних речовин всередину організму при вдиханні повітря, через їжу і в рідких випадках через шкіру. При попаданні радіоактивної речовини в організм людина безперервно опромінюється до тих пір, поки радіоактивна речовина не виведеться з організму в результаті розпаду або фізіологічного обміну. Таке опромінення дуже небезпечне, так як призводить до довго не заживаючих язв різних внутрішніх органів, які можуть переродитися в ракові пухлини.

### 7.3. Норми радіаційної безпеки

Основними нормативними документами, що регламентують допустимі рівні іонізуючого випромінювання, являються “Норми радіаційної безпеки НРБ-76” і “Основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань” (ОСП – 72/80).

Згідно НРБ-76 люди, що опромінюються, підрозділяються на наступні категорії: **A** – персонал, професіональні працівники, люди, які постійно або тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань; **B** – обмежена частина населення, люди, які не працюють безпосередньо з джерелами випромінювання, але по умовам проживання чи розміщення робочих місць можуть піддаватися впливу опромінення; **B** – населення області, краю, республіки, країни, тобто все інше населення.

Крім того, у порядку зменшення чутливості до іонізуючих випромінювань встановлені три групи органів, опромінення яких спричиняє найбільші збитки здоров'ю:

**I** – все тіло, гонади, червоний кістковий мозок;

**II** – щитовидна залоза, м'язи, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, шлунково-кишковий тракт, легені, кришталик ока;

**III** – шкіра, кісткова тканина, кисті рук, передпліччя, стопи ніг.

В якості основних дозових обмежень в залежності від групи критичних органів для категорії **A** встановлюється за рік *гранично допустима доза* (ГДД), а для категорії **B** – *границя дози* (ГД).

*ГДД* характеризує найбільше значення індивідуальної *еквівалентної дози* за рік, яка при рівномірній дії на протязі 50 років не викличе в стані здоров'я персоналу та його потомства неблагополучних змін, які виявляються сучасними методами.

*ГД* встановлюється менше *ГДД* для запобігання необґрунтованого опромінювання людей категорії **B**.

Значення *ГДД* і *ГД* для зовнішнього і внутрішнього опромінювання згідно НРБ-76 приведені в табл. 8.1.

Таблиця 7.1

Допустимі дози зовнішнього і внутрішнього опромінювання

Категорії людей	Група критичних органів					
	I		II		III	
	<i>Зв</i>	<i>бер</i>	<i>Зв</i>	<i>бер</i>	<i>Зв</i>	<i>бер</i>
ГДД для людей категорії <b>A</b>	0,05	5	0,15	15	0,3	30
ГД для людей категорії <b>B</b>	0,005	0,5	0,015	1,5	0,03	3

Генетично значима доза зовнішнього та внутрішнього опромінення, що отримується населенням у цілому від усіх джерел опромінення, не повинна перевищувати 5 бер за 30 років. У цю дозу не входять можливі дози опромінення, обумовлені медичними процедурами та природнім радіаційним фоном.

При роботі з установками, що використовують рентгенівське випромінювання (для рентгенівського аналізу, дефектоскопії та хімічного чи біологічного експериментів), нормується відповідно ГОСТ 12.2.018 – 076 потужність експозиційної дози ( $P_{експ}$ ) наступним чином: на робочих місцях; біля опорних стінок, пультів і флюоресцюючих екранів зі сторони робочих місць персоналу –  $2,37 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}/(\text{кг} \cdot \text{с})$  ( $3,3 \text{ мР}/\text{год}$ ); на віддалі 5 см від корпусу апарату: при закритому вікні апарату –  $17,8 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}/(\text{кг} \cdot \text{с})$  ( $25 \text{ мР}/\text{год}$ ); при роботі електронних ламп –  $14,3 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}/(\text{кг} \cdot \text{с})$  ( $20 \text{ мР}/\text{год}$ ); біля відеоконтрольного обладнання телевізійної системи на боці, який звернений до оператора –  $0,36 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}/(\text{кг} \cdot \text{с})$  ( $0,5 \text{ мР}/\text{год}$ ).

Для установок, в яких рентгенівське випромінювання являється побічним фактором – рентгенівське випромінювання при цьому не використовується (високовольтні лампи, мікроскопи, осцилографи, електронно-променеві установки для плавлення, зварювання і інших видів електронної обробки металів), нормується потужність експозиційної дози. Влюбій точці простору на віддалі 5 см від корпусу установки (захисту електронно-вакуумного приладу) в залежності від тривалості робочого тижня допустимі значення  $P_{експ}$  складають: при 41 год/тижд. –  $0,206 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}/(\text{кг} \cdot \text{с})$  ( $0,288 \text{ мР}/\text{год}$ ); при 36 год/тижд –  $0,18 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}/(\text{кг} \cdot \text{год})$  ( $0,252 \text{ мР}/\text{год}$ )

#### **7.4. Захист від іонізуючих випромінювань**

*“Основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань” (ОСП – 72/80) містять вимоги та норми радіаційної безпеки стосовно до конкретних видів робіт, які проводяться під впливом іонізуючих випромінювань. Вони регламентують розміщення підприємств, ділянок та установок, призначених для роботи з джерелами іонізуючих випромінювань; організацію робіт; порядок отримання, обліку, збереження та перевезення джерел випромінювання; правила роботи з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді; влаштування вентиляції,*

пилегазоочищення, опалення, водопостачання та каналізації; вимоги до збирання, видалення, знешкодження радіоактивних відходів, а також дезактивації приміщень і обладнання, міри індивідуального захисту та особистої гігієни; питання радіаційного контролю.

При захисті від зовнішнього опромінення основні зусилля повинні бути направлені на запобігання переопромінення персоналу шляхом збільшення віддалі між оператором і джерелом (*захист віддалю*); скорочення тривалості роботи у полі опромінення (*захист часом*); екранування джерела випромінювання (*захист екранами*).

Захист від внутрішнього опромінення вимагає виключення безпосереднього контакту з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді та запобігання попаданню їх в повітря робочої зони.

У залежності від питомої активності (радіаційної небезпеки) радіоактивні речовини у відкритому вигляді поділяються на 4 групи – А, Б, В, Г (див. табл. 7.2).

А всі роботи з відкритими радіоактивними ізотопами у залежності від групи радіаційної небезпеки радіонукліда і фактичної його активності на робочих місцях відповідно ОСП-72/80 поділяються на три класи (див. табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Група радіаційної небезпеки	Мінімально значима активність, мкКі	Активність на робочому місці, мкКі		
		Клас робіт		
		<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
<i>A</i>	0,1	$>10^4$	$10-10^4$	0,1-10
<i>B</i>	1,0	$>10^5$	$10^2-10^5$	$1-10^2$
<i>B</i>	10,0	$>10^6$	$10^3-10^6$	$10-10^3$
<i>Г</i>	100,0	$>10^7$	$10^4-10^7$	$10^2-10^4$

Клас роботи визначає вимоги до влаштування і розміщення приміщень, в яких проводяться роботи з відкритими джерелами

іонізуючих випромінювань. На дверях таких приміщень повинен бути знак радіаційної небезпеки і вказаний клас роботи. Знак радіаційної небезпеки являє собою трикутник, форма і розміри якого повинні відповідати вимогам ГОСТ 17925 – 72.

**Роботи третього класу** можуть проводитися в звичайних лабораторіях, обладнаних витяжними шафами.

Найбільш складні вимоги пред'являються до розміщення і облаштування приміщень, де проводяться **роботи першого класу**. Ці приміщення повинні знаходитися в окремому будинку з окремим входом через санпропускник і розділяються на три зони. Між зонами встановлюють санітарні шлюзи. У першій зоні розміщуються камери, бокси, обладнання, які являються основними джерелами радіоактивного забруднення. У другій зоні розміщують об'єкти та обладнання, які вимагають періодичного обслуговування, а також у цій зоні можуть тимчасово зберігатися активні відходи. У третій зоні розміщуються приміщення, які призначені для постійного перебування людей (операторні, пункти управління і т. д.).

## 8. ЗАХИСТ ВІД СТАТИЧНОЇ ЕЛЕКТРИКИ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

За останні роки в зв'язку з одержанням і використанням у великих кількостях речовин з вираженими діелектричними властивостями (синтетичні смоли, синтетичні волокна, спирти, гуми, пластмаси й ін.) розряди статичної електрики нерідко були і є причинами пожеж і вибухів. У ряді виробництв статична електрика перешкоджає нормальному проведенню технологічного процесу, приводить до псування продукції, зниженню продуктивності праці.

Виникнення зарядів статичної електрики відбувається при деформації, дробленні (розбризкуванні) речовин, відносному переміщенні суцільних тіл або прошарків рідких і сипучих матеріалів, що знаходяться в контакті один з одним, при русі повітря (або інших газів) по трубопроводах, а також при інтенсивному перемішуванні, кристалізації і випарі речовин. На

практиці найбільшу небезпеку від електризації представляють процеси зливу з цистерн і інших ємностей і наливу в них нафтопродуктів, пневмотранспортування і сушіння пилоподібних матеріалів, виготовлення й експлуатація полімерних матеріалів і виробів на їхній основі.

Можливість нагромадження небезпечних електростатичних зарядів визначається як інтенсивністю виникнення (генерацією), так і умовами стікання (розсіювання) зарядів.

Найбільш небезпечним проявом статичної електрики в промисловості є іскрові розряди, енергія яких може перевищувати мінімальну енергію запалювання горючих середовищ.

В умовах вибухонебезпечних виробництв реальну небезпеку представляє запалення горючих середовищ іскрами, що виникають при дотиканні людини з заземленим устаткуванням. На тілі людини може накопичуватися статична електрика при користуванні взуттям з підощвами, що не проводять електричний струм, одягом і білизною з вовни, шовку і штучних волокон, при пересуванні по непровідному покриттю підлоги і при виконанні ряду ручних операцій з речовинами-діелектриками. Потенціал ізольованого від землі людського тіла може досягати 7000 В і більше, а максимальна енергія, що звільняється при іскровому розряді – 2,5-7,5 мДж. Такої енергії досить для підпалювання багатьох газо-, паро- і навіть пилоповітряних сумішей.

Визначити енергію іскрового розряду  $W$  з тіла людини (у мДж) на заземлений предмет можна за наступним емпіричним виразом:

$$W = 33,34 \cdot 10^{-9} [\lg(H - 130) \pm B] \cdot U^2, \quad (8.1)$$

де  $H$  – ріст людини, см;  $B$  – коефіцієнт, що характеризує матеріал покриття підлоги (дерево – 0,25; дерево-пластик – 0,18; керамічна плитка – 0,095; метал – 0,45);  $U$  – потенціал тіла людини щодо землі, В.

За сучасними даними, розряди статичної електрики є безпечними для здоров'я людини. Однак вони можуть викликати неприємні відчуття, а за певних умов (при розряді з тіла людини або через тіло людини на землю або заземлене устаткування)



призвести до мимовільного різкого руху, що може бути причиною травми (особливо при падінні з висоти).

Загальні вимоги іскробезпеки від розрядів статичної електрики з метою забезпечення пожежо- і вибухобезпеки встановлені ГОСТ 12.1.018-79. За характером і умовами виникнення розрядів статичної електрики і за характеристиками вогненебезпечних речовин або виробів об'єкти підрозділяються на три класи електростатичної іскробезпеки (ЕСІБ): без іскрової електризації; слабкої електризації; та сильної електризації. Під електростатичною іскробезпекою (ЕСІБ) розуміється такий стан об'єкта, при якому виключається можливість вибуху і пожежі від статичної електрики.

Віднесення об'єкта до того або іншого класу ЕСІБ проводиться на основі даних: про електростатичні і електроміцнісні властивості матеріалів; про геометричні параметри об'єкта; про електростатичну напругу, що виникає в процесі електризації; про чутливість до запалюючого або ініціюючого вибух впливу розрядів статичної електрики. У ГОСТ 12.1.018-79 приведені гранично допустимі параметри для класів ЕСІБ і умови віднесення об'єктів до того або іншого класу. Наприклад, однією з умов віднесення об'єкта до класу ЕСІБ безіскрової електризації є наявність заземленого електропровідного устаткування, у якому виключене застосування речовин і матеріалів з питомим електричним опором більш ніж  $10^4$  Ом·м і відсутні процеси розбризкування, розпилення, здрібнювання і диспергування. Якщо питомий електричний опір речовин і матеріалів перевищує  $10^8$  Ом м, то за цією умовою об'єкт відносять до класу ЕСІБ слабкої електризації.

Для класу ЕСІБ сильної електризації припустимі розряди з лінійною щільністю енергії, що не перевищує 40% від мінімальної лінійної щільності енергії запалювання. У ГОСТ наведена методика розрахунку лінійної щільності енергії для трубчастих і плоских зразків.

Захист від нагромадження і небезпечних проявів статичної електрики заснований на наступних принципах:

– зменшення процесу генерації електростатичних зарядів (обмеження швидкості переробки і транспортування матеріалів, відповідний підбір контактуючих пар і ін.);

- виключення небезпечних розрядів статичної електрики (заземлення об'єктів, що проводять електричний струм, зміна розподіленої ємності наелектризованих діелектриків і ін.);
- розсіювання виникаючих електростатичних зарядів (збільшення провідності самих матеріалів і навколишнього середовища).

В окрему групу можна виділити способи, які не запобігають утворенню і нагромадженню зарядів статичної електрики, а спрямовані на те, щоб виниклий іскровий розряд статичної електрики не викликав запалення горючої суміші.

Усі накопичені на даний час відомості по способах захисту від статичної електрики узагальнені в «Правилах захисту від статичної електрики на виробництвах хімічної, нафтохімічної і нафтопереробної промисловості», і ГОСТ 12.4.124–83 «ССБТ. Засоби захисту від статичної електрики. Загальні технічні вимоги».

Зменшення швидкостей переробки і транспортування матеріалів є реальним засобом зниження рівня електризації матеріалів. Щоб не погіршувати параметри технологічних процесів, доцільно обмежувати швидкість тільки на певних ділянках транспортування рідин і сипучих матеріалів (наприклад, перед зливом у резервуари і над бункерами) шляхом застосування релаксаційних ємностей, де більша частина зарядів розсіюється (релаксується) за час перебування наелектризованого середовища в цій ємності.

Для зниження електризуємості матеріалу не допускають сильного розбризкування, перемішування матеріалів (так зване барботування); ретельно очищають гази і рідини від сторонніх домішок, особливо якщо останні мають електропровідність, що суттєво відрізняється від основної речовини.

Немаловажне значення має правильний підбір контактуючих пар відповідно до експериментально встановлених електростатичних рядів. Правильно підібравши контактуючі пари, можна значно зменшити і навіть запобігти утворення електростатичних зарядів.

За принципом дії засоби колективного захисту від статичної електрики підрозділяються на: заземляючі пристрої,

антиелектростатичні речовини, що зволожують пристрої, нейтралізатори, що екранують речовини (ГОСТ 12.4.124–83).

Заземлення устаткування усуває можливість нагромадження зарядів на провідниках і в деяких випадках сприяє процесу релаксації заряду з поверхні діелектрика в землю. Заземлення є обов'язковою мірою захисту від статичної електрики, але на процес накопичення електростатичних зарядів у діелектриках воно практично не впливає. Величина опору заземлення, призначеного тільки для захисту від статичної електрики, не повинна перевищувати 100 Ом.

Особлива увага повинна приділятися заземленню різних пересувних об'єктів або елементів устаткування, що обертаються, які не можуть мати постійного контакту з землею, а також рукавів і шлангів, використовуваних для зливу і наливу горючих рідин, різноманітної тари і т.п. Заземлювати потрібно не тільки ті частини устаткування, що беруть участь у генеруванні зарядів, але і всі інші ізольовані провідники, що можуть зарядитися за рахунок індукції. Устаткування вважається електростатично заземленим, якщо опір у будь-якій його точці при самих несприятливих умовах не перевищує  $10^6$  Ом. Заземлення діелектричного устаткування може бути здійснено нанесенням на його поверхню провідних покриттів (плівок).

Для відводу в землю зарядів статичної електрики з людини застосовується антиелектростатичне взуття з електропровідною підошвою, антиелектростатичний спецодяг і передбачається встановлення електропровідної підлоги. Електричний опір між струмопровідними елементами антиелектростатичного спецодягу повинний бути в межах від  $10^6$  до  $10^8$  Ом.

Взуття вважається електропровідним, якщо електричний опір між під'ятником і ходовою стороною підошви не перевищує  $10^8$  Ом·м. Таким є взуття на шкіряній підошві, взуття зі струмопровідної гуми або взуття, пробите струмопровідними і такими, що не іскрять при ударах і терті, заклепками. Покриття підлоги вважається електропровідним, якщо питомий електричний опір стіканню струму між установленим на підлозі електродом і землею не перевищує  $10^4$  Ом·м. Провідними

покриттями є спеціальний бетон і пінобетон, настил з гуми зі знизеним опором, спеціальні плити і ін.

Ефективним способом усунення небезпечної електризації є антиелектростатична обробка, яка викликає збільшення об'ємної або поверхневої провідності речовини. Найбільш просто це досягається зволоженням поверхні матеріалів, причому гідрофільні матеріали самі адсорбують вологу, а в гідрофобні полімери вводять усередину або наносять на їхню поверхню різні антиелектростатичні речовини, що сприяють адсорбції вологи і підвищенню тим самим поверхневої провідності.

Об'ємну електропровідність речовин можна збільшити шляхом введення в них антиелектростатичних присадок. Цей спосіб знайшов найбільше поширення при одержанні і використанні нафтопродуктів. Вводимі в тисячних і десятитисячних частках відсотка, такі присадки здатні на кілька порядків знизити питомий електростатичний опір нафтопродукту. Як присадки застосовують олеат і диолеат хрому, хромисті солі синтетичних жирних кислот і деякі інші речовини.

Антиелектростатичні речовини повинні забезпечувати зниження питомого об'ємного електричного опору матеріалу до величини  $10^7$  Ом·м, а питомого поверхневого електричного опору – до  $10^9$  Ом·м.

У виробничих умовах широко застосовуються нейтралізатори статичної електрики, що сприяють збільшенню електропровідності повітря шляхом його іонізації. Найбільше поширення одержали індукційні, високовольтні та радіоактивні нейтралізатори. Існують також променеві й аеродинамічні нейтралізатори.

Зменшити електризацію можна також зміною технологічного процесу; релаксацією (ослабленням) електростатичного заряду; усуненням побічних джерел генерування зарядів, що присутні одночасно з основним. Забезпечити безпеку технологічних процесів при виникненні розрядів статичної електрики можна заміною горючих середовищ негорючими, здійсненням технологічних процесів при концентраціях горючих сумішей, що знаходиться поза межами запалення, розведенням горючих сумішей інертними газами, транспортуванням матеріалів, що

електризуються, у потоці азоту або іншого негорючого газу і т.п.

### **Захист від блискавки**

Розряди атмосферної електрики (блискавки) можуть виявитися причиною вибухів, пожеж та ураження людей. За даними статистики, близько 7% пожеж виникає від розрядів блискавки. Руйнівна дія прямого удару блискавки (первинного прояву блискавки) дуже велика. Однак існує ще і вторинний прояв, що полягає в тому, що під час розряду блискавки на ізольованих від землі металевих предметах, внаслідок електромагнітної й електростатичної індукції, виникають електричні струми з високою напругою. Можливе також перенесення високих потенціалів по дротах, через наземні або підземні металеві комунікації. При цьому в місцях розриву електричного ланцюга може виникнути іскріння, достатнє для запалення горючого середовища.

Комплексе захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, збереження будинків і споруд, устаткування і матеріалів від вибухів, загорянь і руйнувань, називається захистом від блискавки і здійснюється відповідно до «Інструкції з проектування і влаштування захисту від блискавки будинків і споруд» (СН 305–77).

Існують три категорії влаштування захисту від блискавки (I, II, III). Необхідність у захисті від блискавки і її категорію в кожному конкретному випадку визначають у залежності від інтенсивності грозової діяльності в місцевості розташування об'єкта, його пожежовибухонебезпечності і призначення, а також очікуваної кількості вражень блискавкою за рік. Інтенсивність грозової діяльності в даній місцевості може бути оцінена за «Картою середньорічної тривалості гроз у грозо-годинах на території України» або за даними метеорологічної служби.

За I категорією повинен здійснюватися захист від блискавки промислових будинків і споруд з вибухонебезпечними зонами класів В-I і В-II, розташованих у будь-якому місці території України.

За II категорією – промислових будинків і споруд із зонами, що відносяться до класів В-Іа, В-Іб і В-Іа, і розташованих у місцевості із середньою грозовою діяльністю 10 і більше годин за рік. За цю ж категорією повинна здійснюватись захисту від блискавки зовнішніх технологічних установок і відкритих складів, які відносяться до класу В-Іг поза залежністю від місця перебування цих об'єктів на території України. Захист від блискавки за цими категоріями передбачає захист будинків і споруд від прямих ударів блискавки, від електростатичної й електромагнітної індукції і занесення високих потенціалів через наземні і підземні металеві конструкції і комунікації.

За III категорію повинен здійснюватись захист від блискавки багатьох інших виробничих, сільськогосподарських, житлових і суспільних будинків, споруд і складів, димарів, водонапірних і силосних веж, пожежних вишок і інших з урахуванням їх пожежонебезпеки, ступеня вогнестійкості, очікуваної кількості враження блискавкою, тривалості середньої грозової діяльності в районі і ряду інших факторів. Захист від блискавки повинна забезпечувати захист будинків і споруд від прямих ударів блискавки і занесення високих потенціалів через наземні металеві конструкції і комунікації.

Для захисту будинків і споруд від прямих ударів блискавки служать блискавковідводи, які приймають на себе розряд блискавки й відводять струм розряду в землю. Блискавковідвід складається з несущої частини (опори), блискавкоприймальника, струмовідводу (спуску) і заземлювача. Застосовують різні конструкції блискавковідводів, найбільш розповсюдженими з яких є стрижневий і тросовий. Вони бувають окремо встановленими або встановленими на об'єкті, що захищається, в останньому випадку вони бувають ізольованими або неізольованими від об'єкта. Блискавковідводи бувають одиночні, подвійні і багаторазові.

Стрижневі блискавковідводи являють собою один, два або більше вертикальні стрижні, установлені на споруді, що захищається, або поблизу неї. Тросові блискавковідводи складаються з одного або двох горизонтальних тросів, кожний з яких закріплюється на двох опорах. По опорах прокладають струмовідвід, приєднаний до окремого заземлювача; опори

встановлюють на об'єкті, що захищається, або поблизу нього. З архітектурних міркувань захист від блискавки будинків іноді здійснюють накладанням на покрівлю металевої заземленої сітки.

Тип заземлювача вибирається виходячи з питомого опору ґрунту і необхідного імпульсного опору. Для заземлювачів захисту від прямих ударів блискавки заданий імпульсний опір  $R_i$  пов'язаний з гранично допустимим опором  $R_0$  розтіканню струму промислової частоти залежністю (СН 305–77)

$$R_i = \alpha R_0,$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт імпульсу, який залежить від значення сили струму блискавки, питомого опору ґрунту і конструкції заземлювача.

Кожний блискавковідвід має визначену зону захисту – частина простору, усередині якого з достатнім ступенем надійності забезпечується захист будинку або споруди від прямих ударів блискавки. Найменшою за величиною ступеня надійності володіє поверхня зони захисту; у міру просування усередину зони надійність захисту збільшується.

Зона захисту одиночного стрижневого блискавковідводу висотою  $h$  (м) показана на рис. 8.1. і являє собою круговий конус, вершина якого знаходиться на висоті  $h_0 < h$ . На рівні землі зона захисту утворить круг радіусом  $r_0$ . Горизонтальний перетин зони захисту на висоті споруди, що захищається,  $h_x$  являє собою коло радіусом  $r_x$

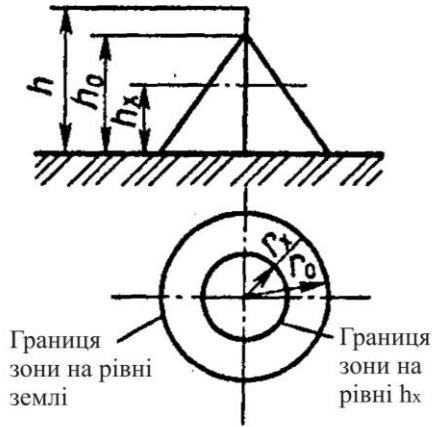


Рис. 8.1. Зона захисту одиночного стрижневого блискавковідводу:  
 $h$  – висота блискавковідводу;  $h_0$  – висота зони захисту над землею;  
 $r_0$  – радіус зони захисту на рівні землі;  $r_x$  – радіус зони захисту  
на висоті  $h_x$  над землею

Зони захисту такого блискавковідводу мають наступні розміри:  
**зона А:**

$$h_0 = 0,85h; \quad r_0 = (1,1 - 0,002h)h; \quad r_x = (1,1 - 0,002h) \left( h - \frac{h_x}{0,85} \right);$$

**зона Б:**

$$h_0 = 0,92h; \quad r_0 = 1,5h; \quad r_x = 1,5 \left( h - \frac{h_x}{0,92} \right).$$

Для зони Б при відомих величинах  $h_x$  і  $r_x$  висота одиночного стрижневого блискавковідводу може бути визначена за виразом

$$h = (r_x + 1,63h_x) / 1,5.$$

Зона захисту одиночного тросового блискавковідводу висотою  $h < 150$  м показана на рис. 9.2.



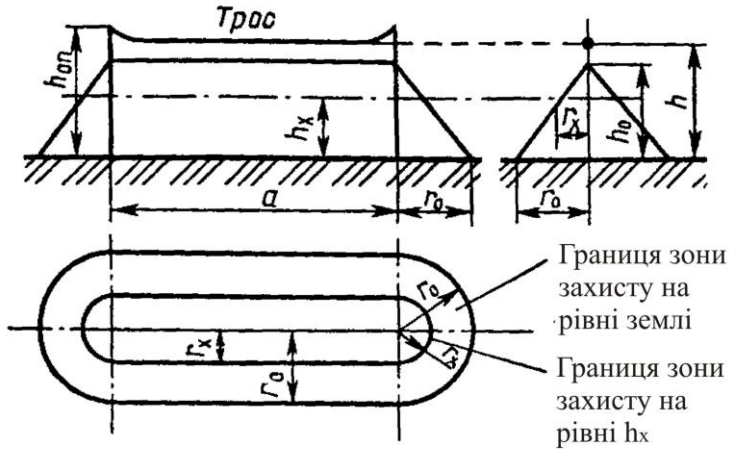


Рис. 8.2. Зона захисту одиночного тросового блискавковідводу:  
 $H_{оп}$  – висота опори;  $h_0$  – висота зони захисту над землею;  
 $h$  – висота троса над землею в точці максимального прогину;  
 $r_x$  – радіус зони захисту на висоті  $h_x$ ;  $r_0$  – радіус зони захисту на рівні  
землі;  $a$  – відстань між опорами

З урахуванням стріли прогину при відомій висоті опор  $h_{оп}$  висота сталевого троса перетином  $35...50 \text{ мм}^2$  при довжині прольоту  $a < 120 \text{ м}$  дорівнює  $h = h_{оп} - 2 \text{ м}$ , а при  $a = 120-150 \text{ м}$  –  $h = h_{оп} - 3 \text{ м}$ .

Зони захисту таких блискавковідводів мають наступні розміри:

**зона А:**

$$h_0 = 0,85h;$$

$$r_0 = (1,35 - 0,0025h)h;$$

$$r_x = (1,35 - 0,0025h) \left( h - \frac{h_x}{0,85} \right);$$

**зона Б:**

$$h_0 = 0,92h; \quad r_0 = 1,7h; \quad r_x = 1,7 \left( h - \frac{h_x}{0,92} \right)$$

Для зони Б висота одиночного тросового блискавковідводу при відомих  $h_x$  і  $r_x$  визначається за виразом

$$h = (r_x + 1,85h_x) / 1,75.$$

Найбільш складним є влаштування захисту від блискавки I категорії. Блискавковідводи повинні бути обов'язково ізольовані від споруди, що захищається, або виконуватися окремо стоячими. Захист від електростатичної індукції здійснюється приєднанням металевих корпусів устаткування і конструкцій до спеціального заземлювача, що забезпечує опір розтікаємому струму не більше 10 Ом, або до захисного заземлення електроустаткування. Для захисту від електромагнітної індукції трубопроводи й інші протяжні металеві предмети в місцях їхнього взаємного зближення на 10 см і менше з'єднують приварюванням або припаюючи металевими перемичками через кожні 20 м довжини, що виключає можливість утворення незамкнених контурів. Крім того, для запобігання іскріння при протіканні струму в місцях сполучення трубопроводів і інших протяжних металевих предметів забезпечують гарний контакт із перехідним електричним опором не більш 0,03 Ом на один контакт. Для захисту від занесення високих потенціалів перед введенням у споруди підземні металеві комунікації приєднують до заземлювачів захисту від електростатичної індукції або до захисного заземлення електроустаткування, а зовнішні наземні металеві конструкції і комунікації – до заземлювача захисту від електростатичної індукції. Крім того, на найближчих двох опорах від будинку наземні комунікації приєднують до заземлювача з імпульсним опором не більш 10 Ом.

При II категорії захисту від блискавки крім окремо стоячих або встановлених на будинках ізольованих блискавковідводів допускається використовувати блискавкоприймальну сітку, що накладається на покрівлю (неметалічну або металеву). Для цієї категорії імпульсний опір кожного заземлювача захисту від прямих ударів блискавки (за деяким виключенням) не повинне перевищувати для будинків і споруд 10 Ом, а для зовнішніх установок – 50 Ом. Для захисту від електростатичної індукції спеціального заземлення не роблять, а використовують систему захисного заземлення електроустановок.

При захисті від блискавки III категорії імпульсний опір кожного заземлювача захисту від прямих ударів блискавки (за винятком деяких випадків) повинне бути не більш 20 Ом, а для труб, веж і вишок – не більш 50 Ом. Захист від занесення високих

потенціалів здійснюється шляхом приєднання зовнішніх наземних металевих конструкцій і комунікацій перед введенням у споруди до заземлювачів захисту від прямих ударів блискавки або до захисного заземлення електроустановки. Крім того, на найближчій до споруди опорі потрібно приєднувати їх до заземлювача з імпульсним опором не більше 20 Ом.

## **9. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

### **9.1. Загальні відомості про процес горіння**

*Пожежа* – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що наносить матеріальний збиток. Небезпечними факторами, що впливають на людей при пожежі, є: відкритий

вогонь і іскри; підвищена температура повітря, предметів і т. п.; токсичні продукти горіння; дим; знижена концентрація кисню; обвалення й ушкодження будинків, споруд, установок; вибухи.

**Горіння** являє собою швидкопротікаюче хімічне перетворення речовин, яке супроводжується виділенням великих кількостей теплоти і звичайно яскравим світінням (полум'ям). Воно може стати результатом окислювання, сполучення горючої речовини з киснем, або розкладання речовин.

Зовнішній прояв горіння, що супроводжується світінням і полум'ям, називається **вогнем**.

**Полум'я** – це освітлений простір, в якому згорають реагуючі речовини. Колір полум'я залежить від хімічного складу компонентів, що згорають.

У звичайних умовах горіння являє собою процес окислювання, або сполучення горючої речовини з киснем, який знаходиться у вільному стані в повітрі або в хімічно зв'язаному стані в різних хімічних сполуках. Однак відомо, що деякі речовини, наприклад зжятий ацетилен, хлористий азот, озон і деякі інші, можуть вибухати і без кисню з утворенням теплоти і полум'я. Отже, горіння може бути результатом не тільки реакції сполучення, але і розкладання. Відомо також, що водень і деякі метали можуть горіти в атмосфері хлору, мідь – у парах сірки, магній – у діоксиді вуглецю і т.д.

З практичної точки зору найбільш важливе значення має горіння, що виникає при окислюванні горючої речовини киснем повітря. Для виникнення такого горіння крім пального й окислювача необхідна наявність імпульсу (джерела запалювання), здатного повідомити горючій системі необхідну початкову кількість енергії.

**Горіння буває повне і неповне. Повне горіння** протікає при достатній кількості кисню і продуктами реакції в цьому випадку є вода, діоксиди сірки і вуглецю, азот, тобто речовини, які нездатні до подальшого горіння (окислювання). Якщо кисню недостатньо для горіння (окислювання), відбувається **неповне горіння**, яке супроводжується утворенням горючих і, як правило, токсичних продуктів реакції (сажі, оксиду вуглецю (CO), спиртів, кетонів, альдегідів і ін.).

Процес горіння можна собі представити в такий спосіб. При введенні в холодну горючу суміш джерела підпалювання відбувається швидкий розігрів суміші в обмеженому об'ємі до певної температури і її підпалювання. У цьому об'ємі протікає екзотермічна реакція окислювання горючої речовини киснем, що дифундує у вогнище горіння з повітря. Завдяки теплопровідності горючої суміші теплота, що виділяється в процесі окислювання, розігріває сусідній прошарок, викликаючи його згорання, і т. д. При такому пошаровому згорянні горючої суміші відбувається переміщення зони горіння; швидкість цього переміщення визначає інтенсивність процесу горіння і є його найважливішою характеристикою.

**У залежності від швидкості поширення полум'я розрізняють дефлаграційне, вибухове та детонаційне горіння.** Варто підкреслити умовність такого поділу процесів горіння.

**Нормальною швидкістю горіння** називається швидкість переміщення полум'я по нерухомій суміші уздовж нормалі до її поверхні.

**При дефлаграційному горінні** ця швидкість, як правило, складає від декількох сантиметрів до декількох метрів у секунду. Наприклад, нормальна швидкість горіння суміші метану (10,5%) з повітрям дорівнює 37 см/с.

Повільне рівномірне поширення горіння (дефлаграційне горіння) стійке лише в тому випадку, якщо воно не супроводжується підвищенням тиску. Коли горіння відбувається в замкнутому просторі або вихід газу утруднений, продукти реакції не тільки нагрівають прилягаючий до фронту полум'я шар незгорілого газу шляхом теплопровідності, але і, розширюючись за рахунок високої температури, приводять незгорілий газ у рух. Неупорядкований рух об'ємів газу в палаючій суміші викликає значне збільшення поверхні фронту полум'я, що приводить до вибуху.

**Вибух (вибухове горіння)** (ГОСТ 12.1.010–76) – це швидке перетворення речовини, яке супроводжується виділенням енергії й утворенням зжатих газів, здатних виконувати роботу. Швидкість поширення полум'я при вибуху досягає сотень метрів у секунду.

При подальшому прискоренні поширення полум'я підсилюється стискання незгорілого газу перед фронтом полум'я. Цей стиск поширюється по незгорілому газі у вигляді послідовних слабких ударних хвиль. Кожна наступна ударна хвиля йде зі швидкістю, більшою, ніж попередня, і відповідно доганяє її. На деякій відстані перед фронтом полум'я сукупність ударних хвиль з'єднується в одну могутню ударну хвилю. Виникнення такої хвилі приводить до сильного стиску і розігріву газу. Коли температура в ударній хвилі стане досить високою, виникає новий стійкий режим поширення реакції – детонація, при якій передача теплоти від шару до шару здійснюється не шляхом повільного процесу теплопровідності, а шляхом поширення ударної хвилі.

**Детонація (детонаційне горіння)** – це надзвичайно швидке горіння, яке поширюється зі швидкістю, що перевищує швидкість звуку (тисячі метрів у секунду (до 5000 м/с)). Детонація характеризується різким стрибком тиску в місці вибухового перетворення (до 20-30 кПа). Детонація газових сумішей може відбуватися тільки при певному мінімально необхідному початковому тиску і певній концентрації горючої речовини в суміші. Наприклад, детонація ацетилен-повітряної суміші може мати місце тільки при об'ємному вмісті ацетилену від 6,5 до 15%.

**Горіння буває гомогенним і гетерогенним.**

**При гомогенному горінні** всі реагуючі речовини мають однаковий агрегатний стан, наприклад газоподібне. Якщо при цьому горюча речовина й окислювач не перемішані, то відбувається **дифузійне горіння**, процес горіння в такому випадку лімітується дифузиею окислювача в зону полум'я.

**Гетерогенним** є горіння, при якому вихідні речовини знаходяться в різних агрегатних станах та існує границя розділу фаз у горючій системі. Гетерогенне горіння, пов'язане з утворенням потоку горючих газоподібних речовин, є одночасно і дифузійним.

**Процес горіння підрозділяється на такі види:** спалах, займання, запалювання, самозаймання, самозапалювання, тління, вибух і детонацію.

**Спалах** – це швидке згоряння горючої суміші, яке не супроводжується утворенням зжатих газів.

**Займання (загорання)** – це горіння, яке виникло під дією джерела займання.

**Запалювання** – це займання, що супроводжується появою полум'я.

**Самозаймання (самозагорання)** – це явище різкого збільшення швидкості екзотермічних реакцій у речовині, яке приводить до виникнення його горіння під час відсутності джерела запалювання. Самозаймання може бути тепловим – при впливі зовнішнього нагрівання речовини; мікробіологічним – за рахунок самонагрівання під впливом життєдіяльності мікроорганізмів у речовині; хімічним – у результаті хімічного впливу різних речовин.

**Самозапалювання** – це самозаймання, що супроводжується появою полум'я.

У виробничих умовах можуть самозайматися тирса, промаслене дрантя, вугілля, гній.

Самозапалюватися можуть бензин, гас.

**Тління** – безполум'яне горіння твердої речовини, поверхня якої розпалена та випромінює світло і тепло.

Визначення вибуху та детонації давалось вище.

## 9.2. Характеристика речовин за пожежо- і вибухонебезпечністю

Горючі речовини, застосовувані у виробництві, підрозділяються на: **газоподібні** (речовини, абсолютний тиск парів яких при температурі 50 °С дорівнює або вище 300 кПа); **рідкі** (речовини з температурою плавлення не більш 50 °С), **тверді** (речовини з температурою плавлення, що перевищує 50 °С); **пилові** (роздрібнені тверді речовини з розміром часток менше 850 мкм).

Пожежо- і вибухонебезпечність речовин визначається: групою горючості, температурою спалаху, температурою самозапалювання мінімальною енергією запалювання, нижнім і верхньої концентраційними межами запалення, температурними межами запалення, дисперсністю, летючістю і т. д.

За горючістю речовини підрозділяються на три групи: *негорючі, важкогорючі і горючі.*

**Негорючі** – речовини, які не здатні горіти в повітрі нормального складу при температурі до 900 °С (кременій, скло, азбест, бетон, ...).

**Важкогорючі** – речовини, що можуть загорятися під дією джерела запалювання в повітрі нормального складу, але не здатні до самостійного горіння (окремі пластмаси, оброблена антипіренами деревина і тканини, ...).

**Горючі** – речовини, здатні самозагорятися або загорятися від джерела запалювання в повітрі нормального складу і продовжувати горіти після його вилучення.

**Горючі речовини підрозділяються на:** **легкозайmistі** (здатні загорятися від короткочасного впливу джерела загорання з низькою енергією: полум'я сірника, іскри і т. д.); **середньої займистості** (здатні загорятися від тривалого впливу джерела загорання з низькою енергією); **важкозайmistі** (здатні загорятися тільки під дією могутнього джерела загорання) та **пірофорні** (горючі речовини, які в звичайних умовах зберігання здатні самозайматися при контакті з киснем).

**Пірофорні речовини поділяються на:**

- речовини рослинного походження у вологому стані (тирса, стружка);
- речовини органічного походження (викопні кам'яне вугілля, сланці);
- промаслені пористі речовини і матеріали (промаслені тканини, папір, тирса, металічна стружка);
- хімічні речовини і суміші, що стикаються з повітрям (порошкоподібні метали: алюміній, цинк, титан, торій, сплав “ЦЕТО”; білий жовтий та червоний фосфор; сірчисті сполуки металів; свіжа сажа).
- Крім того зазначимо, що такі речовини як натрій, калій, карбіди кальцію і лужних металів, гідрати лужних металів при зіткненні з водою вибухають.

Поняття легкозаймистості насамперед відноситься до горючих рідин. **До легкозаймистих рідин (ЛЗР)** відносяться горючі рідини з температурою спалаху в закритому тиглі не вище 61 °С або у відкритому тиглі не вище 66°С. Крім того, **ЛЗР у свою чергу поділяють на три розряди** (див. табл. 9.1).



**Температурою спалаху** називається найменша температура горючої речовини, при якій утворилися над його поверхнею пари чи газів здатні спалахнути в повітрі при піднесенні джерела запалювання; при цьому швидкість утворення парів чи газів ще недостатня для виникнення стійкого горіння.

**Таблиця 9.1.**

Класифікація легкозаймистих рідин за температурою спалаху

Розряд	Температура спалаху в закритому тиглі, $t$ °C	Температура спалаху у відкритому тиглі, $t$ °C
Особливо небезпечні	$t \leq -18$	$t \leq -13$
Постійно небезпечні	$23 \geq t > -18$	$27 \geq t > -13$
Небезпечні при підвищеній температурі	$23 < t \leq 61$	$27 < t \leq 61$

**Температурою запалення** називається температура горючої речовини, при якій вона виділяє горючі газів і пари з такою швидкістю, що після запалення їх від джерела запалювання виникає стійке горіння.

**Температурою самозапалювання** називається найнижча температура речовини, при якій відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, і яке закінчується полум'яним горінням. Самозапалювання можливе тільки в тому випадку, якщо кількість теплоти, що виділяється в процесі окислювання, буде перевищувати віддачу теплоти в навколишнє середовище (ГОСТ 13920—68). Мінімальну температуру самозапалювання газів і парів рідин визначають за методикою, описаною в ГОСТ 12.1.017-80.

У залежності від температури самозапалювання  $T_{сам}$  розрізняють **6 груп вибухонебезпечних сумішей** газів і парів з повітрям (табл. 9.2).

**Таблиця 9.2.**

Класифікація вибухонебезпечних сумішей газів і парів з повітрям за температурою samozапалювання

Група вибухонебезпечних сумішей газів і парів з повітрям	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
T <sub>сам</sub> , суміші, °C	Вище 450	300-450	200-300	135-200	100-135	85-100

**Концентраційні межі запалення** є важливою характеристикою горючих систем. Суміш горючих речовин з окислювачем здатна горіти тільки при певному вмісті в ній пального.

**Нижньою (верхньою) концентраційною межею запалення** називається мінімальний (максимальний) вміст пального в суміші горюча речовина – окисне середовище, при якому можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Ці межі сильно залежать від вмісту в суміші інертних (негорючих) компонентів. Додавання в горючу суміш інертних газів звужує область запалення і зрештою робить суміш негорючою. Тому область запалення горючих газів у суміші з повітрям, що містить близько 79 % азоту, завжди вужче, ніж у кисні. При цьому нижні концентраційні межі звичайно збігаються, верхні ж концентраційні межі в повітрі завжди менше, ніж у кисні. Сильно звужують межі запалення деякої домішки, що сповільнюють реакції горіння. Найбільш активними з них є галоїдовані вуглеводні.

Зниження тиску суміші нижче атмосферного також звужує область запалення і при певному тиску суміш стає негорючою. Збільшення тиску та підвищення температури пальної суміші навпаки розширюють область запалення.

На концентраційні межі запалення впливає також потужність джерела підпалювання і напрямок поширення полум'я. Менші значення спостерігаються при поширенні полум'я знизу нагору. Наявність областей негорючих концентрацій газів і парів дає можливість вибрати такі умови їхнього збереження,

транспортування і застосування, які запобігають можливості виникнення пожежі.

**Температурними межами запалення** називаються такі температури горючої речовини, при яких його насичені пари утворюють у конкретному окисному середовищі концентрації, рівні відповідно нижньому і верхньому концентраційним межим запалення.

**Температурою самонагрівання** називається найнижча температура, при якій у речовині виникають практично помітні екзотермічні процеси окислювання, розкладання і т. п., що можуть привести до самозаймання. Температура самонагрівання є найменшою температурою речовини, нагрівання до якої може потенційно становити пожежну небезпеку.

**Мінімальною енергією запалювання** називається найменше значення енергії електричного розряду, достатньої для запалення найбільш легкозаймистої газо-, паро- або пилоповітряної суміші. Наприклад, мінімальна енергія запалювання для водню складає (мДЖ) 0,019, для сірковуглецю – 0,009, цирконію – 15, магнію – 20, метанолу – 0,6, аміаку – 6,8.

**Мінімальним вибухонебезпечним вмістом кисню** називається концентрація його в горючій суміші, нижче якої запалення і горіння суміші стають неможливими при будь-якій концентрації пального в суміші. Значення цього показника залежить від виду флегматизатора (розріджувача). Показник цей використовується при розрахунках вибухобезпечних умов роботи технологічного устаткування, пневмотранспорту, при розробці систем і установок вибухоподавлення і тушіння пожеж.

Крім зазначених вище існує ще багато інших показників пожежо та вибухонебезпечності речовин, таких, наприклад, як *тиск вибуху, температура тління, кисневий індекс, швидкість вигорання, коефіцієнт димоутворення, індекс поширення полум'я, характер взаємодії горючої речовини з засобами водопінного гасіння, чутливість до удару* і т. п. Характеристика цих показників, а також ряд методик їхнього визначення наведені в ГОСТ 12.1.017-80 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность нефтепродуктов и химических органических продуктов. Номенклатура показателей».

### 9.3. Класифікація виробництв і зон за пожежо- і вибухонебезпечністю

Згідно СНіП II-90-81 у залежності від характеристики використовуваних або одержуваних при виробництві речовин і їхньої кількості **виробничі будинки і склади за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою підрозділяються на категорії А, Б, В, Г, Д і Е.**

**Категорія А** включає вибухонебезпечні виробництва, які мають горючі гази з нижньою концентраційною межею запалення в повітрі 10 % (об'ємних) і менше, рідини з температурою спалаху до 28 °С включно, при цьому гази і рідини можуть утворювати вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму повітря в приміщенні, а також речовини, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря чи один з одним.

Це виробництва, де застосовуються металевий натрій і калій, ацетон, сірковуглець, ефір і спирти, а також фарбувальні цехи, об'єкти з наявністю зріджених газів.

**Категорія Б** – вибухопожежонебезпечні виробництва, пов'язані з застосуванням горючих газів, нижня межа запалення НМЗ яких більше 10% до об'єму повітря; рідин із  $T_{\text{зап}}$  від 28 до 61 °С включно; рідин, нагрітих в умовах виробництва до  $T_{\text{зап}}$  і вище; горючих пилів або волокон, НМЗ яких 65 г/м<sup>3</sup> і менше, за умови, що ці гази, рідини і пили можуть утворити вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5 % об'єму приміщення. До цієї категорії відносяться насосні станції для перекачування рідин із  $T_{\text{зап}}$  парів від 28 до 61 °С, виробництва з наявністю аміаку й ін.

**Категорія В** – пожежонебезпечні виробництва, пов'язані з застосуванням рідин із  $T_{\text{зап}}$  парів вище 61 °С; горючих пилів чи волокон, НМЗ яких більше 65 г/м<sup>3</sup> до об'єму повітря; речовин, здатних тільки горіти при взаємодії з водою, киснем повітря чи один з одним; твердих згораємих речовин і матеріалів. До даної категорії відносяться виробництва по обробці деревини, торфу, вугілля, пластмас і гуми, склади горючих і мастильних матеріалів.

**Категорія Г** – виробництва, пов'язані з обробкою незгораємих речовин і матеріалів у гарячому, розпеченому чи розплавленому стані, що супроводжується виділенням променистого тепла,

іскор і полум'я; твердих, рідких і газоподібних речовин, що спалюються чи утилізуються як паливо. До них відносяться цехи термообробки металу, газогенераторні станції, котельні.

**Категорія Д** – виробництва, пов'язані з обробкою незгораємих речовин і матеріалів у холодному стані. Це ділянки холодної обробки металів і т. п.

**Категорія Е** – вибухонебезпечні виробництва, пов'язані з застосуванням горючих газів без рідкої фази і вибухонебезпечних пилів у такій кількості, що вони можуть утворити вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5 % об'єму приміщення, у якому за умовами технологічного процесу можливий тільки вибух (без наступного горіння); речовин, здатних вибухати (без наступного горіння) при взаємодії з водою, киснем повітря чи один з одним. До них відносяться ділянки електролізу води, зарядки і розрядки лужних і кислотних акумуляторів і ін.

Згідно правил улаштування електроустановок (ПУЕ) встановлена **класифікація пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон.**

**Пожежонебезпечною зоною** називається простір усередині і поза приміщеннями, у межах якого постійно чи періодично обертаються горючі речовини й у якому вони можуть знаходитися при нормальному технологічному процесі або при його порушеннях.

Пожежонебезпечні зони розділяються на чотири класи.

**Зони класу П-I** – зони, розташовані в приміщеннях, у яких обертаються горючі рідини (ГР) із  $T_{\text{зап}}$  вище 61 °С. Це склади мінеральних олій, насосні станції ГР і ін.

**Зони класу П-II** – зони, розташовані в приміщеннях, у яких виділяються горючі пил чи волокна з НМЗ більше 65 г/м<sup>3</sup> до об'єму повітря. Це малозапилені приміщення млинів, деревообробні цехи й ін.

**Зони класу П-IIIa** – зони, розташовані в приміщеннях, у яких обертаються тверді горючі речовини. Це склади паперу, складальні цехи дерев'яних виробів і ін.

**Зони класу П-IIIb** – розташовані поза приміщеннями зони, в яких обертаються ГР із  $T_{\text{зап}}$  вище 61 °С або тверді горючі речовини.

Це відкриті чи під навісом склади мінеральних олій, вугілля, торфу й ін.

**Вибухонебезпечною** вважається зона в приміщенні в межах до 5 м по горизонталі і по вертикалі від технологічного апарата, з якого можливе виділення горючих газів або парів ЛЗР, якщо об'єм вибухонебезпечної суміші дорівнює або більше 5 % вільного простору.

**Вибухонебезпечні зони підрозділяються на шістьох класів.**

**Зони класу В-I** – зони, розташовані в приміщеннях, у яких виділяються горючі гази (ГГ) чи пари легкозаймистих рідин (ЛЗР) у такій кількості і з такими властивостями, що вони можуть утворити з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних режимах роботи. До них відносяться завантаження чи розвантаження технологічних апаратів, збереження або переливання ЛЗР, що знаходяться у відкритих ємностях, і т. д.

**Зони класу В-Ia** – зони, розташовані в приміщеннях, у яких при нормальній експлуатації вибухонебезпечні суміші ГГ (незалежно від НМЗ) або парів ЛЗР із повітрям не утворюються, а можливі тільки в результаті аварій чи несправностей.

**Зони класу В-Iб** – зони, розташовані в приміщеннях, у яких при нормальній експлуатації вибухонебезпечні суміші ГГ або парів ЛЗР із повітрям не утворюються, а можливі тільки в результаті аварій несправностей і які відрізняються від зон класу В-Ia однією з наступних особливостей:

1. ГГ у цих зонах володіють високою НМЗ (15 % і більше) і різким запахом при ГДК. Це машинні зали аміачних компресорних і холодильних установок.
2. Приміщення виробництв, пов'язаних з обігом газоподібного водню, в яких за умовами технологічного процесу виключається утворення вибухонебезпечної суміші в об'ємі, що перевищує 5% вільного об'єму приміщення, мають вибухонебезпечну зону тільки у верхній частині приміщення. Це приміщення електролізу води, зарядні станції акумуляторів, лабораторні приміщення й ін., у яких ГГ і ЛЗР є в невеликих кількостях і робота з ними провадиться без застосування відкритого полум'я.

**Зони класу В-Iг** – зони біля зовнішніх установок: технологічних установок, що містять ГГ і ЛЗР (за винятком аміачних

компресорних); надземних і підземних резервуарів ЛЗР або ГГ (газгольдери); естакад для зливу і наливу ЛЗР і ін.

**Зони класу В-II** – зони, розташовані в приміщеннях, у яких виділяються горючі пили (волокна), здатні утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних режимах роботи. Наприклад, при розвантаженні і завантаженні технологічних апаратів.

**Зони класу В-IIа** – зони, розташовані в приміщеннях, у яких небезпечні стани, зазначені для класу В-II, не мають місця, а можливі тільки в результаті аварій чи несправностей.

## **Питання для самоперевірки та контролю засвоєння знань**

### **Питання до модуля 1**

#### **«Правові та організаційні питання охорони праці»**

1. Яке значення має охорона праці з соціальної та економічної точок зору?
2. Назвіть основні етапи розвитку охорони праці.
3. Зробіть попередні висновки про стан охорони праці в Україні та інших країнах.
4. Дайте визначення та схарактеризуйте основні поняття в галузі охорони праці.
5. Що являє собою дисципліна «Основи охорони праці», яка її мета та завдання? З яких розділів вона складається?
6. Які законодавчі акти визначають основні положення з питань охорони праці?
7. Перелічіть основні положення Закону України «Про охорону праці».
8. Які основні принципи державної політики в галузі охорони праці?

9. Які гарантії надані в законодавчому порядку щодо прав громадян на охорону праці?
10. Які пільги та компенсації надаються працівникам за важкі та шкідливі умови праці?
11. Перелічіть найважливіші надбання Закону України «Про охорону праці».
12. Яким чином здійснюється в Україні соціальний захист потерпілих на виробництві?
13. Перелічіть основні положення Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».
14. Які основні послуги та виплати здійснює Фонд соціального страхування від нещасних випадків?
15. Яким чином здійснюється фінансування страхування від нещасного випадку?
16. Перелічіть найважливіші надбання Закону щодо соціального страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання.
17. Яким чином здійснюється фінансування заходів з охорони праці відповідно до Закону України «Про охорону праці»?
18. Які основні положення законодавства про працю, що регулюють відносини роботодавця та працівників відображені в Кодексі законів про працю?
19. Які права та обов'язки роботодавця і працівників передбачені Кодексом законів про працю?
20. Сформулюйте основні положення законодавчих актів щодо охорони праці неповнолітніх.
21. Що являють собою нормативно-правові акти з охорони праці та яким чином здійснюється їх кодування?
22. Які нормативні акти з охорони праці діють у межах підприємства?
23. Що собою являють інструкції з охорони праці, на які види вони поділяються і яким чином здійснюється їх розроблення та перегляд?
24. Які види відповідальності передбачені за порушення законодавства з охорони праці?
25. Перелічіть основні обов'язки роботодавців і працівників щодо виконання вимог охорони праці.
26. Які органи здійснюють державне управління охороною праці, в чому полягають їх повноваження?



27. Що являє собою система управління охороною праці (СУОП), як вона реалізовується в межах підприємства?
28. Які основні функції та завдання управління охороною праці та яким чином вони реалізуються?
29. Сформулюйте основні положення щодо служби охорони праці.
30. Сформулюйте основні положення щодо комісії з питань охорони праці підприємства.
31. Як здійснюється навчання і перевірка знань з питань охорони праці на підприємстві, а також посадових осіб?
32. Які існують види інструктажів з питань охорони праці; з ким, як та коли вони проводяться та яким чином реєструються?
33. Який порядок проведення стажування та допуску працівників до роботи?
34. Які органи мають право здійснювати державний нагляд за охороною праці, які їх основні повноваження та права?
35. Хто здійснює громадський контроль за додержанням законодавства з охорони праці? Які їх основні обов'язки та права?
36. Як класифікуються нещасні випадки?
37. Як здійснюється розслідування та облік нещасних випадків на виробництві?
38. Коли і як проводиться спеціальне розслідування нещасних випадків?
39. Як здійснюється розслідування та облік випадків виявлення хронічних професійних захворювань і отруень?
40. Як здійснюється розслідування та облік аварій?
41. Які існують методи аналізу виробничого травматизму та професійної захворюваності? В чому полягає їх суть?
42. За якими основними показниками оцінюється рівень виробничого травматизму та професійної захворюваності?
43. Які основні причини виробничого травматизму та професійної захворюваності? Перелічіть найважливіші заходи щодо їх попередження?
44. Як можна визначити збитки пов'язані з виробничим травматизмом і захворюваннями працівників?

**Питання до модуля 2**  
**«ГІГІЄНА ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ.**  
**ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА»**

1. Охарактеризуйте взаємозв'язок параметрів мікроклімату (метеорологічних умов) та організму людини. Окресліть основні заходи щодо нормалізації параметрів мікроклімату.

2. Чи існує відмінність між небезпечним та шкідливим виробничим чинником (фактором)? Здійсніть їх класифікацію та наведіть відповідні приклади.
3. Охарактеризуйте вплив теплового опромінення на організм людини. Розкрийте методику розрахунку теплового опромінення на робочому місці.
4. Здійсніть класифікацію шкідливих речовин за впливом на організм людини згідно критеріїв санітарно-гігієнічної практики.
5. Здійсніть класифікацію небезпечних речовин на основі поняття «гранично допустимої дози». Розкрийте суть основних методів контролю останніх у повітрі виробничих приміщень.
6. Охарактеризуйте призначення та проведіть класифікацію систем вентиляції із коротким аналізом кожної з них.
7. Які основні види природної вентиляції Вам відомі? Яким чином визначається тиск теплового напору для природної вентиляції?
8. Яким чином здійснюється розрахунок обміну повітря при загальнооб'ємній штучній вентиляції у випадку нормального мікроклімату та у випадку виділення надлишкового тепла в приміщенні?
9. Яким чином здійснюється розрахунок обміну повітря при загальнооб'ємній штучній вентиляції у випадку виділення шкідливих парів чи газів (речовин) та у випадку виділенні вологи в приміщенні?
10. Які основні види пилеуловлювачів Вам відомі? Здійсніть детальний аналіз принципів роботи кожного з них.
11. Які речовини вважаються шкідливими? За якими ознаками і яким чином класифікуються хімічно небезпечні речовини за ступенем впливу на організм людини?
12. Що таке гранично допустима концентрація шкідливих речовин та яким чином вона повинна співвідноситись при одночасному вмісті в повітрі робочої зони кількох шкідливих речовин однонаправленого впливу з їх фактичними концентраціями?
13. На яких фізичних принципах базується робота пилеуловлювачів? Від чого залежить ефективність роботи ротаційних пилеуловлювачів (ротоклонів), яка їх будова та принцип роботи?
14. Що включає в себе правильна організація робочого місця?
15. Якими параметрами визначаються метеорологічні умови або мікроклімат у виробничих приміщеннях? Яке середовище вважається комфортним, що таке терморегуляція організму людини і як ці поняття пов'язані з рівнянням його теплового балансу?
16. Які шляхи естетизація праці Ви знаєте? Як впливають умови праці на її продуктивність?

17. Як проводиться розрахунок обміну повітря загальнооб'ємної вентиляції при нормальному мікрокліматі та відсутності шкідливих речовин (або вмісті їх в межах норм) у виробничих приміщеннях?
18. В чому проявляється шкідлива дія теплового опромінення на людину? Засоби захисту від променистого тепла.
19. Якою буває вентиляція за способом переміщення повітря, в чому полягає її призначення? Яким технічним та санітарно-гігієнічним вимогам повинні відповідати системи вентиляції для їх успішної роботи?
20. Що Ви розумієте під грубим, середнім та тонким очищенням повітря від пилу? Якими параметрами визначається якість очищенням повітря від пилу та ефективність роботи знепилюючого обладнання?
21. Які види дії електричного струму на організм людини Вам відомі?
22. Проведіть схеми однофазного та двофазного ввімкнення людини в електричне коло. Проведіть аналіз небезпеки для даних випадків.
23. Дайте визначення поняттю «занулення»? Розкрийте принцип його дії.
24. Що називається захисним «відключенням»? Які основні види захисних відключаючих пристроїв Вам відомі?
25. Які фактори визначають небезпеку ураження людини електричним струмом?
26. Проведіть аналіз небезпеки ураження струмом при дотиканні до струмопровідних частин в трьохфазній мережі з ізолюваною нейтраллю в період її нормальної роботи.
27. Обґрунтуйте необхідність використання нульового дроту в електричних мережах (на прикладі трьохфазної мережі із заземленою нейтраллю).
28. Який принцип роботи схеми з захисним відключаючим пристроєм, реагуючим на напругу корпусу відносно землі?
29. У чому полягає перша долікарняна допомога людині, ураженій електричним струмом?
30. Проведіть аналіз небезпеки ураження струмом при дотиканні до струмопровідних частин в трьохфазній мережі з ізолюваною нейтраллю в аварійному режимі її роботи.
31. Обґрунтуйте необхідність використання заземлення нейтралі для випадку замикання фази в електричних мережах на землю (на прикладі трьохфазної чотирьохдротової мережі з ізолюваною та заземленою нейтраллю).
32. Який принцип роботи схеми з захисним відключаючим пристроєм, реагуючим на оперативний постійний струм, призначений для неперервного автоматичного контролю ізоляції дротів мережі відносно землі, та захищаючим людину при випадковому дотиканні нею до струмопровідної частини від ураження струмом?

33. Розкрийте сутність основних причин ураження людини електричним струмом та основних мір захисту.
34. Проведіть аналіз небезпеки ураження струмом при дотиканні до струмопровідних частин в трьохфазній чотирьохдротовій мережі з заземленою нейтраллю в період її нормальної роботи.
35. Розкрийте необхідність використання повторного заземлення нульового дроту.
36. Як забезпечується захист від переходу напруги з високої на низьку при пошкодженнях ізоляції в трансформаторах?
37. Проведіть аналіз небезпеки, що виникає при стиканні струму в землю. Здійсніть аналіз розподілу потенціалу для випадку напівсферичного заземлювача.
38. Проведіть аналіз небезпеки ураження струмом при дотиканні до струмопровідних частин в трьохфазній чотирьохдротовій мережі з заземленою нейтраллю в аварійному режимі її роботи.
39. Обґрунтуйте необхідність використання нульового дроту в електричних мережах (на прикладі трьохфазної мережі із заземленою нейтраллю).
40. Як забезпечується захист людини при випадковому дотиканні нею до струмопровідної частини від ураження струмом компенсацією ємнісної складової струму замикання на землю?
41. Що називається напругою дотику? Які міри захисту вам відомі?
42. Від чого залежить вибір схеми електричної мережі? Зокрема, на основі аналізу небезпеки ураження струмом при дотиканні до струмопровідних частин в різних електричних мережах покажіть які мережі і в яких випадках слід використовувати при напругах до і більше 1000 В.
43. Обґрунтуйте необхідність використання заземлення нейтралі для випадку замикання фази в електричних мережах на землю (на прикладі трьохфазної чотирьохдротової мережі з ізолюваною та заземленою нейтраллю).
44. Який принцип роботи схеми з захисним відключаючим пристроєм, реагуючим на напругу корпусу відносно землі?
45. Що називається напругою кроку? Які міри захисту вам відомі?
46. Проведіть аналіз небезпеки ураження струмом при дотиканні до струмопровідних частин в трьохфазній чотирьохдротовій мережі з заземленою нейтраллю в аварійному режимі її роботи.
47. Розкрийте необхідність використання повторного заземлення нульового дроту.
48. Який принцип роботи схеми з захисним відключаючим пристроєм, реагуючим на оперативний постійний струм, призначений для неперервного автоматичного контролю ізоляції дротів мережі відносно землі, та захищаючим людину при випадковому дотиканні нею до струмопровідної частини від ураження струмом?

**Питання до модуля 3**  
**«ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПРАЦІ НА**  
**ВИРОБНИЦТВІ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ СУЧАСНИМ**  
**ВИМОГАМ ОХОРОНИ ПРАЦІ»**

1. Перерахуйте та дайте коротку характеристику основним показникам, що характеризують освітлювальні умови та умови зорової роботи на робочу місці.
2. Які основні підходи у задачах нормування природного освітлення Вам відомі? Коротко охарактеризуйте їх.
3. Які основні методики розрахунку штучного освітлення Вам відомі? Коротко охарактеризуйте їх суть.
4. Сформулюйте основні вимоги до виробничого освітлення. Які основні характеристики штучних джерел випромінювання Вам відомі? Коротко їх охарактеризуйте.
5. Охарактеризуйте основні поняття та фізичні параметри шуму. (Звук. Шум. Звуковий тиск. Інтенсивність (сила) звуку. Поняття рівнів інтенсивності звуку, звукового тиску та гучності, співвідношення між ними та одиниці вимірювання).
6. Чому введено поняття рівнів звукового тиску та інтенсивності звуку? Їх визначення та одиниці вимірювання.
7. Чому введено поняття гучності звуку? Її визначення та одиниці вимірювання.
8. Які методи визначення результуючого рівня інтенсивності від декількох джерел шуму Ви знаєте? Дайте їм порівняльну характеристику.
9. У чому сутність та переваги методу попарного й послідовного сумування рівнів інтенсивності звуку від різних джерел?
10. Які характеристики джерел шуму Ви знаєте? (Звукова потужність, рівень звукової потужності, фактор направленості, показник направленості. Їх визначення та одиниці вимірювання).
11. Які умови використання та суть методу вільного звукового поля визначення шумових характеристик машин?
12. Які умови використання та суть методу відбитого звукового поля визначення шумових характеристик машин?
13. Які умови використання та суть методу зразкового джерела шуму визначення шумових характеристик машин?
14. Які умови використання та суть методу вимірювання шумових характеристик машин на віддалі 1 м від їх зовнішнього контуру?
15. Які методи визначення шумових характеристик машин Ви знаєте? Коротко охарактеризуйте їх суть та умови застосування.

16. У чому проявляється вплив шуму на організм людини? Що таке аудіометрія?
17. Які методи нормування шуму Ви знаєте? Проведіть їх порівняльну характеристику.
18. У чому суть та особливості нормування шуму за граничним спектром?
19. У чому суть та особливості нормування шуму за рівнем звуку в дБА?
20. Який порядок акустичного розрахунку у випадку відкритого простору? Задачі акустичного розрахунку.
21. Який порядок акустичного розрахунку у випадку знаходження джерела шуму в приміщенні? Задачі акустичного розрахунку.
22. Які методи та засоби захисту від шуму Ви знаєте? Що таке звукоізолююча здатність перешкоди, одиниці її вимірювання? Як проводиться розрахунок звукоізолюючої здатності суцільної та однорідної перешкоди (екрану).
23. Прилади для вимірювання параметрів шуму (звуку), які особливості їх будови?
24. Що таке вібрація? Які типи вібрації Ви знаєте? Її вплив на організм людини та методи захисту.
25. Дайте визначення та охарактеризуйте джерела, типи та основні параметри вібрації, їх одиниці вимірювання.
26. Що таке спектри рівнів коливальної швидкості вібрації?
27. Які основні нормативні документи в галузі вібрації Ви знаєте? Нормування вібрації.
28. Які методи зменшення впливу вібрації на організм людини Ви знаєте?
29. Дайте визначення та охарактеризуйте джерела іонізуючого випромінювання. Які випромінювання відносяться до іонізуючих?
30. Які характеристики іонізуючого випромінювання Ви знаєте? Експозиційна, поглинута та еквівалентна дози, їх потужність та одиниці вимірювання.
31. Які характеристики активності радіоактивної речовини Ви знаєте? Що таке активність, питома активність радіоактивної речовини, її гамма-еквівалент (1 мз-екв Ra), одиниці їх вимірювання.
32. У чому проявляється біологічна дія іонізуючих випромінювань? Зовнішнє та внутрішнє опромінення. Хронічна та гостра дія опромінення.
33. Норми радіаційної безпеки. Основні нормативні документи. Гранично допустима доза, та границя дози.

34. Які методи захисту від іонізуючих випромінювань Ви знаєте? Захист від внутрішнього та зовнішнього опромінення. Класи робіт з відкритими радіоактивними ізотопами. Групи радіаційної небезпеки радіонуклідів.
35. Які особливості захисту від іонізуючих випромінювань у залежності від класу робіт з відкритими радіоактивними ізотопами?
36. У чому сутність методу розрахунку захисних екранів від іонізуючих випромінювань?
37. Дозиметричний контроль. Чим визначається його важливість для забезпечення безпеки людей від дії іонізуючих випромінювань?
38. Які загальні відомості про процес горіння, пожежі та вибухи Ви знаєте? Дайте визначення поняттям пожежа, горіння (повне і неповне, гомогенне та гетерогенне), вогонь, полум'я. Як класифікують горіння за швидкістю поширення полум'я?
39. Як класифікують горіння за швидкістю поширення полум'я? Охарактеризуйте їх.
40. Які види процесу горіння Ви знаєте? Охарактеризуйте їх (спалах, загорання, запалювання, самозагорання, самозапалювання, тління, вибух, детонація).
41. Які характеристики речовин за пожежо- і вибухонебезпечністю Ви знаєте? Охарактеризуйте їх (температура спалаху, запалення та самозапалення; нижня та верхня межі запалювання; температурні межі запалювання; мінімальна енергія запалювання; мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню; ...).
42. Як класифікуються горючі речовини за здатністю загоратися? Які рідини вважаються легкозаймистими (ЛЗР), за якими параметрами їх поділяють на розряди? Скільки є цих розрядів?
43. За яким параметром вибухонебезпечні суміші газів і парів з повітрям поділяються на групи? Скільки таких груп існує?
44. За якими ознаками згідно СНІП II-90-81 виробничі приміщення і склади підрозділяються на категорії за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою? Скільки таких категорій існує?
45. За якими ознаками згідно Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) пожежно небезпечні зони підрозділяються на класи? Скільки таких класів існує?
46. За якими ознаками згідно Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) вибухонебезпечні зони підрозділяються на класи? Скільки таких класів існує?
47. Які методи захисту від статичної електрики Ви знаєте?

48. Які особливості і методи захисту від блискавки Ви знаєте? Яка методика розрахунку зони захисту одиночним стержневим блискавковідводом?

49. Які особливості і методи захисту від блискавки Ви знаєте? Яка методика розрахунку зони захисту одиночним тросовим блискавковідводом?

### Список літератури

6. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник. – Вид. 5-е, доп. – Львів: Афіша, 2002. – 350 с.
7. Бедрій Я. І., Джигирей В. С., Кидасюк А. І. та ін. Охорона праці: Навчальний посібник. – Львів: ПТВФ «Афіша», 1997.-258 с.
8. Безопасность производственных процессов: Справочник / Под общей ред. Белова С. В. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
9. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці. –К.: Каравела, 2004. – 408 с.
10. Гогіташвілі Г. Г. Системи управління охороною праці: Навч. посібник. – Львів.: Афіша, 2002. – 320 с.
11. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1985. – 319 с.
12. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1985 – 376с.
13. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1983. – 432с.
14. Законодавство України про охорону праці. У 4-х томах. — К.: Основа, 1995.
15. Катренко Л. А., Пістун І. П. Охорона праці в галузі освіти: Навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2001. – 339 с.
16. Купчик М. П., Гандзюк М. П., Степанець І. Ф. та ін. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000. – 416 с.
17. Основи охорони праці: Підручник / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2003. – 472 с.
18. Рожков А. П. Пожежна безпека. Навчальний посібник. – К.: Пожінформтехніка, 1999. – 256 с.
19. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Айзенберга Ю. Б. – М- Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.
20. Сулла М. Б. Охрана труда: Пособие для студентов. – М.: Просвещение, 1989. – 272 с.



*Навчальне видання*

# **Основи охорони праці**

**Навчально-методичний посібник**

Укладач: *Мотрич Артем Володимирович*

Відповідальний за випуск *Ушенко О.Г.*  
Літературний редактор *Колодій О. В.*