

В.А. Батлук  
Г.Г. Гогіташвілі

# ОХОРОНА ПРАЦІ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Навчальний посібник



Б.38.382.3 (075)

Б.28

В.А. Батлук  
Г.Г. Гогіташвілі

# ОХОРОНА ПРАЦІ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Навчальний посібник

АБОНЕМЕНТ-3



Київ  
"Знання"

2006

УДК 69:[331.4+614.8](075.8)  
ББК 65.9(4УКР)248я73  
Б28

*426 438*

**Батлук В. А., Гогіташвілі Г. Г.**

**Б28** Охорона праці у будівельній галузі: Навч. посіб. — К.:  
Знання, 2006. — 550 с.  
ISBN 966-346-050-4

У навчальному посібнику розглянуто основні заходи з охорони праці та протипожежної профілактики у будівельній галузі, основні шкідливі чинники в цій галузі (пил, шум, вібрація, іонізуючі випромінювання тощо) і засоби захисту від них. Окремі розділи присвячено питанням безпеки експлуатації апаратів, що працюють під тиском, і питанням охорони праці при роботі з комп'ютером. Проаналізовано основні положення законодавства України з охорони праці, розглянуто систему управління охороною праці в державі, галузі та на підприємстві.

Розраховано на студентів вищих навчальних закладів, які вивчають курс "Основи охорони праці". Посібник також може бути корисним власникам, керівникам і працівникам підприємств, установ і організацій.



УДК 69:[331.4+614.8](075.8)  
ББК 65.9(4УКР)248я73

ISBN 966-346-050-4

© В. А. Батлук, Г. Г. Гогіташвілі,  
2006  
© Видавництво "Знання", 2006

---

---

# Зміст

Передмова .....	9
-----------------	---

<b>РОЗДІЛ 1. Заходи з охорони праці (ОП) та протипожежної профілактики (ПП) при організації будівельного майданчика .....</b>	<b>15</b>
---	-----------

1.1. Основні положення ОП і ПП у проектно-технологічній документації .....	15
1.2. Вимоги до планування території підприємства ...	19
1.3. Устрій доріг і транспортування вантажів .....	26
1.4. Небезпечні зони на будівельному майданчику. Огородження .....	31
1.5. Збереження та складування матеріалів і виробів ...	38
1.6. Відстань будівель, споруд від смуг озеленення території підприємства .....	49
1.7. Санітарні і протипожежні розриви між будівлями та спорудами підприємства .....	50
1.8. Санітарно-захисні зони .....	52
1.9. Санітарно-побутове забезпечення працюючих ....	61
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	68

<b>РОЗДІЛ 2. Виробничі шкідливі чинники у будівництві та засоби захисту від них .....</b>	<b>70</b>
---	-----------

2.1. Основні завдання гігієни праці та виробничої санітарії .....	70
2.2. Метеорологічні умови виробничого середовища ....	75
2.2.1. Основні параметри метеорологічних умов та їх нормування .....	75
2.2.2. Розрахунок потрібного повітрообміну при проведенні будівельних робіт .....	82
2.2.3. Мікроклімат у кабінах самохідних машин .....	87
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	97



<b>РОЗДІЛ 3. Пил і захист від нього .....</b>	<b>98</b>
3.1. Загальна характеристика пилу .....	98
3.2. Пил як причина вибухів і пожеж .....	101
3.3. Засоби боротьби з пилом .....	104
3.4. Сучасні засоби боротьби з пилоутворенням у будівництві .....	107
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	123
<b>РОЗДІЛ 4. Освітлення робочих зон .....</b>	<b>124</b>
4.1. Характеристика видимого випромінення .....	124
4.2. Організація виробничого освітлення .....	126
4.2.1. Природне освітлення .....	127
4.2.2. Штучне освітлення .....	129
4.2.3. Проектування освітлення (СНіП II-4-79) .....	144
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	147
<b>РОЗДІЛ 5. Виробничий шум. Захист від його дії .....</b>	<b>149</b>
5.1. Загальні характеристики шуму .....	149
5.2. Характеристика шкідливої дії шуму .....	158
5.3. Граничні значення шкідливої дії шуму та їх нормування .....	160
5.4. Засоби захисту від шуму .....	164
5.5. Шумові характеристики будівельних машин і засоби захисту .....	165
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	171
<b>РОЗДІЛ 6. Виробнича вібрація та засоби захисту від неї ...</b>	<b>172</b>
6.1. Загальна характеристика вібрації .....	172
6.2. Нормування вібрації .....	178
6.3. Захист від вібрації .....	179
6.4. Оптимізація конструктивно-динамічних параметрів вібраційних машин .....	185
6.5. Віброізоляція стаціонарних машин .....	187
6.6. Захист від вібрації ручних машин .....	189
6.7. Захист від вібрації на баштових кранах .....	190
6.8. Віброізоляція автомобільних і тракторних двигунів .....	192

6.9. Розрахунок віброізоляції робочого місця операторів самохідних машин .....	193
6.10. Будова гасників коливань та їх робочі характеристики .....	197
6.11. Ультразвук .....	201
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	203

## **РОЗДІЛ 7. Радіаційна небезпека у будівництві та захист від джерел іонізуючих випромінювань .....**

204

7.1. Загальна характеристика радіаційної небезпеки ...	204
7.2. Правила та норми радіаційної безпеки .....	207
7.3. Засоби захисту від іонізуючих випромінювань ...	209
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	219

## **РОЗДІЛ 8. Захист від електромагнітних полів надвисоких частот (НВЧ) .....**

220

8.1. Джерела випромінювання НВЧ та їхня дія на організм людини .....	220
8.2. Граничнодопустимі норми опромінювання .....	223
8.3. Захист від дії випромінювань надвисоких частот .....	228
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	235

## **РОЗДІЛ 9. Безпека при експлуатації апаратів, що працюють під тиском .....**

236

9.1. Вимоги безпеки до апаратів, які працюють під тиском .....	236
9.2. Руйнування та травматизм при вибухах .....	237
9.3. Парові та водогрійні котли .....	238
9.4. Компресорні станції .....	242
9.5. Ацетиленові генератори .....	245
9.6. Балони для стиснутих, зріджених і розчинених газів .....	248
9.7. Техніка безпеки при виконанні робіт у каналізаційній мережі, мережі теплогазопостачання, колодязях, резервуарах .....	251
9.8. Газобалонні установки для автомобілів .....	255
Питання для перевірки засвоєння матеріалу .....	258

<b>РОЗДІЛ 10. Електробезпека на будівельному майданчику ....</b>	<b>259</b>
10.1. Дія електричного струму на організм людини ....	259
10.2. Види уражень .....	262
10.3. Чинники, що впливають на результат електро- травми .....	263
10.4. Дія на людину напруги кроку і дотику .....	271
10.5. Умови ураження струмом і режими нейтралей джерел живлення .....	274
10.6. Основні причини ураження електричним стру- мом .....	286
10.7. Основні заходи із забезпечення безпечної екс- плуатації електроустановок .....	287
10.8. Класифікація приміщень за ступенем небезпе- ки ураження електричним струмом .....	291
10.9. Технічна документація електрогосподарства ....	292
10.10. Захисне заземлення, занулення, захисне від- ключення .....	295
10.10.1. Призначення, діапазон застосування і фізична суть захисного заземлення .....	295
10.10.2. Призначення, діапазон застосування та фізична суть занулення .....	298
10.10.3. Устаткування, що підлягає заземленню та зану- ленню .....	305
10.10.4. Основні вимоги до системи занулення .....	306
10.10.5. Виконання заземлень і занулень електроустано- вок .....	311
10.11. Електроустановки напругою до 1000 Вольт .....	316
10.11.1. Електричні мережі .....	316
10.11.2. Розподільні пристрої та пускова апаратура .....	326
10.12. Підключення електроприймачів на будівельно- му майданчику .....	329
10.13. Схеми заземлення та занулення будівельних ма- шин, обладнання та електрифікованих ручних машин .....	330
10.14. Електробезпека в умовах будівництва .....	342
10.15. Захист від статичної електрики (ГОСТ 12.4.124-83 і ДНАОП 0.00-1.29-97) .....	346
Питання для перевірки засвоєння матеріалу ....	349

<b>РОЗДІЛ 11. Основи пожежної безпеки .....</b>	<b>352</b>
11.1. Сутність процесу горіння .....	352
11.2. Самозапалювання, самозаймання й запалення горючих речовин .....	355
11.3. Горіння та вибухи газо-, паро- і пилоповітряних сумішей .....	357
11.4. Вогнестійкість будівельних конструкцій і мате- ріалів .....	359
11.5. Загальні основи розрахунку вогнестійкості буді- вельних конструкцій .....	366
11.6. Чинники, що впливають на межу вогнестійкості будівельних конструкцій .....	371
11.7. Найменші допустимі відстані між будівлями та спорудами .....	372
11.8. Протипожежні перешкоди .....	374
11.9. Забезпечення безпечної евакуації людей .....	375
11.10. Обов'язки осіб, відповідальних за пожежну без- пеку .....	377
11.11. Утримання територій і приміщень будівельного майданчика .....	378
11.12. Сушіння будівель і споруд .....	380
11.13. Проведення зварювальних та інших робіт, по- в'язаних із вогнем .....	382
11.14. Зберігання вогненебезпечних речовин і матеріа- лів .....	383
11.15. Засоби пожежогасіння на будівельному майдан- чику .....	387
11.16. Механізм припинення горіння .....	390
11.17. Особливості гасіння пожеж на будівництві .....	392
Питання для перевірки засвоєння матеріалу ....	395
<b>РОЗДІЛ 12. Охорона праці при роботі з комп'ютером .....</b>	<b>397</b>
12.1. Метеорологічні умови виробничого середовища ...	400
12.2. Освітлення виробничих приміщень .....	401
12.3. Шум, вібрація, ультразвук .....	403
12.4. Електромагнітні випромінювання .....	404
12.5. Електробезпека .....	405
Питання для перевірки засвоєння матеріалу ....	411

<b>РОЗДІЛ 13. Система управління та законодавство з охорони праці .....</b>	<b>412</b>
13.1. Державне управління охороною праці .....	412
13.1.1. Управління охороною праці в галузі .....	412
13.1.2. Охорона праці в ринкових умовах .....	421
13.1.3. Загальна структура управління охороною праці ....	424
13.1.4. Державний нагляд і громадський контроль за станом охорони праці .....	426
13.1.5. Пожежна охорона в Україні .....	428
13.1.6. Регіональна система управління охороною праці ...	432
13.1.7. Система управління охороною праці на підприємстві .....	434
13.1.8. Організація роботи з охорони праці .....	450
13.1.9. Оцінка та стимулювання роботи з охорони праці .....	457
13.1.10. Паспортизація цехів та атестація робочих місць ...	461
13.1.11. Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві .....	467
13.2. Правові та організаційні питання охорони праці ....	471
13.2.1. Законодавство України про охорону праці .....	471
13.2.2. Порядок видачі дозволів Державним комітетом з нагляду за охороною праці та його територіальними органами (Постанова КМУ від 15.10.03 № 1631) .....	480
13.2.3. Трудовий договір і охорона праці .....	483
13.2.4. Державні нормативно-правові акти про охорону праці .....	489
13.2.5. Міжнародні нормативно-правові акти про охорону праці .....	493
13.2.6. Навчання з питань охорони праці .....	495
13.2.7. Розслідування та облік нещасних випадків на виробництві .....	506
Питання для перевірки засвоєння матеріалу ....	523
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>525</b>
Додаток 1. Позначення, які використовуються при розрахунках (за стандартом) .....	525
Додаток 2. Розрахунок вібростійкості кранів .....	531
<b>ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>545</b>

---

---

## ПЕРЕДМОВА

У сучасних умовах ринкових відносин в Україні створюється, реконструюється і функціонує чимала кількість малих, середніх і великих підприємств виробничого, будівельного, сільськогосподарського, транспортного призначення, підприємств громадського харчування, сфери послуг тощо. Працедавці таких підприємств несуть повну відповідальність за створення безпечних і здорових умов праці для робітників і службовців, попередження випадків травматизму, профзахворювань, аварій і пожеж. Законом України “Про охорону праці” встановлено основні засади державної політики в галузі охорони праці: пріоритет життя і здоров’я працівників щодо відношення до результатів виробничої діяльності, повної відповідальності працедавця за створення безпечних і здорових умов праці, комплексного розв’язання завдань охорони праці, соціального захисту працівників, повного відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і внаслідок професійних захворювань, використання економічних методів управління, виконання нормативів охорони праці незалежно від форм власності і видів діяльності підприємства.

В Україні створена необхідна нормативно-правова база ефективної охорони праці. У 1999 р. прийнятий Закон України “Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”. Закон передбачає диференціацію страхових тарифів залежно від класу професійного ризику виробництва, рівня травматизму і стану охорони праці на підприємстві. Таким чином, працедавець економічно зацікавлений у покращенні умов і безпеки праці на виробництві. Розрахунки свідчать, що економічні наслідки нещасних випадків коштують удесятеро дорожче, ніж вартість заходів щодо їх попередження.

У 2000 р. в сфері суспільного виробництва в цілому по Україні трапилося близько 40 тис. випадків травмування працівників, загинуло 1325 осіб. Цей показник у кілька разів вищий, ніж у країнах з розвинутою ринковою економікою. Велика кількість



нешасних випадків пояснюється незадовільною підготовкою робітників і працедавців з питань охорони праці, відсутністю належного управління охороною праці, станом безпеки на робочих місцях і виконанням встановлених норм.

Адміністративна реформа передбачає підвищення відповідальності працедавців і керівників за стан справ на підприємствах і, зокрема, за стан охорони праці. Управління з боку державних, регіональних і галузевих органів має спонукати до підвищення ефективності цієї діяльності на самих підприємствах.

Нині робота з охорони праці на підприємстві мотивується такими важелями:

- економічною зацікавленістю працедавця в отриманні максимального прибутку, зменшенні витрат на пільги і компенсації за роботу в шкідливих умовах, на відшкодування збитків потерпілим або їхнім сім'ям, штрафні санкції, ремонт або заміну пошкодженого обладнання, зменшення страхових тарифів;
- необхідністю постійного підвищення якості та конкурентоздатності продукції, що можливо тільки за сприятливих і безпечних умов праці;
- моральною та юридичною відповідальністю працедавця за нещасні випадки та відшкодування збитків потерпілим і їхнім сім'ям;
- моральною відповідальністю працедавця перед трудовим колективом за створення гуманних умов праці;
- необхідністю стверджувати позиції підприємства на ринку серед вітчизняних і зарубіжних конкурентів;
- необхідністю підвищувати продуктивність праці і віддачу кожної затраченої людино-години, збільшувати відсоток прибутку щодо вкладених інвестицій, підвищувати ефективність використання людських, матеріальних і фінансових ресурсів;
- забезпечуванням технологічної переваги підприємства перед конкурентами;
- забезпечуванням досягнення перспективних цілей підприємства, що не можливо без підвищення рівня охорони праці.

Реформування економіки в країні призвело до зміни форм організації і режимів праці. З'явилися нові технології, впроваджуються автоматизовані виробничі процеси, нові хімічні матеріали,

зростає обсяг операторської праці. Більша частина робочої сили переміщується в малі орендні і приватні підприємства, в яких впроваджуються різні режими праці та відпочинку. Працедавці приватних і акціонерних підприємств не завжди знають і дотримуються вимог правил і норм охорони праці.

Досвід сучасних підприємств свідчить, що підвищення ефективності охорони праці досягається шляхом забезпечення функціонування системи управління охороною праці, щорічної паспортизації цехів з охорони праці, атестації робочих місць за умовами праці, застосування морального і матеріального стимулювання керівників підрозділів і працівників, проведення щомісячно “Днів охорони праці” й оцінки профілактичної роботи керівників усіх рівнів управління, модернізації виробництва, уважного, сумлінного ставлення працедавця до питань охорони праці, з якого беруть приклад керівники структурних підрозділів і працівники.

Система управління охороною праці (СУОП) на рівні підприємства, регіону і галузі СУОП — це комплекс науково обґрунтованих завдань діяльності з охорони праці і функцій управління цією діяльністю, які забезпечують системний підхід до виконання вимог відповідних нормативно-правових актів, спрямованих на запобігання травматизму, профзахворювань, аварій і пожеж на виробництві. Статистика свідчить, що основна маса нещасних випадків трапляється через незадовільну організацію виконання робіт, порушення трудової і виробничої дисциплін, технологічного процесу, недоліків у навчанні безпечних методів праці, незадовільного утримання й організації робочих місць, незадовільного стану обладнання, будівель, споруд і територій, транспортних засобів. Тому підвищення організованості та системності в роботі з охорони праці — умова її ефективності, що досягається впровадженням СУОП на всіх рівнях управління виробництвом.

У навчальному посібнику узагальнені розробки щодо управління охороною праці на рівнях підприємства, галузі, регіону і створення відповідних положень.

Економічні важелі, суворі вимогливість з боку керівників усіх рівнів і наглядових органів щодо охорони праці, впровадження й ефективне функціонування СУОП — запорука запобігання травматизму, профзахворювань, аварій і пожеж на виробництві.

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних умов праці — одне з найважливіших завдань держави. Успішне вирішення цього завдання значною

мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

Сучасний розвиток науки та техніки вносить принципові нововведення в усі сфери матеріального виробництва, суттєво змінюючи технологічні процеси та використовувані матеріали, предмети і знаряддя праці. Натомість, зміни технології та устаткування призводять до трансформації умов праці та трудового процесу в цілому. Тому при розробці нової техніки, технологічних процесів, організації виробництва необхідно провести науковий аналіз можливих небезпечних і шкідливих виробничих чинників і розробити заходи і засоби, спрямовані на мінімізацію їх несприятливого впливу на людину, що працює.

Випадки травматизму, професійних і професійно зумовлених захворювань, які мають місце на підприємствах, часто виникають через порушення відповідних норм техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки при проектуванні підприємств, технологічних процесів, основного та допоміжного виробничого устаткування. Часто окремі недоліки або помилки, допущені в проекті, стають побічними або безпосередніми причинами аварій, пожеж, вибухів, нещасних випадків, професійних і професійно зумовлених захворювань. Тому розроблення комплексу питань з охорони праці в дипломних проектах студентів інженерно-технічних спеціальностей є обов'язковою вимогою. Адже сучасний рівень інженерної підготовки вимагає від майбутніх фахівців не лише володіння певним обсягом теоретичних знань з охорони праці, а й уміння їх застосовувати при вирішенні практичних інженерних завдань щодо створення безпечних і здорових умов праці.

З метою підвищення рівня підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці та практичної реалізації принципу пріоритетності охорони життя та здоров'я працівників у відношенні до результатів виробничої діяльності, наказом Міністерства освіти України "Про вдосконалення навчання з охорони праці й безпеки життєдіяльності у вищих закладах освіти України" від 02.12.1998 р. № 420 вводиться вивчення студентами всіх вищих закладів освіти дисциплін "Безпека життєдіяльності", "Основи охорони праці" (рівні "молодший спеціаліст", "бакалавр") та "Охорона праці в галузі" (рівні "спеціаліст", "магістр"), а також включення розділу (питань) охорони праці до дипломних проектів і робіт молодших спеціалістів, спеціалістів і магістрів.

На завершальному етапі підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів важливо систематизувати, поглибити, доповнити та закріпити раніше отримані знання з охорони праці, надати їм практичного спрямування щодо вирішення інженерних завдань стосовно їх майбутньої професійної діяльності. Навчальний посібник написаний згідно з переліком практичних занять навчальної програми нормативної дисципліни “Охорона праці в галузі” для вищих закладів освіти, затвердженої Міністерством освіти і науки України 2 серпня 1999 р.

“Охорона праці в галузі” — нормативна дисципліна, яка вивчається у вищих закладах з метою формування в майбутніх фахівців знань щодо стану і проблем охорони праці в галузі згідно з напрямом їх підготовки, складових і функціонування системи управління охороною праці та шляхів, методів і засобів забезпечення умов виробничого середовища і безпеки праці в галузі згідно з чинними законодавчими та іншими нормативно-правовими актами.

Навчальний посібник “Охорона праці у будівельній галузі” написаний з урахуванням того, що студенти вищих закладів освіти, згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 02.12.1998 р. № 420 та освітньо-професійних програм підготовки вивчають загальні питання безпеки життя людини та її діяльності в побуті, громадських місцях, на виробництві тощо в курсах нормативних навчальних дисциплін “Безпека життєдіяльності” й “Основи охорони праці”, а також окремі питання охорони праці в курсах загально-технічних і професійних дисциплін за обраною спеціальністю. У зв’язку з цим вивчення нормативної дисципліни “Охорона праці в галузі” базується на знаннях з питань безпеки, отриманих студентами при освоєнні навчальних програм освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр”, а дисципліна “Охорона праці в галузі” на основі раніше отриманих знань передбачає вивчення питань охорони праці в конкретній галузі й особливостей професійної діяльності майбутніх фахівців.

У навчальному посібнику розглянуті сучасні методи та способи вирішення інженерних завдань з техніки безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії, пожежної безпеки. Подано ілюстративний матеріал, необхідну довідкову інформацію та приклади щодо вирішення конкретних питань охорони праці в будівельній галузі.

Навчальний посібник укладений з урахуванням останніх змін, що відбулися в нормативній базі з охорони праці (нова редакція

Закону України “Про охорону праці” від 21.11.2002 р. та Національної програми покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2001—2005 рр., затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 р. № 1320).

Розділ 13 “Система управління та законодавство з охорони праці” написаний професором, доктором технічних наук Г. Г. Гогіташвілі.

Автори будуть вдячні за зауваження та побажання, спрямовані на покращення посібника.

---

## Розділ 1

# ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ (ОП) ТА ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ (ПП) ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

### 1.1. Основні положення ОП і ПП у проектно-технологічній документації

Будь-який об'єкт будівництва, згідно зі СНіП, повинен мати проект організації будівництва і проект виконання робіт.

На стадії розробки проекту організації будівництва заходи з ОП подають у вигляді проектних тез із основних питань організації та виробництва робіт і в пояснювальній записці; на стадії розробки проекту виробництва робіт — у вигляді конкретних технічних рішень із окремих видів робіт у технологічних картах і у формі спеціальних проектних документів з ОП.

Найважливішою частиною проектною документації є відображення питань охорони праці і протипожежної техніки в будівництві, вибір і визначення безпечних методів виконання робіт.

Розробка питань ОП проводиться у такій проектно-технологічній документації:

- проекти організації будівництва (ПОБ) на стадії розробки технічного проекту;
- проекти виконання робіт (ПВР).

При розробці проектів організації будівництва проектування календарного плану будівництва об'єкта або комплексу з огляду ОП має суттєве значення. Календарний план виконання робіт повинен бути розроблений з урахуванням таких вимог ОП: кількість операцій, які виконуються одночасно на різних рівнях по одній вертикалі, напрямок руху спеціалізованих бригад, у тому числі



бригад субпідрядних організацій, дотримання послідовності виконання будівельно-монтажних робіт з метою забезпечення стійкості елементів будівлі і просторової жорсткості всієї конструкції.

З'єднання спеціалізованих потоків в один об'єктний потік при будівельних роботах з урахуванням безпечного виконання робіт — один із суттєвих чинників дотримання правил ОП.

Питання ОП відображаються також у спеціальних проектних документах:

- типових проектах безпечного виконання робіт із будівництва типових об'єктів і прокладання магістральних комунікацій;
- альбомах типового інвентаря, пристосувань та інструментів для безпечного виконання робіт;
- схемах комплексної механізації із виконання найбільш складних і небезпечних видів будівельно-монтажних робіт;
- альбомах практичних посібників із будівництва будинків і споруд з уніфікованих габаритних схем;
- художніх плакатах із безпеки виробництва окремих видів робіт і будівельних процесів.

Найважливішим завданням ПОБ і ПВР є відображення питань ОП у будівництві із попередження аварій і небезпек, які можуть виникнути в процесі виробництва.

Заходи, які відображаються у проектно-технологічній документації, поділяють на три основні групи: загальномайданчикові, технологічні і спеціальні або організаційні.

До загальномайданчикових заходів належать питання, пов'язані з організацією будівельного майданчика і створенням умов з ОП:

- обладнання проїздів, проходів і переходів, які забезпечують під'їзд або підхід до складів і об'єктів будівництва з урахуванням їх ширини і радіусів заокруглень;
- огороження території і небезпечних зон на будівельному майданчику;
- енергозабезпечення та електрообладнання будівельного майданчика і забезпечення захисних заходів;
- забезпечення безпечної експлуатації будівельних машин;
- забезпечення безпеки праці при роботі в зимових та інших особливих умовах;
- обладнання складів і тимчасових санітарно-побутових будівель;

- електроосвітлення територій складів, проїздів, тимчасових будівель і загальних робочих місць;
- встановлення засобів зберігання легкозаймистих і горючих матеріалів;
- забезпечення протипожежними засобами (вогнегасники, інструмент, пісок, вода);
- встановлення протипожежної сигналізації, охоронного й аварійного освітлення;
- підготовка знаків з ОП тощо.

Низка заходів з ОП, які знаходять відображення в проектах проведення робіт:

- розробка засобів, які забезпечують безпечно проведення робіт, у тому числі і таких, які супроводжуються утворенням газів, парів і пилу;
- вибір існуючих і розробка нових пристосувань для безпечного виконання робіт, вибір будівельних машин і механізмів, розміщення їх з урахуванням безпечної експлуатації;
- розробка заходів із забезпечення безпечної евакуації людей у випадку виникнення пожежі;
- розробка пристроїв, дія яких робить неможливим ураження електричним струмом;
- розробка засобів навантаження і розвантаження великогабаритних конструкцій, важливих вантажів, їх зберігання;
- визначення небезпечних зон і їх огороження;
- розробка раціональних видів освітлення будівельного майданчика й окремих робочих місць;
- вибір санітарно-побутових приміщень;
- розробка й обладнання проїздів, доріг з урахуванням їх ширини і радіусів заокруглень;
- розміщення складських приміщень і майданчиків, засобів зберігання легкозаймистих і горючих матеріалів;
- вибір засобів блискавкозахисту та пожежогасіння;
- встановлення протипожежної сигналізації, охоронного й аварійного освітлення;
- підготовка знаків з ОП тощо.

До технологічних заходів належать рішення з безпеки праці, які витікають з умов певного технологічного процесу, і є його складовою частиною:

- попередня перевірка на технологічність конструкцій і вибір методів праці;

- розробка засобів, які забезпечують безпечне проведення робіт, у тому числі і таких, які супроводжуються утворенням газів, парів і пилу;
- вибір існуючих і розробка нових пристосувань для безпечного виконання робіт;
- підбір і розташування будівельних машин і допоміжного обладнання з урахуванням вимог ОП;
- вибір існуючих і розробка нових пристосувань для безпечної роботи на висоті, для навантаження і розвантаження великогабаритних конструкцій, великих вантажів, їх зберігання.

До спеціальних або організаційних заходів з ОП належать виробничі питання, пов'язані з метеорологічними або санітарними умовами, в яких відбувається робота, організацією і направленням робіт.

Особливе значення при проектуванні безпечних методів праці мають статичні розрахунки, які забезпечують стійкість збірних конструкцій, у тому числі будівельних машин і механізмів для їх монтажу, а також металевих лісів.

Такі питання відображаються, як правило, в календарних планах будівництва (сіткових графіках) і в пояснювальній записці до проекту організації будівництва. За необхідності у відповідному розділі ПВР комплексно висвітлені технологічні питання.

Технологічні карти є основними документами проекту виконання робіт, у яких вирішуються всі питання безпечної організації праці. До таких питань належать: перевірка технологічності монтажу конструкцій, вибір існуючих або розробка нових захисних засобів, розробка заходів із забезпечення безпеки праці при виконанні робіт з застосуванням токсичних матеріалів, розробка заходів із безпечного виконання робіт у зимовий період.

Обґрунтування і розрахункові дані прийнятих рішень з ОП наводяться у пояснювальній записці до проекту.

Розроблений проект виробництва робіт — ПВР — затверджує головний інженер генеральної підрядної організації, якому доручено здійснення цього будівництва; спеціальні роботи затверджують головні інженери субпідрядних організацій. При будівництві господарським методом проект виробництва робіт затверджує головний інженер управління капітального будівництва. Після затвердження ПВР його передають на будівництво не пізніше як за два місяці до початку робіт на об'єкті. При будівництві в райо-

ні існуючих житлових масивів будівельний генеральний план узгоджується з пожежною інспекцією, відділом районного архітектора і санітарною службою району чи міста.

На початковій стадії розробки ПВР необхідно проаналізувати об'єкти з огляду забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці, обґрунтувати вибір методів щодо ОП з посиланням на стандарти безпеки праці та інші нормативні документи.

При розробці зведених календарних або сіткових графіків будівництва всі роботи, направлені на забезпечення безпечних, здорових умов праці і профілактику травматизму й захворюваності робітників повинні бути включені в номенклатуру технологічних процесів. Якщо у графіку проведення робіт закладено поєднання декількох процесів, треба подати необхідний розрахунок і обґрунтування засобів із безпеки праці, а також спланувати порядок проведення робіт для забезпечення стійкості конструкцій з оцінкою часу і ресурсів, необхідних для їх виконання.

Будівельні генплани в проекті проведення робіт (ППР) мають відповідати основним нормативним документам:

- ДБА А. 3.1-5-96 “Організація будівельного виробництва”;
- СН П.1.02.01-85, ГОСТ 22853-77, С.31-5-96 “Організація будівельного виробництва”;
- СН П.1.02.01-85, ГОСТ 22853-77, СНіП II 92-76 “Проектування допоміжних будівель і приміщень промислових підприємств”;
- СН 276-74 “Інструкція з проектування побутових будівель і приміщень будівельно-монтажних організацій”;
- СНіП 01.02-85, ППБ 05-86, ГОСТ 12.1.004-91 “Пожежна безпека”;
- ГОСТ 23407-78 “Огорожі інвентарні”;
- ГОСТ 12.4.059-89 “Огорожі захисні”;
- СНіП III-4-80 “Техніка безпеки у будівництві”;
- ГОСТ 12.3.002-75 “Процеси виробництва”;
- ГОСТ 12.1.013-78 “Електробезпека”;
- ДБН В. 1.1-7-2002 “Пожежна безпека об'єктів будівництва”.

## **1.2. Вимоги до планування території підприємства**

Уже на стадії проектування промислових підприємств ставиться завдання відповідності технічної доцільності безпечним умовам діяльності людини на виробництві.

Проектування промислових підприємств здійснюється з урахуванням чинних “Санітарних норм проектування промислових підприємств” (СН 245-71), які розповсюджуються на проектування нових підприємств, реконструкцію існуючих виробництв різних галузей промисловості, за винятком підземних споруд і гірських видобувань, а також тимчасових споруд, що будуються на період строком роботи до 5 років. Ними вирішуються питання санітарного зонування територій, враховуючи клімат, рельєф, забруднення довкілля, навколишню забудову, технологічний транспорт, вимоги безпеки й архітектурно-будівельні вимоги.

Санітарні норми регламентують вибір майданчика будівництва і проектування генерального плану. До таких вимог належать встановлені для підприємств санітарно-захисні зони (СЗЗ) до межі житлової забудови, вибір майданчика з урахуванням агрокліматичної характеристики і рельєфу місцевості, а також переважно-го напрямку вітрів по відношенню до житлової забудови, встановлення санітарних розривів між будинками і спорудами.

Усередині самого підприємства проводиться санітарне зонування території: всередині території, вздовж пануючих вітрів, залізничних і автомобільних шляхів розміщуються найбільш небезпечні і шкідливі інженерні об’єкти.

Розміри СЗЗ приймаються згідно з санітарною класифікацією підприємств, виробництв і об’єктів (відстань до небезпечних і шкідливих об’єктів):

I зона — громадські будівлі і споруди (заводоуправління, лабораторії, медичні і культурні заклади, заклади побутового обслуговування, стоянки тощо) — 1000 м;

II зона — виробнича (основні цехи заготівельного й обробного циклів, підсобні цехи, ремонтні, інструментальні, деревообробні, механічні тощо) — 500 м;

III зона — складське й енергетичне господарство — 300 м;

IV зона — транспортне господарство — 100 м;

V зона — зона відпочинку, зелене господарство — 50 м.

*Перша зона* повинна бути розміщена з навітряного боку для вітрів, що переважають у цьому районі, а також вище за течією річок по відношенню до промислових і сільськогосподарських підприємств з технологічними процесами, які є джерелом виділення в довкілля шкідливих речовин і речовин із неприємним запахом.

Розташування цих зон з підвітряного боку дозволяється за узгодженням з органами Державного санітарного нагляду.

*Промислова зона* повинна розміщуватися віддалено від першої зони, яка за санітарною класифікацією належить до I і II класів, біля меж першої зони — до III і IV класів, а також підприємств V класу і підприємств, що не виділяють промислових шкідливих речовин, але потребують залізничних під'їзних шляхів; у межах першої зони — для підприємств, що не виділяють виробничих шкідливих речовин, а також належних до V класу з непожежно-небезпечними процесами виробництва, які не створюють наднормативного шуму, і таких, що не потребують залізничних шляхів.

Розташування підприємств на території промислового району (промислової зони) і віднесення їх до відповідних класів залежно від санітарної класифікації виробництв і шкідливих речовин, які вони викидають, а також встановлення розмірів санітарно-захисних зон (СЗЗ) проводиться згідно з вимогами СНіП із проектування генеральних планів промислових і сільськогосподарських підприємств і санітарних норм проектування промислових підприємств.

Промислові підприємства, які потребують створення санітарно-захисних зон, межі яких віддалені більш як на 3000 м, необхідно розміщувати за межами міст й інших населених пунктів.

*Комунально-складські зони* розміщуються, як правило, поза першою зоною, використовуючи за можливості територію СЗЗ промислових підприємств та інших об'єктів з дотриманням санітарних і протипожежних норм.

*Зовнішній транспорт* при плануванні і забудові міст проектується як комплексна система в органічному зв'язку з вулично-дорожнім рухом і міськими видами транспорту. У житловій забудові залізничні лінії від першої зони відокремлюються СЗЗ шириною 100 м, а нові летища — в межах від 1 до 30 км. Заводські летища розміщують на відстані не менше 6 км від першої зони за умови, що осі злітно-посадкових смуг і траси польотів не перетинають цю територію і проходять на відстані не менше 6 км від межі житлової забудови.

*Міський транспорт*, швидкісні автомобільні шляхи розміщуються на території СЗЗ, а в першій зоні — за умов забезпечення



повної ізоляції від пішоходів і місцевого руху. Відстань від проїжджої частини швидкісної дороги до житлової забудови приймається 50 м.

*Розміщення водозабірних і очисних споруд, ТЕЦ і повітряних ліній електропередачі, окремо розташованих котельних і газгольдерних станцій відбувається поза першою зоною, а газорозпрідільних станцій магістральних трубопроводів — за межами міст й інших населених пунктів.*

Будь-яке будівництво здійснюється на основі проекту проведення робіт (ППР), в якому згідно з СНіП III-4-80, містяться положення із техніки безпеки.

При проектуванні безпечних методів особливо велике значення мають перевіркові розрахунки, що забезпечують міцність і стійкість конструкцій будівельних машин і механізмів для їхнього монтажу, у тому числі й тимчасових.

Питання охорони праці розробляються в основних розділах проекту, а саме у:

- календарних планах;
- будженплані;
- технологічних картах;
- пояснювальних записках.

Основні заходи, висвітлені в проектній документації, поділяють на дві групи: організаційні і технологічні.

На деяких пунктах ППР варто зупинитися детальніше.

*Календарний план* повинен враховувати обсяги і час виконання додаткових робіт, обумовлених вимогами охорони праці. До таких робіт належать тимчасове кріплення конструкцій при монтажі, устрій захисних козирків, настилів, огорожень тощо. Одним із найважливіших питань охорони праці, які вирішуються у календарному плані, вважається правильна організація й облік одночасно виконуваних робіт на різних рівнях по вертикалі або в одному приміщенні.

*При розробці будженплану* важливе значення має правильне визначення розмірів небезпечних зон (дії підйомних кранів, ліній електропередачі, збереження горючих, вибухових, шкідливих матеріалів), зон інтенсивного руху та безпечного, раціонального розташування різних об'єктів і ділянок робіт.

## Вимоги до генерального плану підприємства

Дільниця забудови повинна мати коротшу сторону (мінімально можливу) вздовж червоної лінії забудови. Рекомендується використовувати на забудованій ділянці при розміщенні об'єктів планувальний модуль  $6 \times 6$  або  $3 \times 3$ .

Дороги, тротуари, озеленені смуги повинні мати розмір не менший за 0,5 м.

Вхід на територію підприємства організовують через прохідну, яка розташована на відстані від залізничних в'їздів, вантажних автошляхів. Перед нею облаштовують майданчики для розташування працюючих. Відстань від прохідних до цехів не повинна перевищувати 800 м, а між двома прохідними — не більше як 1,5 км.

В'їздів на територію вантажного транспорту повинно бути не менше двох — на відстані від 300 до 1500 м один від одного.

Відстані між будівлями визначаються висотою найбільшої з них. Колони, труби, вежі мають бути розташовані на відстані, не меншій за ширину цієї висотної споруди.

Розриви між будівлями визначаються коефіцієнтом природної освітленості. Мінімальні розриви визначаються протипожежними нормами.

Відкриті склади пилових матеріалів мають бути розташовані від отворів цехів не ближче як за 50 м; від побутових приміщень — не ближче як за 100 м.

Відстань від пролітної будови естакад до спланованої поверхні землі має бути не меншою за 4,5 м (в світлі).

Ширина тротуарів повинна дорівнювати смузі руху шириною 0,75 м. Кількість смуг руху на тротуарі вибирається з розрахунку 750 осіб на одну смугу руху, а мінімальна ширина тротуару — 1,5 м, з відстанню від проїжджої частини не менше як 2 м.

За умови відведення води з даху можна розташовувати тротуар упругий до стін будівлі, у всіх інших випадках тротуар має бути на відстані 1,5 м від будівлі.

Місця періодичного відпочинку розташовують на відстані не більше як за 200 м від робочого місця.

У технологічних картах необхідно не тільки передбачити заходи безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт, але й заходи щодо попередження впливу на робочих місцях небезпечних

і шкідливих чинників, що можуть виникнути при здійсненні робіт.

Основна мета проектування заходів з охорони праці полягає в розробці конкретних заходів щодо питань безпеки і нешкідливості праці для того, щоб інженерно-технічні працівники при виконанні будівельно-монтажних робіт втілювали їх у життя.

Перш ніж узятися до зведення об'єкта, будівельний майданчик необхідно підготувати для безпечного виконання всіх робіт, передбачених проектом. Цей період називається підготовчим. Насамперед, потрібно отримати ордер Управління Державного архітектурно-будівельного контролю. Згодом, у процесі підготовчих робіт, будівельний майданчик звільняють від усіх будинків, споруд, дерев, що заважають будівництву об'єкта, виконують роботи із планування, будують тимчасові дороги, укладають підкранові колії, влаштовують водовідводи, тимчасове освітлення, виконують розбивку тощо. Усі перераховані роботи передбачаються будгеном, що узгоджується із санінспекцією, пожежною охороною, генеральним будівельним підрядчиком тощо.

Одним із перших заходів підготовчого періоду є **огороження території** будівництва. Інвентарні огороження будівельних майданчиків повинні відповідати ГОСТу 23407-78. Конструкція огороження і його розташування вказуються в проекті. Об'єкти, розташовані вздовж вулиць, проходів, проїздів загального користування, повинні бути обгороджені суцільними парканами з козирками і тротуарами. Козирок установлюють під кутом  $20^\circ$  до горизонту з розміром його горизонтальної проекції не менше 1,25 м і висотою бортової дошки не менше 0,15 м. Така конструкція паркану не дозволяє предмету, що потрапив на край козирка, впасти з нього і травмувати людей. Ширина настилу (тротуару) повинна бути не меншою за 1,2 м, висота паркану від настилу до опорних дощок козирка — не менше 2 м.

Для забезпечення безпеки до огорожень існує декілька вимог: нормативне рівномірно розподілене навантаження повинно бути не меншим за 1,96 кПа; швидкісний напір вітру для різних районів країни приймається 0,34...0,98 кПа; вага снігового покриву на  $1 \text{ м}^2$  площі горизонтальної проекції козирка для різних районів — 0,86...1,84 кПа.

*Входи в споруди* зверху захищають суцільним навісом шириною, більшою за ширину входу, і з вильотом не менше 2 м від стіни будинку.

Робочі місця і проходи до них на висоті 1,3 м і більшій, а також при відстані, меншій за 2 м від межі перепаду, по висоті повинні бути огорожені *тимчасовими огороженнями*, згідно з вимогами ГОСТу 12.4.059-86. Якщо неможливо встановити такі огороження, то роботи виконуються з застосуванням *запобіжних поясів*. Згідно з ГОСТом, висота огороження від основи до поручня (горизонтального елемента) повинна бути не меншою як 1,1 м. Для попередження падіння інструмента, матеріалів, відходів з настилу встановлюється бортова дошка висотою не менше 0,15 м від рівня настилу. Відстань від бортової дошки до проміжного елемента огороження повинна бути не більшою як 0,40 м.

В *інвентарних огороженнях* рівномірно розподілене навантаження дорівнює 480 Н/м і зосереджене навантаження — 480 Н/м. Максимальний прогин від навантаження не повинен перевищувати 0,1 м, а відстань між вузлами кріплення повинна бути не більшою за 6 м.

Для *підйому і спускання робітників на робочі місця* при будівництві будинків і споруд висотою 25 м і більше необхідно застосовувати пасажирські (вантажо-пасажирські) ліфти. При висоті більше 5 м сходи повинні бути обладнані пристроями для закріплення запобіжних поясів (канатами з уловлювачами).

Необхідно постійно здійснювати *контроль за вмістом шкідливих і небезпечних речовин* у повітрі робочої зони, освітленістю, вібрацією, шумом, температурою, вологістю, швидкістю руху повітря. Якщо будуть досягнуті граничні значення зазначених параметрів, то роботи варто призупинити і розробити відповідні заходи профілактики.

Усі люди, що перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити *захисні каски* (ГОСТ 12.4.087-84). У робітників колір захисної каски може бути жовтого кольору; у майстрів, виконробів — червоного; у керівного складу організацій, підприємств, начальників ділянок, цехів, громадських інспекторів із охорони праці, працівників служби техніки безпеки — білого.

*Води відводять* для того, щоб вони не руйнували існуючих об'єктів або споруд, які будуються. Особлива увага приділяється захисту від затоплення котлованів і траншей. При водовідводі повинні дотримуватися ухили у водовідних канавах, улаштовуватися дренажі й інші заходи згідно з ППР.

*Якість питної води* на будівельному майданчику має відповідати санітарним вимогам, а питні установки розташовуватися від робочих місць на відстані не більшій за 75 м по горизонталі і 10 м — по вертикалі.

### 1.3. Устрій доріг і транспортування вантажів

До початку будівельних робіт повинні бути споруджені під'їзди до будівельного майданчика і внутрібудівельні дороги, що забезпечують вільний доступ транспортних засобів до всіх об'єктів і майданчиків для складування і збереження матеріалів.

До початку будівництва майданчик облаштовують дорогами і проїздами з твердим покриттям, пов'язаними з міськими магістралями, а також пожежним водопостачанням (у разі відсутності їх поблизу водоймищ і водопроводів з пожежними гідрантами) і телефонним зв'язком для виклику пожежної допомоги на випадок пожежі. Дороги, проїзди і місця розташування джерел пожежного водопостачання (гідранти, водоймища) освітлюють для зручності користування ними в нічний час.

Біля в'їзду на будівельний майданчик повинна бути встановлена схема руху транспортних засобів, а на узбіччях доріг і проїздів — добре видимі дорожні знаки, що регламентують порядок руху згідно з Правилами дорожнього руху.

Для потреб будівництва варто використовувати дороги постійного призначення. Якщо це неможливо, будують тимчасові автомобільні дороги, проектуючи їх так, щоб машини мали круговий проїзд. При устрої тупикових колій підвищується небезпека нещасних випадків. Тимчасові автомобільні дороги доцільно споруджувати на монтажній площадці з інвентарних дорожніх залізобетонних плит. Ширину проїзної частини внутрішньобудівельних доріг приймають 4 м при одnobічному русі і 6 м при двосторонньому русі транспорту. Радіуси заокруглень приймаються не меншими за 10 м, а при русі панелевозів й інших великогабаритних автомобілів — не менше 12 м. Для стоянки автомобілів на час розвантаження матеріалів облаштовують майданчики біля під'їзних доріг. Розрахункова площа для одного трубовоза, наприклад, складає 50 м<sup>2</sup>.

Тимчасові комунікації водопроводу, каналізації, тепломережі й електромережі в місцях перетинів з дорогами і проїздами заглиблюють у землю або влаштовують на висоті, що забезпечує проходження транспортних засобів, і надійно захищають настилами.

Дороги завжди повинні бути очищеними від сміття, будівельних матеріалів, відходів, взимку — від снігу й льоду, і мають бути посипані піском, шлаком чи золою.

Для безпечного руху автомобілів й інших видів транспортних засобів повинні бути заздалегідь встановлені, залежно від стану доріг і вантажонапруженості, граничнодопустимі швидкості руху. Швидкість руху автотранспорту поблизу місць проведення робіт не повинна перевищувати 10 км/год — на прямих ділянках і 5 км/год — на поворотах.

На дорогах, особливо перед небезпечними зонами, встановлюються огороження та попереджувальні написи і сигнали з добрим освітленням як удень, так і вночі. Вони повинні бути обов'язково зазначеними й на будгєнплані.

*Завантаження і вивантаження, кріплення і розкріплення вантажів на автотранспорті здійснюються силами і коштами відповідників вантажу та вантажоодержувачів. Кріплять вантаж під контролем водія. Використання водія на вантажно-розвантажувальних роботах забороняється. Завантажувати причепи треба рівномірно, не допускаючи перевантаження передньої осі. Водій у дорозі зобов'язаний постійно стежити за надійністю кріплення вантажу.*

У процесі розвантаження й складування будівельних матеріалів і деталей стежать за тим, аби дороги, проїзди і під'їзди до будівель, джерел водопостачання і первинних засобів пожежогашіння не захаращувалися і щоб можна було будь-коли скористатися ними у разі виникнення пожежі.

При виконанні будівельних робіт часто доводиться виконувати роботи, пов'язані з *буксируванням транспортних засобів*. Буксирування при забезпеченні надійного кріплення транспортного засобу, що буксирується, дозволяються: із застосуванням гнучкого чи жорсткого зчєпа; шляхом часткового навантаження транспортного засобу, що буксирується, на платформу чи спеціальний опорний пристрій транспортного засобу, який буксирує.

При буксируванні з застосуванням жорсткої чи гнучкої зчїпки за кермом механічного транспортного засобу, що буксирується,



має перебувати водій (крім випадку, коли конструкція жорсткого зчеплення забезпечує проходження по колії транспортного засобу, що буксирується). Жорсткий зчеп повинен забезпечувати відстань між транспортними засобами не більше 4 м, гнучкий — 4—6 м. При гнучкій зчипці сполучна ланка через кожний метр позначається сигнальними щитками або прапорцями. Буксирування забороняється:

- транспортним засобам із причепом, при загальній довжині потяга зчеплених транспортних засобів, що перевищує 24 м;
- двох і більше транспортних засобів одночасно;
- транспортного засобу без робочого гальма або з несправним гальмом, якщо маса транспортного засобу, що буксирується, перевищує половину загальної фактичної маси транспорту, що буксирує;
- на гнучкій зчипці зі швидкістю більше 30 км/год або транспортного засобу з несправним робочим гальмом чи кермовим керуванням;
- на жорсткому зчепі транспортного засобу з несправним кермовим керуванням.

Як виняток дозволяється одночасне буксирування двох чи більше транспортних засобів шляхом часткового навантаження. У цьому випадку порядок буксирування повинен визначитися транспортуючою організацією й узгоджуватися з місцевою Державтоінспекцією. При буксируванні на гнучкому або жорсткому зчепі забороняється перевезення людей у автобусі, що буксирується, й у кузові автомобіля, що буксирується. При буксируванні шляхом часткового навантаження також забороняється перебування людей у кабіні чи кузові транспортного засобу, що буксирується. У темний час доби і в інших умовах недостатньої видимості на транспортному засобі, що буксирується, повинні горіти габаритні вогні, а при буксируванні на гнучкій зчипці — передні і задні.

Якщо рух транспорту здійснюється *по дорозі, що ремонтується*, то необхідно дотримуватися визначеного комплексу заходів. При проведенні ремонтних робіт на одній половині проїзної частини рух транспортних засобів може відбуватися по другій. Бар'єри переносного типу варто встановлювати за 5—10 м до і після ділянки, що ремонтується.

*Для кращої видимості в темний час доби бар'єри обладнують червоними катафотами (світловідбивачами).* Крім того, спереду

бар'єра необхідно встановити ліхтарі червоного кольору. Об'їзди повинні забезпечувати безпечний рух транспортних засобів; ухил з'їздів не повинен перевищувати 10 %.

*Попереджувачі знаки* встановлюють до початку небезпечного шляху ділянки поза населеними пунктами на відстані 150—300 м, а в населених пунктах — 50—100 м. Другий знак установлюється не менше ніж за 50 м до небезпечної ділянки.

Виконання цих робіт у повному обсязі й у встановлений термін різко знижує травматизм.

З економічних міркувань рекомендується застосовувати автомобільний транспорт вантажопідйомністю 50 і більше тонн у межах до 100 км, а при вантажообороті від 300 тис. тонн до 1 млн тонн на рік — залізничний транспорт тупикового типу з шириною колії 1524 мм, з шириною території під неї — 5 м.

Радіус кривизни залізничних шляхів зазвичай має бути не меншим за 200 м, а в особливо обмежених умовах — 80, 100 і 150 м залежно від типу локомотива.

Для маневрування рухомого складу кут примикання обгінних і роз'їзних шляхів має бути не більшим за 15, при міжпутті — 4,5—5,3 м, розташуванні будов — на відстані 2,5—3,1 м від осі залізничної колії при відсутності переміщень людей і 6 м — за їх наявності.

Ширина проїзної частини автомобільних доріг у місцях перетину із залізницею має дорівнювати 10 м. Ширина магістральних проїздів повинна бути рівною 6 або 3 м. У всіх випадках ширина проїзної частини доріг з двостороннім рухом має бути не меншою за 6 м.

Відстань кромки автомобільних шляхів має бути не меншою за 3,75 м від осі залізничної колії, 8 м — від будівель з наявністю в'їзду в них; 3 м — за відсутності в'їзду. Прохідний габарит для доріг по висоті — 4,5 м.

Виходячи з протипожежних вимог, якщо будівля не є ширшою за 18 м, можливе розміщення автомобільної дороги з одного боку будівлі, якщо будівля ширша за 18 м — з двох боків, а при площі в 10 000 м<sup>2</sup> і більше — з чотирьох сторін.

За інтенсивністю руху автомобільні дороги класифікують:

I категорія — інтенсивність руху понад 100 машин на годину в одному напрямку, при мінімальній швидкості руху до 40 км/год;

II категорія — 15—20 машин за годину при мінімальній швидкості руху до 30 км/год;

III категорія — менше 15 машин за годину при мінімальній швидкості руху до 20 км/год.

Розрахункові кути підйому і нахилу транспорту, що забезпечують стійкість, будуть значно меншими, якщо при спусканні автомобіля водій різко загальмує, а при підйомі — зробить різкий ривок з місця. Кут бокового нахилу дороги також буде меншим при виникненні відцентрової сили на повороті або у випадку різкого гальмування при заносі. Значно знижує поперечну стійкість автомобіля нерівномірне розподілення вантажу в кузові.

При русі автомобілів по кривій для запобігання аварій необхідно витримувати такі радіуси поворотів:

— при умові перекидання:

$$r_{min} = \frac{v_a^2}{13g\eta_6}, \text{ м}, \quad (1.1)$$

— при умові бокового заносу (ковзання шин):

$$r_{min} = \frac{v_a^2}{13g\varphi}, \text{ м}, \quad (1.2)$$

де  $r_{min}$  — мінімальний радіус повороту по кривій, м;  $v_a$  — швидкість руху автомобіля, км/год;  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$  — прискорення сили ваги;  $\varphi$  — коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою;  $\eta_6$  — коефіцієнт поперечної стійкості:

$$\eta_6 = \frac{b}{2h_m}, \quad (1.3)$$

де  $h_m$  — висота центра тяжіння автомобіля, м;  $b$  — поперечна база автомобіля, м.

За цими формулами можна також визначити критичну швидкість руху автомобіля на повороті при заданому радіусі по горизонтальній дорозі для виключення його перевертання або бокового заносу.

$$\text{Для легковиків — } \eta_6 = 0,55—0,80. \quad (1.4)$$

Гальмування має бути своєчасним і плавним. При екстремому гальмуванні виникає схожа інерційна сила, яка може бути причиною нещасного випадку.

Величина цієї сили, прикладеної в центрі машини, складає:

$$F = Ga_0 / g, \text{ Н}, \quad (1.5)$$

де  $a_0$  — від'ємне прискорення (затухання), м/с<sup>2</sup>,  $G$  — вага, кг.

Мінімальний гальмівний шлях  $L_z$ , м, і до повної зупинки:

$$L_z = k_s (V_n^2 - V_k^2) / (g \varphi_k), \quad (1.6)$$

де  $k_s$  — коефіцієнт, який враховує експлуатаційні умови гальмування (для вантажних автомобілів  $k_s = 1,4—1,6$ );  $V_n$  — початкова швидкість автомобіля, м/с;  $V_k$  — кінцева швидкість автомобіля, м/с (при повній зупинці  $V_k = 0$ );  $\varphi_k$  — коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою.

Повний шлях зупинки автомобіля,  $L_T$ , м, з урахуванням часу реакції водія і спрацювання гальмівної системи:

$$L_T = (t_p + t_{сер.} + 0,5t_y) V_n + \frac{k_s V_n^2}{g \varphi_k}, \text{ м}, \quad (1.7)$$

де  $t_p$  — час реакції водія,  $t_p = 0,2—1,5$  с;  $t_{сер.}$  — час спрацювання гальм,  $t_{сер.} = 0,2—0,9$  с;  $t_y$  — час збільшення затухання від 0 до максимального значення;  $t_y = 0,2—0,5$  с.

При проектуванні території підприємства необхідно створити найпростішу схему магістралей з передбаченням проїзду пожежних машин.

Мінімальне наближення дороги до будівлі — 5 м, максимальне — не більше 25 м. Недопустиме поєднання залізничних і внутрішньозаводських магістралей із пішохідними доріжками.

## 1.4. Небезпечні зони на будівельному майданчику. Огородження

При організації будівельного майданчика, розміщенні ділянок і робочих місць, проїздів, переходів необхідно встановити небезпечні для людей зони. Під *небезпечною зоною* розуміють частину простору, в якій діють постійно чи виникають періодично чинники,

що створюють загрозу життю і здоров'ю працюючих. Небезпечні зони позначаються знаками безпеки і написами встановленої форми. Усі небезпечні для людей зони поділяються на три групи: зони з постійно діючими небезпечними виробничими чинниками; з потенційно діючими і з тимчасово діючими небезпечними чинниками.

До першої групи належать зони поблизу неізольованих струмомоведучих частин електроустановок, ліній електропередач (ЛЕП); місця переміщення машин і устаткування, їхніх частин і робочих органів; місця виділення шкідливих небезпечних речовин, що перевищують ПДК, зони впливу шуму з інтенсивністю, вищою за допустиму тощо. Проведення будівельно-монтажних робіт у цих зонах, як правило, не допускається.

До другої групи належать ділянки простору поблизу споруджуваних (або тих, що підлягають розбиранню) будинків, споруд, а також ділянки, території, над якими ведуться монтажні роботи.

До третьої групи належать зони, які виникають на термін тривалістю до однієї робочої зміни.

**Зони з постійно діючими небезпечними виробничими чинниками** для того, щоб уникнути доступу сторонніх осіб, повинні бути захищені огороженнями (ГОСТ 23407-78), що запобігають доступу людей у небезпечну зону. Зони з потенційно і тимчасово діючими небезпечними виробничими факторами відгороджуються сигнальними огороженнями, що попереджають про межі ділянок з небезпечними і шкідливими чинниками.

Постійні небезпечні зони мають бути вказані на будгенплані ППР.

Постійні і тимчасові небезпечні зони мають бути позначені огороженнями, виконаними згідно з вимогами ГОСТів 23407-78, 12.4.059-78.

**Огороження за функціональним призначенням**, згідно з ГОСТом 23407-78, поділяють на:

- *захисно-охоронні* — призначені для запобігання доступу сторонніх осіб на територію будівельного майданчика і забезпечення охорони матеріальних цінностей будівництва; висота їх має бути 2 м;
- *захисні* — призначені для запобігання доступу сторонніх осіб на територію з небезпечними і шкідливими виробничими чинниками; висота їх: без козирка — 1,6 м, для дільниць

виконання робіт — 1,2 м; вони мають бути суцільними, розрідженими (відстань у світлі між деталями заповнення панелей — 80—100 мм); повинні складатися зі стінок і двох горизонтальних елементів, пофарбованих у жовтий сигнальний колір за ГОСТом 12.4.026-76;

- *сигнальні* — призначені для попередження про межі території виробництв з небезпечними та шкідливими виробничими факторами; висота їх має бути 0,8 м, вони повинні складатися з одного горизонтального елемента і каната, мотузки, дерев'яного бруска, закріпленого на стінках з максимальним кроком — 6 м; пофарбовані за ГОСТом 12.4.026-76.

ГОСТ 12.4.059-78 встановлює вимоги до захисних огорожень, призначених для запобігання падіння людей з висоти, які повинні складатися зі стояків висотою 1,1 м, поручня, проміжного горизонтального елемента і бортової дошки висотою не меншою за 0,15 м, а фарбування — за ГОСТом 12.4.026-76.

При проведенні будівельно-монтажних робіт у небезпечних зонах варто здійснювати комплекс заходів, що забезпечують безпеку робіт.

На будівельному майданчику значне місце посідає травматизм, що виникає від падіння предметів (будматеріалів, конструкцій) з висоти споруджуваного будинку (споруди). Важливою запорукою скорочення травматизму є правильне визначення розмірів небезпечної зони, безпечна організація робіт. У небезпечну зону входить простір, що примикає безпосередньо до споруджуваного об'єкта і розташований за його периметром. Правильне визначення розмірів небезпечної зони має велике значення при будівництві об'єктів підвищеної поверховості в населених пунктах, де площа будівельного майданчика обмежена і насичена різними конструкціями, матеріалами, механізмами і машинами. Величина небезпечної зони залежить від висоти будинку і визначається за табл. 1 СНіП III-4-80.

Наведемо норми і засоби визначення небезпечних зон, які найчастіше утворюються на будівельному майданчику.

Для робіт, що виконуються на висоті над відкритим простором, небезпечною зоною вважають відкритий простір, який знаходиться під робочим місцем. Його межі визначають за горизонтальною проекцією площі  $S$ , збільшеної на безпечну відстань  $P$ , але не має бути меншою за 2 м, яка визначається за формулою:

$$P = 0,3 H, \quad (1.8)$$

де  $P$  — відстань від межі горизонтальної проекції, м;  $H$  — висота, на якій проводяться роботи, м.

Границя небезпечної зони в стріловидного крана визначається з урахуванням відльоту конструкції при розриві гілки стропа:

$$R = r + S_1, \quad (1.9)$$

де  $R$  — радіус небезпечної зони, м;  $r$  — радіус максимального обертання стріли крана, м;  $S_1$  — відстань відльоту конструкції при падінні на землю, м:

$$S = \sqrt{H[l(1 - \cos \varphi) + a]}, \quad (1.10)$$

де  $H$  — відстань від землі до піднятої конструкції, м;  $l$  — довжина стропа, м;  $\varphi$  — кут між стропом і вертикальною віссю;  $a$  — відстань від центру ваги конструкції до краю більшої сторони, м.

Відстань відльоту конструкції можна визначити і за табл. 1 СНіП III-4-80.

Для підвищення безпеки робіт проведені дослідження з визначення величини небезпечної зони залежно від висоти будинку, що споруджується, і відльоту конструкції при обриві гілок стропа з урахуванням розльоту сколок:

$$P = 0,118 H + 2,3, \quad (1.11)$$

де  $P$  — величина небезпечної зони навколо будинку, який споруджується, м;  $H$  — висота об'єкта, який споруджується, чи відстань від землі до піднятої конструкції, м.

Небезпечною зоною при роботі баштового крана буде вільний простір, у якому здійснюватимуться робочі і холості переміщення стріли з урахуванням відстані по горизонталі до ймовірного місця падіння конструкції при обриванні петлі. Ця відстань має бути: при максимальній кількості підйому вантажу до 20 м — не менше 7 м, при висоті до 100 м — не менше 10 м, а при більшій висоті — за проектом виконання робіт.

При роботі баштового крана небезпечною зоною буде весь той простір, у якому відбуваються чи можуть відбуватися робочі і холості переміщення крана та його елементів.

Ширина небезпечної зони в плані, м:

$$R_1 = 2R + C, \quad (1.12)$$

де  $C$  — ширина колії, м.

Довжина небезпечної зони в плані, м:

$$R_2 = L + 2R_1, \quad (1.13)$$

де  $L$  — довжина підкранової колії, м.

Небезпечна зона при роботі екскаватора  $R_e$  з прямою лопатою визначається з боку забою за формулою:

$$R_e = R_k + b, \quad (1.14)$$

де  $R_k$  — найбільший радіус копання, м;  $b$  — відстань від верха забою до проєкції лінії кута природного відкосу ґрунту, м.

З протилежного боку небезпечна зона визначається найбільшим радіусом копання, але є не меншою за 5 м. Під час завантаження ґрунту перебувати людям між екскаватором і транспортними засобами не дозволяється.

Кут нахилу стінки забою повинен дорівнювати куту природного відкосу ґрунту, стійкість якого необхідно періодично перевіряти. При роботі екскаватора не можна виконувати будь-які інші роботи з боку забою і перебувати людям у радіусі дії екскаватора плюс 5 м. Перед роботою екскаватори встановлюють на заздалегідь підготовленому майданчику і закріплюють упорами для запобігання мимовільного переміщення. Під час перерв у роботі стрілу одноковшового екскаватора необхідно відвести убік від забою, а ківш опустити на ґрунт.

Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів машин визначаються відстанню до 5 м, якщо інші підвищені вимоги відсутні в паспорті чи інструкції заводу-виробника.

При переміщенні і роботі машин поблизу котлованів, траншей, канал тощо створюється небезпечна зона через можливість обвалення ґрунту. Тому в ППР повинні бути вказані місця зупинки, роботи і переміщення машин за межами призми обвалення. Якщо ж у ППР немає відповідних вказівок, то майстер сам повинен визначити мінімально допустиму відстань по горизонталі від основи неукріпленого відкосу виїмки до найближчих опор машини (табл. 3 СНіП III-4-80):

$$l_1 = ah, \quad (1.15)$$

де  $a$  — коефіцієнт;  $h$  — глибина виїмки, м.

Значення коефіцієнта  $a$  для виїмок глибиною до 5 м змінюються від 1,5 до 1,2 (піщаний ґрунт); від 1,25 до 1,06 (супіщаний



грунт); від 1 до 0,95 (суглинний ґрунт); від 1 до 0,70 (глинистий ґрунт).

Небезпечна зона при монтажі конструкцій, яка виникає на верхніх поверхах, визначається при вертикальній прив'язці крана.

У цьому випадку необхідно враховувати мінімально допустиму відстань:

- від крила крана або противаги до монтажного горизонту — 2 м;
- від стріли крана або противаги до найближчого елемента будівлі по горизонталі — 1 м;

Небезпечні умови виникають при розташуванні стрілових кранів та інших будівельних машин поблизу котлованів і траншей (рис. 1.1).

Допустима безпечна відстань від найближчої опори до підосви відкосу виїмки (котлована, траншеї, канами) визначається за СНіПом III-4-80.

Нижній край баластної призми підкранового шляху при його встановленні біля краю виїмки має бути розміщений від підосви (низу) відкосу виїмки на відстані не меншій за 1,5 глибини виїмки плюс 400 мм (для піщаних і супіщаних ґрунтів) і не меншій за глибину виїмки плюс 400 мм (для глиняних ґрунтів).

При розташуванні виїмок з торців підкранового шляху виконуються ті ж самі вимоги.

Небезпечна зона підйомника охоплює простір можливого падіння вантажу, що піднімається: для споруд висотою до 20 м — не менше 5 м від платформи підйомника в плані, а для споруд більшої висоти —  $0,25H$ , де  $H$  — висота споруди.

Якщо на будівельному майданчику проходить лінія електропередачі, то необхідно встановити величину охоронної зони. Згідно з ГОСТом 12.1.013-78, під охоронною зоною вздовж повітряних ліній електропередачі розуміють ділянку землі, розташовану між вертикальними площинами, що проходять через прямі, які стоять від крайніх проводів на відстані для ліній напругою до 1 кВ — 2 м; від 1 до 20 кВ — 10 м; 35 кВ — 15 м; 110 кВ — 20 м; від 150 до 220 кВ — 25 м; від 330 до 500 кВ — 30 м; 700 кВ — 40 м.

Якщо будівельні машини працюють в охоронній зоні при незнятій з повітряної лінії електропередачі напрузі чи біля неогороджених неізолюваних частин електроустановок, слід визначити величину небезпечної зони. Тут під небезпечною зоною розуміють

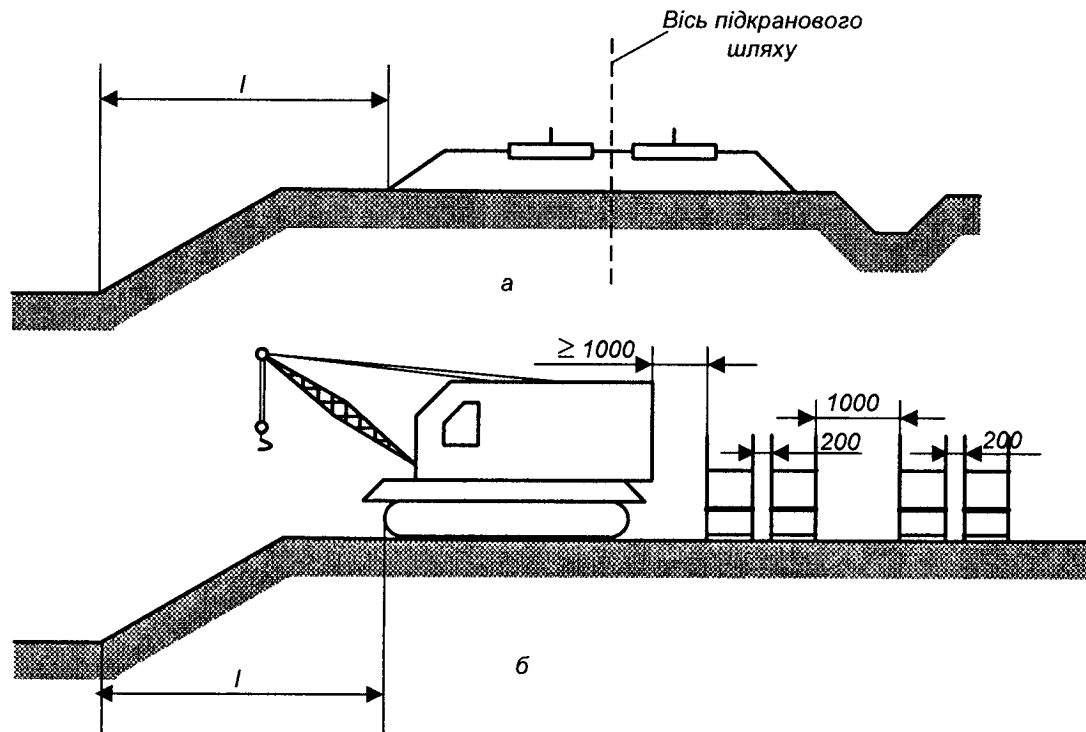


Рис. 1.1. Схеми встановлення будівельних кранів поблизу відкосу котлована:  
 а — бакеного; б — стрілкового

відстань від верхньої частини машини, конструкції, устаткування в будь-якому його положенні до нижнього проводу, що знаходиться під напругою. Величина небезпечної зони залежить від напруги і дорівнює: при нарузі до 1 кВ — 1,5 м; від 1 до 20 кВ — 2,0 м; від 35 до 110 кВ — 4,0 м; від 150 до 220 кВ — 5,0 м; 330 кВ — 6,0 м; від 500 до 750 кВ — 9,0 м.

Робота будівельних машин під проводами повітряної лінії електропередачі, що знаходяться під напругою 110 і більше кВ, допускається, якщо відстань від верхньої частини піднімальної машини чи вантажу в будь-якому положенні до проводів не менше величин, приведених для небезпечної зони (ГОСТ 12.1.013-78; СНіП III-4-80).

На території будівельного майданчика встановлюють вказівники джерел пожежного водопостачання і первинних засобів пожежогасіння, а також вивішують плакати із пожежної безпеки і попереджувальні написи.

За наявності шкідливих речовин у повітрі межі небезпечної зони визначаються вмістом речовини, яка більша за граничнодопустимі концентрації.

Своєчасне визначення небезпечних зон, устрій відповідних огорожень, правильна організація робіт забезпечують безпечну роботу на будівельному майданчику.

## **1.5. Збереження та складування матеріалів і виробів**

Організація складальної ділянки на будівельному майданчику повинна здійснюватися згідно з вимогами, передбаченими ГОСТом 12.3.009-76, СНіПом III-4-80, протипожежними нормами, проектами організації виробництва і проведенням робіт, у яких установлені розміри між складувальними приміщеннями і розміри майданчиків складів для кожного виду будівельних матеріалів, деталей і обладнання.

Проектом організації робіт повинно передбачатися збереження матеріалів і виробів на будмайданчику в мінімально можливих кількостях. Розміщення складів якнайближче до центрів споживання й оснащення їх механізацією дозволяє знизити кількість вантажно-розвантажувальних операцій і організувати безпечне складування.

Згідно з ГОСТом 12.3.009-76 і СНіПом III-4-80, майданчики, призначені для збереження будматеріалів і вантажно-розвантажувальних робіт, повинні бути спланованими, мати твердий ґрунт, здатний сприймати проектне навантаження від вантажів і підйомно-транспортних засобів.

У відповідних місцях устанавлюються написи “В’їзд”, “Виїзд”, “Розворот” тощо. На майданчиках для укладання вантажів повинні бути позначені границі штабелів, переходів і проїздів між ними. Не дозволяється розміщувати вантажі в переходах і проїздах. У зимовий час територію майданчика очищають від снігу і льоду.

Для тимчасового зберігання матеріалів, конструкцій та обладнання організовуються відкриті, напівзакриті і закриті склади. Найбільш небезпечними є відкриті склади, розташовані в зоні дії монтажного крану.

Способи укладання вантажів повинні забезпечувати: безпеку працюючих; стійкість штабелів, пакетів; механізацію вантажно-розвантажувальних робіт; можливість застосування засобів захисту і пожежної техніки; дотримання вимог до охоронних і небезпечних зон.

У штабелі укладають вироби однієї мірки піднімальними петлями нагору. Позначення на виробах повинні бути направлені в бік переходу чи проїзду. Для забезпечення стійкості штабеля, запобігання його обваленню і травмуванню людей прокладки розраховують на зминання за формулою:

$$mR \geq \left( \frac{Q}{nlb} \right) 98066,6, \quad (1.16)$$

де  $R$  — розрахунковий опір деревини на стискання і зминання, Па;  $Q$  — маса штабеля, кг;  $n$  — число прокладок у ряді;  $l$  — довжина прокладок, см;  $b$  — ширина прокладок, см.

Нижній ряд прокладок може знаходитися в умовах підвищеної вологості, тому вводиться коефіцієнт умов роботи  $m = 0,85$ . Між штабелями (стелажми) на складах повинні бути переходи шириною не менше 1 м і проїзди, ширина яких забезпечує проходження транспортних засобів і проведення вантажно-розвантажувальних робіт з урахуванням засобів механізації.

При розвантаженні та укладанні перед навантаженням у вагони матеріалів і устаткування поблизу залізничних колій відстань між вантажем і найближчою до нього рейкою повинна бути не

меншою ніж 2 м при висоті штабеля до 1, 2, а при більшій висоті — не меншою ніж 2,5 м. Забороняється вивантажувати вантаж на рейкові колії і міжколійя, а також захаращувати їх будь-якими предметами. Вивантажені матеріали потрібно негайно переміщувати на місце зберігання.

**Складування збірних конструкцій, лісоматеріалів і столярних виробів.** При складуванні збірних конструкцій і виробів на складі в монтажній зоні необхідно дотримуватись:

- технологічної послідовності монтажу збірних конструкцій;
- правил і норм укладання конструкцій у штабелі;
- розмірів переходів і проїздів між штабелями конструкцій.

За засобом зберігання збірні залізобетонні конструкції і вироби поділяються на такі, що зберігаються у вертикальному положенні (панелі внутрішніх стін, вентиляційні та димовентиляційні блоки, стінні панелі тощо), і на такі, що складуються в штабелях у горизонтальному положенні (фундаментні блоки, плити перекриття, сходові марші і майданчики, балконні плити, залізобетонні прогони, балки, ригелі, колони тощо).

Для зберігання плоских виробів у вертикальному положенні застосовують спеціальні пристосування — касети, а вироби, які зберігаються в похилому положенні, складують у піраміди. Касети і піраміди в межах захвату розміщують так, аби кожна секція касет (пірамід) дозволяла встановлювати стінні панелі у напрямку об'єкта, що будується. Розривів і переходів між касетами не роблять. Піраміди, встановлювані на складських майданчиках у поперечному напрямку відносно стін будівлі, повинні мати розриви для переходу між ними.

Особливі вимоги висуваються до зберігання збірних залізобетонних елементів промислових споруд. Складування стінних панелей і залізобетонних ферм показано на рис. 1.2.

Матеріали, вироби, прилади й устаткування при зберіганні їх на будівельному майданчику необхідно укладати таким чином:

- цеглини: в пакетах на піддонах — не більше ніж у два яруси, в контейнерах — в один ярус, без контейнерів — висотою не більше 1,7 м;
- палі — ярусами висотою не більше 2 м, розсортованими за марками і направленими вістрям в один бік;

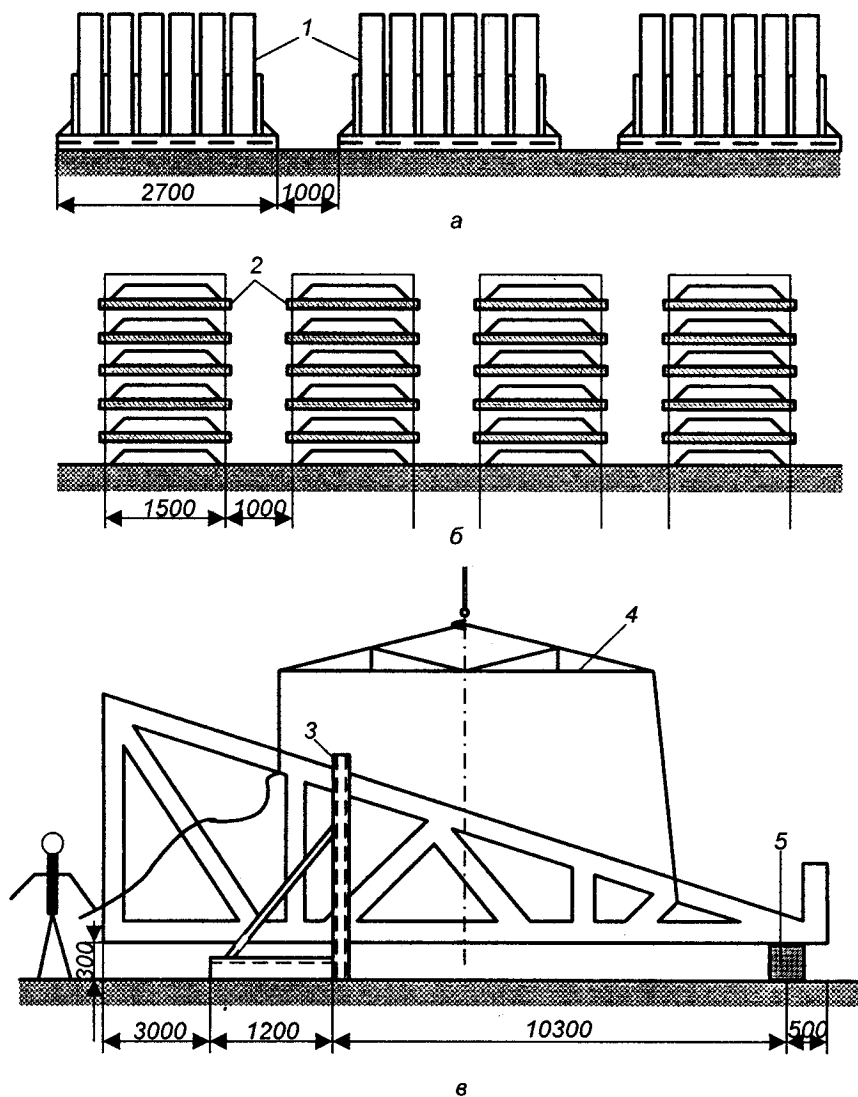


Рис. 1.2. Складування залізобетонних конструкцій промислових будівель: а — стінні панелі в касетах; б — плити покриття; в — напівферми в касетах; 1 — стінні панелі; 2 — дерев'яні прокладки; 3 — касета; 4 — траверса; 5 — дерев'яна підкладка

- фундаментні блоки і блоки стін — у штабель на підкладках і прокладках висотою не більше 2,6 м;
- стінні панелі — в касети або в піраміди;
- перегородні панелі — в касети вертикально (рис. 1.3);
- стінні панелі — в штабелі у два яруси на підкладках і прокладках;
- плити покриття — у штабель висотою не більше 2,5 м на підкладках і прокладках;
- блоки сміттепроводів — у штабель висотою не більше 2,5 м;
- санітарно-технічні і вентиляційні блоки — в штабель висотою не більше 2,5 м на підкладках і прокладках;
- ригелі і колони — в штабель висотою до 2 м на підкладках і прокладках;
- залізобетонні кільця — в штабель з перев'язкою висотою до 2,2 м;
- плиткові матеріали — в стопи висотою до 1 м (рис. 1.4, а).

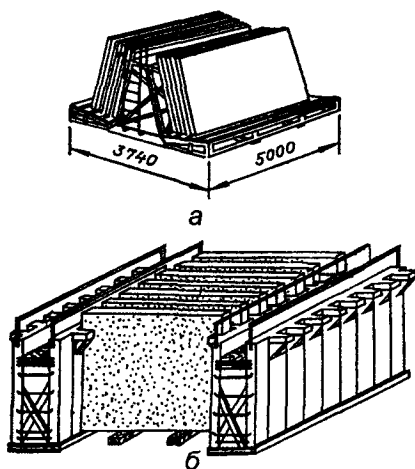


Рис. 1.3. Складування стінних панелей: а — складування в піраміди; б — складування в касети

**Лісоматеріали і столярні вироби.** Небезпека складів лісоматеріалів і столярних виробів, що зберігаються або виготовляються на будівельному майданчику, визначається легкістю запалювання деревини, особливо роздробленої (тріска, стружка), і швидкістю розвитку пожежі.

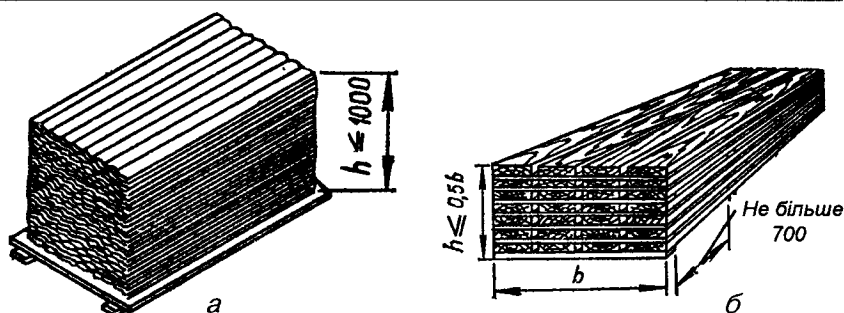


Рис. 1.4. Складування: *a* — азбестоцементних листів, *б* — лісоматеріалів

Ділянка, на якій розташовані склади лісоматеріалів, повинна бути очищеною від сухої трави, бур'яну, кори та тріски. Круглий ліс укладають у штабелі заввишки не більше 1,5 м з прокладкою між рядами й установкою упорів проти розкочування колод.

При укладанні пиломатеріалів у штабелі їх висота (якщо це рядове укладання) не повинна перевищувати половини ширини штабеля, а при укладанні в клітки — не більше ширини штабеля. При укладанні штабелів групами між ними залишають проходи шириною 2 м. Кожна група може складатися не більше ніж із 12 штабелів, причому довжина групи не повинна перевищувати 50 м, а ширина — 12 м. Протипожежний розрив між групами штабелів повинен бути не меншим ніж 25 м (табл. 1.1).

**Таблиця 1.1. Протипожежні розриви між відкритими витратними складами лісоматеріалів і будівлями, спорудами на будівельному майданчику**

Місткість складу, м <sup>3</sup>	Розриви, м, від складу до будівель або споруд при ступені вогнестійкості		
	I—II	II—III	IV—V
Менше 1000	12	15	21
Від 1000 до 10 000	15	24	30

Примітки:

1. Якщо на складі зберігають пиломатеріали, розриви до будівель IV і V ступенів вогнестійкості збільшують на 25 %.

2. Подані протипожежні розриви застосовуються також і для складів столярних виробів, розташованих під навісами.



У приміщеннях для зберігання столярних виробів допускається застосування такого електроустаткування: проводка в сталевих трубах (відкрите прокладення ізольованих дротів може бути допущене тільки по ізоляторах); світильники захищеного типу (наприклад, Універсаль-V) або ущільненого виконання (наприклад, Універсаль-VII-03, глибинновипромінювач ГП-04).

Винесення рубильників за межі приміщення складу обов'язкове.

Інші матеріали і вироби складують з урахуванням таких вимог:

- дрібносортний метал — на стелажах висотою не більше 1,5 м;
- нагрівальні прилади у вигляді окремих секцій або в зібраному вигляді — в штабель висотою не більше 1 м;
- великогабаритне і важке устаткування — в один ряд на підкладках;
- скло в ящиках і рулонний матеріал — вертикально в один ряд на підкладках;
- бітум — у щільну тару, що робить неможливим його розтікання, або в спеціальні ями з пристроєм надійного обгороджування;
- матеріали теплоізоляційні — в штабель висотою до 1,2 м зі зберіганням у сухому закритому приміщенні;
- сходові марші — рівнями вгору, штабелі не більше 6 рядів, прокладки і підкладки вздовж маршів на відстані 0,15 м від їх країв;
- сходові майданчики — штабелями не більше 4 рядів на підкладках і прокладках, на відстані 0,3 м від торців;
- карнизні плити — штабелями в 5—6 рядів;
- віконні і дверні блоки — у спеціалізованих контейнерах у вертикальному положенні, розсортованими за типами і розмірами;
- паркетні вироби — в опалювальних приміщеннях, розсортованими за типами, розмірами і породами деревини, в пачках, укладених у штабелі висотою до 1,5 м.

**Складування труб, металоконструкцій і металовиробів.** Труби, металоконструкції, крупносортовий і листовий метал необхідно складувати таким чином:

- труби діаметром до 300 мм — у штабель висотою до 3 м на підкладках і прокладках із кінцевими стопорами, які запобігають розкочуванню (рис. 1.5, а);

- труби діаметром більше 300 мм — у штабель висотою до 3 м у сідло без прокладок (рис. 1.5, б). Нижній ряд труб повинен бути укладений на підкладки, зміцнений інвентарними металевими черевиками або кінцевими упорами, надійно закріпленими на підкладках;
- труби чавунні — у штабель висотою до 1 м;
- чорні прокатні метали (листова сталь, швелери, двотаврові балки, сортова сталь) — у штабель висотою до 1,5 м з підкладками і прокладками.

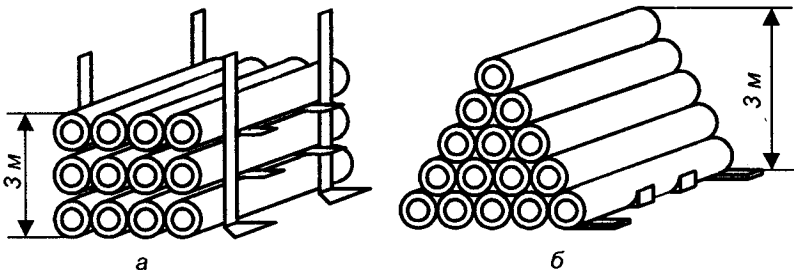


Рис. 1.5. Складування труб: а — діаметром відповідно до 300; б — діаметром більше 300 мм

У кожному штабелі або стелажі необхідно зберігати метал одного профілю, однакових марок і розмірів, що дозволяє брати метал послідовно з верхньої частини штабеля, не перекладаючи його. При укладанні металу необхідно забезпечувати стійкість штабеля, а також зручний прохід до нього і подачу транспортних засобів, простоту й надійність строповки металу.

Для зручної строповки металу на всю ширину штабеля укладають прокладки висотою не менше 12 см, забезпечуючи вільне введення в отвір між рядами вантажозахоплюючих пристосувань.

Взірцеві схеми укладання металовиробів наведені на рис. 1.6.

Технологічне устаткування і деталі до нього складують, як і інші збірні конструкції, згідно з послідовністю їхнього монтажу на інвентарні дерев'яні прокладки перетином  $20 \times 16$  або  $15 \times 10$  см.

**Зберігання сипких матеріалів.** Штабелі піску, гравію, щебеню й інших сипких матеріалів повинні мати відкоси крутизною, що відповідає куту природного відкосу певного виду матеріалу або обгороджування у вигляді міцних підпірних стін (табл. 1.2). Аби уникнути обвалення, кут природного відкосу необхідно зберігати

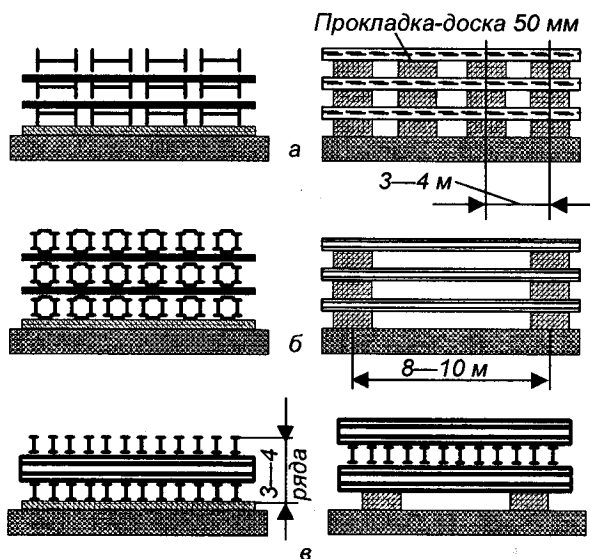


Рис. 1.6. Схеми укладання металовиробів: а — балки і колони, укладені навзнаки; б — дворозгалужені колони; в — балки (двутаври)

Таблиця 1.2. Величини кутів природного відкосу найпоширеніших сипких будівельних матеріалів

Матеріали	Значення кута, градуси	
	у стані спокою вантажу	при переміщенні вантажу
Гіпс дрібний шматковий	40	28
Глина суха, дрібношматкова	50	35
Гравій округлий	30—45	21—30
Валняк дрібношматковий	40—45	28—30
Крейда порошкоподібна суха	40	28
Тирса дерев'яна	39	27
Пісок сухий	30—35	21—24
Цемент сухий	40	28
Шлак вугільний	35—50	24—35
Щебінь сухий	35—45	24—30

при кожній зміні кількості зберігаючих матеріалів. Забороняється відбір матеріалів із штабеля способом підкопу.

Пилоподібні матеріали потрібно зберігати в силосах, бункерах, скринях та інших закритих ємностях, вживаючи заходів проти розпилення в процесі завантаження і вивантаження. У бункери і силоси робітники можуть спускатися тільки в спеціальній люльці за допомогою лебідки і наявності наряду-допуску, підписаного головним інженером будівельно-монтажної організації.

**Зберігання токсичних і легкозаймистих речовин.** Підвищені вимоги безпеки висуваються до зберігання в умовах будівельного майданчика токсичних матеріалів і речовин, що мають шкідливі і небезпечні властивості.

Отруйні речовини дозволяється зберігати тільки в окремих, закритих, добре провітрюваних, сухих, затемнених приміщеннях, віддалених від житла, їдалень, питних колодязів і водоймищ. На входах і в самих приміщеннях вивішуються попереджувальні написи і спеціальні знаки, які вказують на небезпеку вживаних матеріалів.

Кислоти (соляна, сірчана, карболова тощо) у зв'язку з високою небезпекою (можливістю опіків, отруєнь) зберігають у скляних обплетених бутлях, встановлених на підлозі в один ряд. На кожний бутель прикріплюють етикетку з назвою кислоти та її концентрацією. Порожні бутлі з-під кислот зберігають у таких же умовах, як і наповнені. Корзини для упакування бутлів повинні мати ручки для зручного перенесення і безпеки навантажувально-розвантажувальних операцій.

Кислоти концентрацією до 22 % зберігають тільки при позитивній температурі, оскільки при негативній бутель може розірватися.

Кислоту з бутлів необхідно виливати примусовим нахилом за допомогою спеціальних пристроїв. При цьому руки повинні бути захищені гумовими кислотостійкими рукавичками, а очі — окулярами. Для запобігання розбризкуванню кислоти при переливанні на шийку бутлів одягають спеціальні насадки.

Склади для зберігання кислот, як правило, забезпечують нейтралізаторами. При нейтралізації кислоти, що розлилася, дозволяється працювати тільки в протигасах з одночасним провітрюванням приміщення складу. На складі також має бути запас піску і золи, якими посипають місця розливу для запобігання від розтікання кислот по поверхні підлоги.

Лакофарбові матеріали, що мають шкідливі домішки, зберігають у герметично закритій тарі. Зовнішню поверхню тари і робочий посуд з-під лаків і фарб необхідно ретельно очищати.

Особливо обережними необхідно бути при зберіганні фенолу. Його потрібно тримати в скляному посуді або в сталевих бочках.

Хлорне вапно зберігають у стандартній тарі, що щільно закривається, в сухому закритому провітрюваному приміщенні окремо від мастил, олій, балонів з газами. Температура повітря на складі повинна бути не нижчою за 10 °С і не вищою за 20 °С.

Бензол можна зберігати тільки в металевій тарі, що герметично закривається, під навісом або в приміщеннях, обладнаних точно-витяжною вентиляцією.

Якщо в одному приміщенні зберігаються різні токсичні речовини, етикетки повинні бути забарвлені в різні кольори.

Аміачну кислоту слід зберігати під навісом у герметично закритому посуді, що має оболонку теплоізоляції.

Резервуари для зберігання рідкого скла повинні бути закриті надійними кришками, а підземні сховища ще й захищеними.

Пальні і легкозаймисті рідини (гас, бензин тощо), а також мастила потрібно зберігати в приміщеннях з конструкцій, що не загоряються, або заглиблених у землю з дотриманням правил пожежної безпеки. Забороняється зберігати і переносити летючі або легкозаймисті рідини у відкритій тарі.

Наливати і видавати легкозаймисті рідини дозволяється тільки в тару, що герметично закривається, за допомогою насосів через мідну сітку.

Забороняється наливати бензин за допомогою сифона (з відсмоктуванням ротом).

На тарі, в якій зберігається або транспортується етилований бензин, повинні бути написи масляною фарбою: "Етилований бензин. Отрута".

Перекачування, приймання і відпускання етилованого бензину, а також заправлення ним двигунів повинні бути механізованими.

Для етилованого та неетилованого бензину на складах пального повинні бути окремі місткості і бензопроводи.

Порожню тару з-під бензину й інших легкозаймистих рідин, а також з-під отруйних речовин потрібно закупорювати і зберігати на спеціально відведеному майданчику, віддаленому від місця виробництва робіт, згідно з вимогами чинних протипожежних норм.

Забороняється зварювання, паяння металевої тари з-під горючих рідин і отруйних речовин до її повного знешкодження.

Тканини, які використовують для витирання етилованого бензину та інших отруйних рідин, після вживання треба складувати в тару, що щільно закривається, і зберігати у відповідних місцях, не допускаючи їхнього скупчення, після чого знищувати.

Відходи горючих будівельних матеріалів (дерев'яні стружки і тирса, пакля) з будівельного майданчика щодня поміщують у спеціально відведені місця, розташовані на відстані не менше 50 м від будівель і споруд.

Дерев'яні відходи в кількості, що не перевищує тридобового надходження їх із ділянок будівництва, можна тимчасово зберігати безпосередньо на будівельно-монтажному майданчику на відстані не ближче 30 м від основних будівель, що будуються, та тимчасових підсобних будівель і споруд.

Складування тирси, тріски або рейок повинно бути роздільним, причому тирсу зсипають у спеціально відведені місця або ящики. Інші відходи, у тому числі і тканини, просочені маслом, складують окремо від деревних відходів.

## 1.6. Відстань будівель, споруд від смуг озеленення території підприємства

У табл. 1.3 наведені розміри відстаней від будівель і споруд до зони озеленення.

Таблиця 1.3. Відстань від будівель і споруд до зони озеленення, м

Назва об'єкта	До осі стовбурів дерев	До чагарників
Від зовнішніх стін будівель	5,0	1,5
Від кюветів або автошляхів	2,0	1,0
Від огорожі висотою 2 м і більше	4,0	1,0
Від підземних споруд:		
газопроводів	2,0	2,0
теплопроводів	2,0	1,0
водопроводу і каналізації	1,5	—
електрокабеля	2,0	0,5
Від залізничних шляхів	5,0	3,5
Від тротуару	0,75	0,5

Крім того, регламентують такі параметри зелених територій, м:

— відстань між стовбурами дерев у ряду	— 4—6
— ширина зелених насаджень різних видів, м:	
дерева в один ряд	— 2
дерева в два ряди	— 5

Смуги:

низькорослого чагарника	— 0,8
середньорослого чагарника	— 1,0
великого чагарника	— 1,2
газон	— 1,0

Для зменшення запиленості і загазованості вільні від забудови території рекомендується засівати травами.

## 1.7. Санітарні і протипожежні розриви між будівлями та спорудами підприємства

При розміщенні будівель на генеральному плані необхідно забезпечити виконання всього обсягу заходів, які перешкоджають поширенню вогню і шкідливих виділень по території підприємства і населених місцях.

Часто помилково обирають завищену величину розривів між об'єктами, аргументуючи тим, що його збільшення зменшує небезпеку перекидання вогню з об'єкта, що горить, на сусідній, а також значно зменшує дію теплового випромінювання з поверхні, яка горить. Розриви між будівлями є також проїздом для пожежних машин. При широких розривах значно полегшується маневрування і бойова робота пожежних підрозділів, покращуються умови для механізації важких і трудомістких робіт у зоні складського господарства, поліпшуються гігієнічні умови праці, знижується несприятливий вплив шкідливих виробничих виділень.

Однак, через збільшення розривів виникають додаткові витрати у зв'язку з необхідністю продовження доріг, водопровідних ліній, каналізації, газової, теплової та електричної мереж, ускладнюється обслуговування території і її охорона. Тому санітарні і протипожежні розриви необхідно обирати згідно з нормами.

Основним показником, що визначає величину протипожежних розривів, є ступінь вогнестійкості будівель і споруд. Отже, перш

ніж розпочати складання генерального плану, необхідно встановити ступінь вогнестійкості будівлі. Величина санітарних розривів між будівлями, що освітлюються через віконні отвори, повинна бути не меншою за найбільшу висоту до карниза будівель навпроти. Між окремими корпусами будівель з напівзамкнутим двором розрив приймають таким, що дорівнює півсумі висот будівель навпроти, але має бути не меншим за 15 м. А за відсутності шкідливих виділень у простір — не меншим за 12 м. Між найближчими корпусами будівель із замкненим з усіх сторін двором санітарний розрив повинен бути не меншим за висоту найвищої з навколишніх дворових будівель, але і не меншим за 20 м.

Відкриті склади вугілля, а також найбільш небезпечні і шкідливі виробництва повинні розташовуватися від виробничих будівель не менше як за 20 м, від побутових приміщень — за 25 м, від допоміжних будівель — 50 м. Ці розриви повинні бути озелененими.

При визначенні розривів між будівлями зіставляють вимоги санітарної і пожежної безпеки. Якщо санітарні розриви є меншими порівняно з протипожежними, застосовують протипожежні розриви.

Розриви між будівлями, в яких розташоване вкрай шумне устаткування (формовочні пости з рівнями шуму більше за 90 дБА), і сусідніми диктуються потребою пониження шуму до допустимих значень.

Якщо джерело шуму розташоване в приміщенні, а розрахункові точки — на території і шум в атмосферу проникає через захисні конструкції, очікувані рівні звукового тиску в розрахунковій точці  $L_i$  визначаються окремо для кожного елемента огороження (стіни, перекриття, вікна, двері отвори тощо), через який проникає шум, за формулою:

$$L_i = L_{p\text{ сум}} - \Delta L_{pi} - 201gr_i - (\beta_a r_i / 1000) - 5, \text{ дБ}, \quad (1.17)$$

$$L_{p\text{ сум}} = 101g \sum_{k=1}^m 10^{0,1L_{pk}}, \quad (1.18)$$

де  $L_{p\text{ сум}}$  — сумарний октавний рівень звукової потужності всіх джерел шуму, що знаходяться в приміщенні дБ;  $r_i$  — відстань від джерела шуму до розрахункової точки, м;  $\Delta L_{pi}$  — зниження рівня звукової потужності по шляху поширення звуку, дБ;  $m$  — загальна кількість джерел шуму в приміщенні;  $L_{pk}$  — октавний рівень звукової потужності, що виходить з кожного джерела шуму, дБ;



$$\Delta L_{pi} = 101g\beta_a - 101gS_i, \quad (1.19)$$

де  $i$  — номер джерела;  $\beta_a$  — загасання звуку в атмосфері, дБ/км приймається за табл. 1.4;  $S_i$  — площа огороження, що розглядається, або окремого елемента огороження, через яке шум проникає в атмосферу, м<sup>2</sup>;  $R_i$  — звукоізолююча здатність огороження, що розглядається, або елемента огороження, через яке шум з приміщення проникає в атмосферу.

Таблиця 1.4. Загасання звуку в атмосфері

Середньо-геометричні частоти, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\beta_a$ , дБ/км	0	0,7	1,5	3	6	12	24	48

Примітка. При відстані  $r_i < 50$  м загасання в атмосфері не враховується.

## 1.8. Санітарно-захисні зони

Підприємства і споруди, технологічні процеси, в яких є джерела виділення в довкілля шкідливих речовин, підвищених рівнів шуму, вібрації, електромагнітних хвиль, іонізуючих випромінювань тощо необхідно відділяти санітарно-захисними зонами (СЗЗ) від житлової забудови. Вказані об'єкти поділяють на 5 класів, кожний з яких має чітко обмежений розмір СЗЗ (табл. 1.5).

Таблиця 1.5. Розмір санітарно-захисних зон

Підприємство	Клас підприємства	Ширина санітарно-захисної зони, м
Металообробна промисловість	IV	100
Виробництво будівельних матеріалів і залізобетонних виробів	IV	100
Виробництво шлаковати	III	300
Виробництво пластмаси з целюлози	II	500
Виробництво оліфи	III	300
Виробництво асфальтобетону	III	300
Виробництво толо і рубероїду	III	300
Виробництво цегли	IV	100

Більшість виробництв будівельної індустрії належить до IV класу виробничої шкідливості, а це допускає їх розміщення на відстані 100 м від житлової забудови і не регламентує їх розташування відносно сусідніх виробництв.

Рівні звуку на кордонах територій заводів будівельної індустрії досягають 90—95 дБА. Тому необхідно враховувати і чинник шуму, який екологічно несприятливо діє на розташовану поблизу житлову забудову або підприємство. Проводити розрахунок ширини санітарної зони за чинником шуму необхідно в такій послідовності:

1. Визначають (користуючись довідковою літературою або методом натурних вимірювань) характеристики джерел шуму. Це можуть бути рівні звуку  $L_{oi}$ , дБА, визначені на відстані  $r_{oi}$ , м:

$$i = 1 \div n, \quad (1.20)$$

де  $i$  — номер джерела шуму;  $n$  — кількість джерел шуму.

2. Територію об'єкта приводять до прямокутної форми з розмірами сторін  $a$  і  $b$ , м, і визначають її площу:

$$S = a \times b, \text{ м}^2 \quad (1.21)$$

3. У геометричному центрі, викресленому в масштабі території об'єкта, розмішують початок системи координат  $X, Y$  і визначають координати джерел шуму  $(X_j; Y_j)$ , м, і розрахункових точок  $(X_j; Y_j)$ , м:

$$j = 1 \div m, \quad (1.22)$$

де  $m$  — число розрахункових точок.

4. Визначають відстані між джерелами шуму і розрахунковими точками  $r_{ij}$ , м.

5. Величину рівня звуку в кожній розрахунковій точці від кожного джерела визначають за формулою:

$$L_{ii} = L_{oi} - \Delta L_{pi} - 201gr_i / r_{oi}, \text{ дБА}, \quad (1.23)$$

$$L_i = L_{p_{сум}} - \Delta L_{pi} - 201gr_i - (\beta_a r_i / 1000) - 5, \text{ дБ}, \quad (1.24)$$

6. Методом енергетичного підсумовування визначають сумарні рівні звуку в кожній розрахунковій точці від усіх джерел:

$$L_j = 101g \sum_{k=1}^m 10^{0,1L_{pk}}, \text{ дБА} \quad (1.25)$$

7. У кожній розрахунковій точці визначають інтенсивність  $J_j$  звукової енергії:

$$J_j = 10^{0,1L_j - 12}, \text{ Вт/м}^2 \quad (1.26)$$

8. Визначають середнє значення інтенсивності  $J_{\text{сер}}$  звукової енергії за територією об'єкта:

$$J_{\text{сер}} = \sum_1^m j_j / m, \text{ дБА} \quad (1.27)$$

9. Величину середнього рівня звуку по території об'єкта визначають:

$$L_{\text{сер}} = 101g(j_{\text{сер}} / 10^{-12}), \text{ дБА} \quad (1.28)$$

10. Визначають координати акустичного центра (базової точки) території об'єкта:

$$X_b = \sum_1^m (X_j \times X_i) / \sum_1^m j_1, \text{ м} \quad (1.29)$$

11. За допомогою графіка (рис. 1.7) визначають приріст  $\Delta L_\sigma$  у базовій точці об'єкта площею  $S$ , м<sup>2</sup>:

$$J_{\text{сер}} = 2,675 \times 10^{-4} / 15 = 1,7832 \times 10^{-5}, \text{ Вт/м}^2$$

12. Середній рівень звуку по території підприємства визначають:

$$L_{\text{сер}} = 101g(1,7832 \times 10^{-5} / 10^{-12}) = 72,5, \text{ дБА}$$

13. Визначають координати акустичного центра ( $X_\sigma$  та  $Y_\sigma$ ) території підприємства:

$$X_\sigma = 1,3425 \times 10^{-3} / 10^{-4} = +5 \text{ м};$$

$$Y_\sigma = -8,135 \times 10^{-4} / 2,675 \times 10^{-4} = -3 \text{ м}$$

14. За допомогою графіка на рис. 1.7, визначають приріст рівня звуку  $\Delta L_\sigma$  в базовій точці (акустичному центрі) промислового об'єкта площею:

$$S = 20\,000 \text{ м}^2 (\Delta L_\sigma = 7,2)$$

15. Рівень звуку в базовій точці  $L_\sigma$ , визначають:

$$L_\sigma = 72,5 + 7,2 = 79,7, \text{ дБА}$$

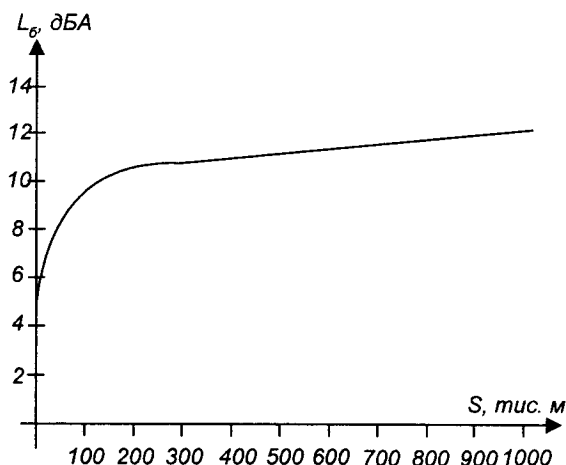


Рис. 1.7. Залежність приросту  $\Delta L_c$  в базовій точці від площі  $S$  об'єкта

16. Визначають необхідну величину зниження рівня звуку  $\Delta L_c$  до допустимої величини  $L_{\text{доп.}} = 55$  дБА:

$$\Delta L_c = 79,7 - 55 = 24,7$$

17. За допомогою графіка, наведеного на рис. 1.8, визначають відстань, на якій зниження рівня звуку від промоб'єкта площею  $S = 20\,000 \text{ м}^2$  (2 га) склало б  $\Delta L_c = 24,7$  дБА. Ця величина  $R = 340$  м.

18. Визначають ширину санітарно-захисної зони об'єкта за чинником його зовнішнього шуму вздовж осей ХУ (рис. 1.9).

$$\text{СЗЗ}_{\text{ОХ}} = 340 + 5 - 0,5 \times 100 = 295 \text{ м};$$

$$\text{СЗЗ}_{\text{ОХ}} = 340 - 5 - 0,5 \times 100 = 285 \text{ м};$$

$$\text{СЗЗ}_{\text{ОУ}} = 340 - 3 - 0,5 \times 200 = 237 \text{ м};$$

$$\text{СЗЗ}_{\text{ОУ}} = 340 + 3 - 0,5 \times 200 = 343 \text{ м}$$

Площа його території, що має прямокутну форму, рівна:

$$S = a \times b = 100 \times 200 = 20\,000 \text{ м}^2 = 2 \text{ га}$$

19. Рівень звуку в базовій точці визначають за формулою:

$$L_c = L_{\text{ср.}} + \Delta L_c, \text{ дБА} \quad (1.30)$$

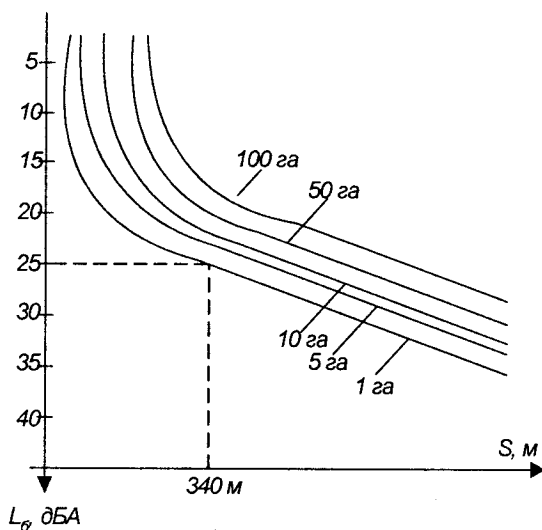


Рис. 1.8. Зниження рівня шуму  $\Delta L_c$  на відстані  $R$

20. Необхідну величину зниження рівня звуку визначають:

$$L_c = L_g - L_{\text{доп.}}, \text{ дБА} \quad (1.31)$$

де  $L_{\text{доп.}}$  — допустимий рівень звуку (згідно з санітарними нормами) для територій, де розміщується об'єкт, що досліджується.

21. За допомогою графіка (рис. 1.8) визначають відстань  $R$ , на якій зниження рівня звуку від промоб'єкта площею  $S$  складо б величину  $\Delta L_c$ .

22. Ширину санітарно-захисної зони об'єкта за чинником зовнішнього шуму в будь-якому (паралельному осям) напрямі від акустичного центра визначають за формулою:

$$\text{СЗЗ} = R \pm X_g (Y_g) - 0,5a(b), \text{ м} \quad (1.32)$$

#### Приклад

Визначити ширину санітарно-захисної зони промислового об'єкта розмірами  $100 \times 200$  м, що проектується за чинником його зовнішнього шуму. Цей об'єкт належить до IV класу виробничої шкідливості (санітарно-захисна зона — 100 м).

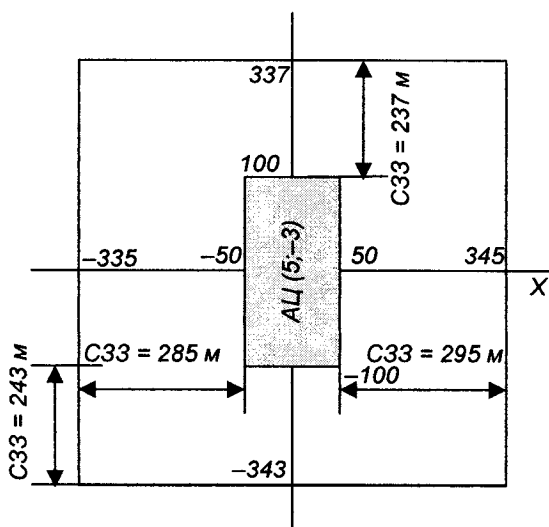


Рис. 1.9. Координати джерел шуму і розрахункових точок

#### Рішення

1. Згідно з умовами задачі, характеристики джерел шуму:

$$L_{0,1} = 90 \text{ дБА} (r_{0,1} = 5 \text{ м})$$

$$L_{0,2} = 92 \text{ дБА} (r_{0,2} = 5 \text{ м})$$

2. Площа об'єкта:

$$S = A \times B = 100 \times 200 = 20\,000 \text{ м}^2 = 2 \text{ га}$$

3. Координати джерел шуму і розрахункових точок зводимо в табл. 1.6.

4. Відстані між джерелами шуму і розрахунковими точками,  $r_u$ , зводимо у табл. 1.7 і 1.8.

5. Значення рівнів звуку  $L$ , дБА в розрахункових точках кожного джерела зводимо в табл. 1.9 і 1.10.

6. Сумарні рівні звуку в розрахункових точках від обох джерел зводимо в табл. 1.11.

7. Інтенсивність звукової енергії в розрахункових точках зводимо в табл. 1.12.

**Таблиця 1.6. Координати джерел шуму і розрахункових точок**

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X <sub>1</sub>	25	25	25	25	25	0	0	0	0	0	-25	-25	-25	-25	-25
Y <sub>1</sub>	-100	-50	0	50	100	-100	-50	0	50	100	-100	-50	0	50	100

**Таблиця 1.7. Відстані  $r_{1,i}$ , м, між розрахунковими точками і джерелом шуму № 1**

r <sub>1.1</sub>	r <sub>1.2</sub>	r <sub>1.3</sub>	r <sub>1.4</sub>	r <sub>1.5</sub>	r <sub>1.6</sub>	r <sub>1.7</sub>	r <sub>1.8</sub>	r <sub>1.9</sub>	r <sub>1.10</sub>	r <sub>1.11</sub>	r <sub>1.12</sub>	r <sub>1.13</sub>	r <sub>1.14</sub>	r <sub>1.15</sub>
80	80	106	146	190	35	35	80	127	177	35	35	80	127	177

**Таблиця 1.8. Відстані  $r_{2,i}$ , м, між розрахунковими точками і джерелом шуму № 2**

r <sub>2.1</sub>	r <sub>2.2</sub>	r <sub>2.3</sub>	r <sub>2.4</sub>	r <sub>2.5</sub>	r <sub>2.6</sub>	r <sub>2.7</sub>	r <sub>2.8</sub>	r <sub>2.9</sub>	r <sub>2.10</sub>	r <sub>2.11</sub>	r <sub>2.12</sub>	r <sub>2.13</sub>	r <sub>2.14</sub>	r <sub>2.15</sub>
127	80	35	35	80	127	80	35	35	80	146	106	80	80	106

**Таблиця 1.9. Величина рівня звуку  $L_{1,i}$ , дБА, в розрахункових точках від джерела шуму № 1**

L <sub>1.1</sub>	L <sub>1.2</sub>	L <sub>1.3</sub>	L <sub>1.4</sub>	L <sub>1.5</sub>	L <sub>1.6</sub>	L <sub>1.7</sub>	L <sub>1.8</sub>	L <sub>1.9</sub>	L <sub>1.10</sub>	L <sub>1.11</sub>	L <sub>1.12</sub>	L <sub>1.13</sub>	L <sub>1.14</sub>	L <sub>1.15</sub>
66	66	63	61	58	73	73	66	62	59	73	73	66	62	59

Таблиця 1.10. Величина рівня звуку  $L_{2,i}$ , дБА, в розрахункових точках від джерела шуму № 2

$L_{2,1}$	$L_{2,2}$	$L_{2,3}$	$L_{2,4}$	$L_{2,5}$	$L_{2,6}$	$L_{2,7}$	$L_{2,8}$	$L_{2,9}$	$L_{2,10}$	$L_{2,11}$	$L_{2,12}$	$L_{2,13}$	$L_{2,14}$	$L_{2,15}$
64	68	75	75	68	64	68	75	75	68	63	65	68	68	65

Таблиця 1.11. Величина рівня звуку  $L_{\Sigma,i}$ , дБА, в розрахункових точках від двох джерел шуму

$L_{\Sigma,1}$	$L_{\Sigma,2}$	$L_{\Sigma,3}$	$L_{\Sigma,4}$	$L_{\Sigma,5}$	$L_{\Sigma,6}$	$L_{\Sigma,7}$	$L_{\Sigma,8}$	$L_{\Sigma,9}$	$L_{\Sigma,10}$	$L_{\Sigma,11}$	$L_{\Sigma,12}$	$L_{\Sigma,13}$	$L_{\Sigma,14}$	$L_{\Sigma,15}$
68	70	75	75	68	73	74	75	75	68	73	74	70	69	66

Таблиця 1.12. Інтенсивність звукової енергії в розрахункових точках ( $J_i \times 10^{-6}$ ), що випромінюється обома джерелами

$J_1$	$J_2$	$J_3$	$J_4$	$J_5$	$J_6$	$J_7$	$J_8$	$J_9$	$J_{10}$	$J_{11}$	$J_{12}$	$J_{13}$	$J_{14}$	$J_{15}$
6,31	10	31,6	31,6	6,3	12	25	31,6	31,6	6,3	12	25	10	7,97	3,98



Визначаємо середнє значення інтенсивності звукової енергії по території підприємства  $J_{cp}$ , Вт/м<sup>2</sup>.

На території об'єкта планується розмістити два цехи з шумним обладнанням, акустичні характеристики зовнішнього шуму яких мають такі величини:

$$L_{0,1} = 90 \text{ дБА} (r_{0,1} = 5 \text{ м});$$

$$L_{0,2} = 92 \text{ дБА} (r_{0,2} = 5 \text{ м})$$

Розміщення промислового об'єкта планується поблизу території житлової забудови, де допустима величина рівня звуку  $L_{дон} = 55 \text{ дБА}$ .

У розглянутому прикладі величина санітарно-захисної зони за чинником зовнішнього шуму від промислового об'єкта, що розглядається, перевищує рекомендовану санітарними нормами (СН 245-71) величину, яка дорівнює 100 м. Тому ширину санітарно-захисної зони за чинником зовнішнього шуму приймаємо за розрахунком, де ШВ — шумляче виробництво (рис. 1.10).

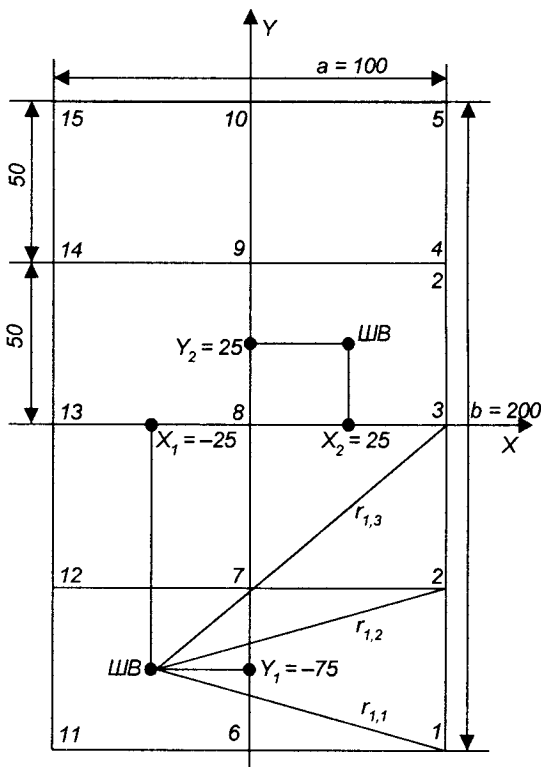


Рис. 1.10. Схема визначення санітарно-захисної зони за чинником шуму

Для зменшення СЗЗ на практиці вживають цілий комплекс шумозахисних заходів (екранування, шумопоглинання за допомогою зелених насаджень, зниження шуму в джерелі тощо).

## 1.9. Санітарно-побутове забезпечення працюючих

Для створення нормальних побутових умов на будівельному майданчику за кількості працюючих у найчисленнішій зміні від 15 осіб і більше склад санітарно-побутових приміщень і пристроїв повинен бути таким: вбиральні, вмивальні, душові, туалети, приміщення для сушки спецодягу і спецвзуття, приміщення для особистої гігієни жінок, приміщення для обігріву і відпочинку, укриття від сонячної радіації й атмосферних опадів, пункти живлення. На будівельних майданчиках і об'єктах з кількістю працюючих у найчисельнішій зміні менше 15 осіб повинні бути обов'язково вбиральня з умивальником, приміщення для обігріву працюючих і споживання їжі, туалет, душова. Інші види побутових приміщень передбачають за узгодженням з органами санітарного нагляду у кожному окремому випадку залежно від характеру та умов роботи.

Склад побутових приміщень і пристроїв необхідно передбачати залежно від таких груп виробничих процесів, як:

- електромонтажники із пусконаладжувальних робіт — I а;
- арматурники, газозварники, газорізальники, електрозварники, бляхарі, машиністи, персонал, який обслуговує будівельні машини і механізми (окрім віднесених до групи III б); монтажники зв'язку із монтажу устаткування, паркетники і теслярі (окрім віднесених до групи III б); слюсарі: вентиляційники, монтажники, сантехніки будівельні, трубопровідники; верстатники; склярі; столярні будівельні; електромонтажники та електрослюсарі — I б;
- облицювальники; малярні (окрім віднесених до групи III б); мозаїчники, мармурщики, плиточники; полірувальники мокрим способом і облицювальники синтетичними матеріалами (без застосування мастил); слюсарі верстатного устаткування — I в;
- каменярі і пічники на футеровці топок, виробничих печей і казанів на гарячих ділянках — II а;

- ковалі ручного ковання — II б;
- бетонщики, гідромоніторщики, мийники — II в;
- ліпники архітектурних деталей, гранитчики і полірувальники (сухим способом — у приміщеннях), піскоструминники, робітники на кар'єрах, дробленні, навантажувально-розвантажувальних роботах і на складах матеріалів, що пилять, — II г;
- бурильники свердловин і шпурів, грохотовщики, дозатори компонентів бетонних і розчинних сумішей, землекопи-прохідники, апаратники, слюсарі та електромонтажники, пічники (окрім віднесених до групи II а), робітники на приготуванні бетонів і розчинів, сортувальники гравію, штукатурки — II д;
- підривники, дорожні робітники, землекопи, каменярі (окрім віднесених до групи II а), гранитчики і полірувальники (сухим способом — на відкритому повітрі), копровщики, покрівельники (окрім віднесених до групи III б), монтажники із монтажу дерев'яних, металевих і залізобетонних конструкцій, монтажники зв'язку, монтери колії, мостовщики, теслярі (окрім віднесених до груп I б і III б), робітники зеленого будівництва, трубоклади, трубоукладачі, електромонтери-лінійники, електромонтажники та електрослюсарі (окрім віднесених до групи I б) — II е;
- паяльщики при паянні свинцем, електромонтажники на монтажі і ремонті ртутних випрямлячів із застосуванням відкритої ртуті — III а;
- асфальтобетонщики, асфальтувальники і зварювальники, ізолювальники, покрівельники по рулонних крівлях на гарячих мастилах, малярки при роботі зі шкідливими речовинами, машиністи аміачних, бітумоплавильних, ацетиленових і хлорних компресорних установок, облицювальники-ксилолитчики, облицювальники синтетичними матеріалами з застосуванням мастил (окрім віднесених до групи I в), паркетники при роботі з мастилами, теслярі із обробки деревини антисептиками та антипиренами з приготуванням відповідних складів, футеровщики — III б;
- робітники різних професій на будівельно-монтажних роботах у діючих цехах із первинної переробки тваринної сировини або її продуктів (шкіри, шерсті, кісток) — III в;

- радіографи із гамма-дефектоскопії з джерелами іонізуючого випромінювання із перевірки зварних швів трубопроводів, робітники із приготування і нанесення фарб, що світяться, — III г.

Для створення зручностей в умовах будівельного майданчика і проживання робочих будівельників застосовують тимчасові будинки і споруди, в яких розміщуються приміщення житлового, адміністративного, побутового, культурного, складського і виробничого призначень.

У зв'язку з цим, всі ці будови мають різні конструктивні об'ємно-планувальні і функціонально-технологічні рішення, їх класифікують за такими ознаками, як: вид, тип, конструктивний варіант, призначення, номенклатура, потужність.

За видом вони поділяються на інвентарні і неінвентарні. Група інвентарних будівель включає збірно-розбірні контейнерні і пересувні типи будівель.

Будування тимчасового житлового масиву будівельників починають із визначення необхідної площі для них, яку встановлюють за кількістю працюючих з урахуванням коефіцієнта сімейності, який дорівнює — 1,5 для підготовчого і 2,2 — для основного періоду.

У комплекс оздоровчих заходів на будівельному майданчику входить забезпечення працюючих необхідними санітарно-побутовими будовами (СБП), площа яких визначається згідно з "Вказівками із проектування й побудови будинків і споруд, пунктів харчування і оздоровчих пунктів будівельно-монтажних організацій" у проектах організації будівництва і проектах виконання робіт.

Необхідна площа виробничо-побутових приміщень при розробленні проекту організації будівництва вибирається в такій послідовності:

- визначають початкові дані: річну програму робіт, чисельність і склад працюючих, структуру робіт, проект типових інвентарних будівель і споруд;
- встановлюють нормативну потребу в площі й обладнанні;
- вибирають типи інвентарних будівель і обчислюють їх необхідну кількість.

Потреба в приміщеннях визначається за таким розрахунком: визначають загальне число працюючих:

$$N = \frac{\Pi}{\Pi_1}, \quad (1.33)$$

де  $\Pi$  — вартість річної програми робіт, грн;  $\Pi_1$  — нормативна річна виробка на одного працюючого, грн.

У табл. 1.13 наведені нормативні коефіцієнти категорій працівників за галузями і видами будівництва.

**Таблиця 1.13. Нормативні коефіцієнти категорій працівників**

Галузь виробництва	Робітники	Інженерно-технічні працівники (ІТП)	Службовці	МОП і охорона
Промислове	0,826— 0,856	0,127	0,031— 0,038	0,09— 0,015
Промислове в умовах міста	0,787	0,134	0,043	0,036
Енергетичне, ТЕС, АЕС	0,846	0,117	0,029	0,08
Житлово-цивільне	0,85	0,08	0,05	0,02
Інженерні комунікації в умовах міста	0,789— 0,837	0,123—0,171	0,028— 0,041	0,001— 0,006

$$\text{Число працюючих чоловіків: } N_{\text{чол.}} = 0,7N \quad (1.34)$$

$$\text{Число працюючих жінок: } N_{\text{ж}} = 0,3N \quad (1.35)$$

$$\text{Загальне число працюючих: } N_{\text{заг.}} = k_p N \quad (1.36)$$

$$\text{МОП і охорони: } N_c = k_c N, \quad (1.37)$$

де  $k_c$ ;  $k_p$  — відповідно нормативні коефіцієнти категорій працівників за видами будівництва (див. табл. 1.13).

Очікуване число працюючих у найбільшій зміні:

$$N_{\text{тех.}} = k_n N_{\text{ж}}, \quad (1.38)$$

де  $k_n$  — нормативний коефіцієнт складу найбільшої зміни (0,7—0,88).

Визначають необхідні площі й обладнання виробничо-побутових приміщень:

$$A_{max} = k_i N_{max}, \quad (1.39)$$

де  $k_i$  — нормативний показник потреби за видами приміщень і обладнань (табл. 1.14).

**Таблиця 1.14. Нормативні показники потреби в площах і обладнанні виробничо-побутових приміщень**

Номенклатура приміщень	Площа на 1 особу, м <sup>2</sup>		Обладнання
Гардеробна	0,9		1 подвійна шафа
Приміщення для обігріву, відпочинку і приймання їжі	1		1 подвійна шафа
Умивальники	0,05		1 кран на 15 осіб
Приміщення для гігієни жінок	0,18		1 кабіна на 15÷100 жінок
Душова	0,43		1 сітка на 12 осіб
Туалет	0,43 — 0,6	0,07 0,2	1 унітаз на 15 осіб, 2 унітази на 70 чоловіків або на 30 жінок, 6 уніта- зів на 130 осіб, 8 унітазів на 150 осіб
Їдальня	20 м <sup>2</sup> на 300—500 осіб		
Диспетчерська	0,7		1 на 150 осіб
Кабінет ОП	20 м <sup>2</sup> на 100 осіб		

Санітарно-побутові приміщення (СПП) розміщують поблизу зон максимальної концентрації працюючих і на відстані не більше як за 500 м від місць проведення робіт.

Містечка мають бути розташованими від бетонорозчинних сортувальних вузлів і інших об'єктів, що викидають пил і шкідливі речовини, на відстані не менше 50 м з підвітряного боку; не розміщуватися біля відкритих траншей і котлованів, залізничних шляхів або небезпечних зон роботи. Відстані між побутовими будиночками:

- в одній групі — не менше 1 м;
- між групами — не менше 18 м.

СПП мають мати відстані не менше 6 м від осі залізничних шляхів, а від проїжджої частини дороги: за відсутності в'їзду в будівлі

і при довжині будівлі до 20 м — не менше 1,5 м, більше 20 м — 3 м, за наявності в'їзду в будівлю — 8 ÷ 12 м.

У зимовий період має бути передбачене водяне опалення. Кожен будівельний майданчик обладнують питною водою, для чого встановлюють фонтанчики або бачки на відстані 50 м від робочих місць. Якість води визначають у лабораторії в процесі її обробки на очисних спорудах.

### Приклад

Визначити потребу у санітарно-побутових приміщеннях будівельної організації, що виконує об'єкт житлового будівництва з річною програмою 4,8 млн грн.

### Рішення

1. Визначаємо нормативну річну виробку на одного працюючого

$$П_1 = 16\ 000 \text{ грн.}$$

2. Тоді загальне число працюючих:

$$N = \frac{4\ 800\ 000}{16\ 000} = 300 \text{ осіб;}$$

3. Застосовуючи нормативні коефіцієнти категорій працюючих за галузями і видами виробництва, розраховуємо число працюючих:

робітників:

$$N_p = 0,85 \times 300 = 255 \text{ осіб;}$$

ІТП:

$$N_n = 0,08 \times 300 = 24 \text{ осіб;}$$

службовців:

$$N_c = 0,07 \times 300 = 21 \text{ осіб.}$$

Очікуване число:

жінок:

$$N_{ж} = 0,3 \times 255 = 76,5 \text{ осіб;}$$

чоловіків:

$$N_{ч} = 0,7 \times 255 = 179 \text{ осіб.}$$

У найбільшій зміні буде:

$$N_{ж} = 0,88 \times 76 = 67 \text{ осіб;}$$

$$N_{ч} = 0,88 \times 179 = 158 \text{ осіб.}$$

4. Користуючись табл. 1.14, визначаємо необхідні площі санітарно-побутових приміщень і обладнання в них:

Гардеробні:

для жінок:  $0,9 \times 67 = 60 \text{ м}^2$ ;

для чоловіків:  $0,9 \times 158 = 143 \text{ м}^2$ ,

в яких має бути 255 подвійних шаф.



## **Питання для перевірки засвоєння матеріалу**

1. *В якій послідовності проводиться розробка питань з ОП у проектно-технологічній документації?*
2. *Які питання ОП відображаються у спеціальних проектних документах?*
3. *Що являється основними документами проекту виконання робіт, в яких вирішуються всі питання безпечної організації праці?*
4. *Хто затверджує розроблений проект виробництва робіт?*
5. *Хто затверджує при будівництві господарським методом проект виробництва робіт?*
6. *Куди передають після затвердження ПВР і в який строк до початку робіт на об'єкті?*
7. *З урахуванням яких нормативних документів здійснюється проектування промислових підприємств?*
8. *Відповідно до яких документів приймаються розміри СЗЗ?*
9. *Які величини протипожежних розривів встановлюються залежно від призначення будівель і споруд, фактичного ступеня їх вогнестійкості, категорії пожежної небезпеки виробничих процесів?*
10. *Які параметри мають важливе значення при розробці будгенплану?*
11. *Що необхідно передбачити у технологічних картах?*
12. *Що являється одним із перших заходів підготовчого періоду будівництва?*
13. *Які вимоги по стійкості до зовнішніх впливів висувають до огорожень для забезпечення їх безпеки?*
14. *Після якої висоти споруди необхідно застосовувати пасажирські ліфти для підйому і спускання робітників на робочі місця?*
15. *Де повинна бути встановлена схема руху транспортних засобів на будівельному майданчику?*
16. *Яким чином влаштовують тимчасові комунікації водопроводу, каналізації, тепломережі й електромережі в місцях перетинань з дорогами і проїздами?*
17. *Де встановлюються попереджувальні знаки?*
18. *Як класифікуються автомобільні дороги за інтенсивністю руху?*

19. Що розуміють під "небезпечною зоною"?
20. Як поділяються огороження за функціональним призначенням згідно з ГОСТом 23407-78?
21. Чим регламентуються збереження матеріалів і виробів на будмайданчику?
22. Які норми потрібно виконувати при складуванні збірних конструкцій і виробів на складі в монтажній зоні?
23. Яким чином потрібно укласти матеріали, вироби, прилади й устаткування при зберіганні їх на будівельному майданчику?
24. Як зберігаються лісоматеріали і столярні вироби?
25. Як проводиться складування труб, металоконструкцій і металовиробів?
26. Умови зберігання сипких матеріалів.
27. Умови зберігання токсичних і легкозаймистих речовин.
28. На якій відстані від будівель, споруд, побутових і допоміжних приміщень повинні знаходитись відкриті склади вугілля, а також найбільш небезпечні і шкідливі виробництва?
29. Чим необхідно відділяти підприємства і споруди, технологічні процеси в яких є джерелами виділення в довкілля шкідливих речовин, підвищених рівнів шуму, вібрації, електромагнітних хвиль, іонізуючих випромінювань?
30. Які групи виробничих процесів передбачають наявність складів, побутових приміщень і пристроїв?
31. Як вибирається необхідна площа виробничо-побутових приміщень при розробці проекту організації будівництва?
32. Яким чином розраховується потреба в приміщеннях?

---

---

## Розділ 2

# ВИРОБНИЧІ ШКІДЛИВІ ЧИННИКИ У БУДІВНИЦТВІ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД НИХ

### 2.1. Основні завдання гігієни праці та виробничої санітарії

У процесі праці на людину діють різні несприятливі чинники (наприклад, шум, пил, газы, пари, шкідливі речовини тощо), які можуть призвести до захворювання і втрати працездатності.

Визначенням технологічних процесів, умов праці, навколишнього середовища, в яких відбувається робота людини, займається служба гігієни праці. Для усунення причин, умов і чинників, які негативно впливають на здоров'я людини, розробляють науково-організаційні, санітарно-гігієнічні і лікарсько-профілактичні заходи, направлені на оздоровлення умов праці і підвищення її працездатності на всіх стадіях технологічного процесу.

Згідно з ГОСТом 12.0.003-86, шкідливі і небезпечні виробничі чинники за природою їх дії на організм людини поділяють на чотири групи:

- фізичні — деталі, які обертаються, елементи механізмів і машин у цілому, недопустима температура машин, обладнання і повітря в робочій зоні, недопустимий рівень шуму, вібрації, виробничих випромінювань (іонізуючих, лазерних, інфрачервоних, ультрафіолетових), електромагнітних полів, метеорологічних коливань у робочій зоні, недостатня або підвищена освітленість робочої зони;
- хімічні — токсичні, подразнюючі, сенсibilізуючі, канцерогенні, мутагенні, які впливають на репродуктивну функцію;
- біологічні — мікро- і макроорганізми;
- психофізіологічні — фізичні навантаження (статичні, динамічні, гіподинамія), нервово-психічні перевантаження (розу-

мові, емоційні, монотонність праці, перенапруження аналізаторів).

Чинники, які негативно впливають на організм людини в умовах її праці і погіршують її здоров'я, називають професійними шкідливими чинниками.

Таким чином, завданням служби гігієни праці і виробничої санітарії є виконання комплексу заходів, які направлені на оздоровлення умов праці робочих і підвищення їх продуктивності на всіх стадіях технологічного процесу, усунення чинників, які негативно діють на здоров'я робочих, і запобігання професійних захворювань.

На будівництві доводиться користуватися матеріалами, які мають отруйні якості та виділяють шкідливі й пожежо-вибухонебезпечні гази і пил, тому необхідно знати якості таких речовин і матеріалів, а також професійні захворювання, які вони викликають.

Деякі будівельні роботи — шамотна і вогнетривка кладка, робота з цементом і бітумними мастиками, застосування хлорованих розчинів, етилованого бензину і хімічних прискорювачів, антикорозійні, хімзахисні, малярні, зварювальні і ковальські — пов'язані з застосуванням речовин, які мають токсичну дію, а дія цих речовин може призвести до захворювання пневмоконіозом, а також до гострих або хронічних отруєнь.

Санітарними нормами проектування промислових підприємств передбачені граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Ці концентрації є максимально разовими і в межах восьмигодинного робочого часу та всього робочого стажу не можуть викликати у працюючих захворювання або якісь відхилення в стані здоров'я, які визначаються сучасними методами досліджень безпосередньо в процесі роботи або у віддалені терміни нинішніх і наступних поколінь (ГДК).

При одночасному вмісті у повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин однонаправленої дії сума відношень фактичних концентрацій кожної з них ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) у повітрі приміщень до їх ГДК ( $ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ ) не повинна перевищувати одиницю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (2.1)$$

При одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин, які не мають однонаправленої дії, ГДК лишається таким же, як і при ізольованій дії.

ГДК розповсюджується на повітря робочої зони всіх робочих місць, незалежно від їхнього розташування (у виробничих приміщеннях, на відкритих майданчиках, транспортних засобах тощо).

Виробничі вібрації, які перевищують допустимі норми (на укладанні та ущільненні бетону, на роботі з пневматичним інструментом тощо) викликають вібраційну хворобу.

Виробничий шум із перевищенням допустимих меж гучності, наприклад, при роботі каменедробильних установок, деревообробних верстатів, різального інструменту, при клепанні сталевих конструкцій може призвести до глухоти, порушує нервову систему.

Робота на відкритому повітрі і в приміщеннях, які не опалюються, призводить до респіраторних захворювань, обморожень, сонячних ударів.

Ручні вантажно-розвантажувальні роботи потребують великого фізичного навантаження і можуть викликати захворювання хребта, грижу і варикозне розширення судин.

За характером дії на організм людини шкідливі речовини поділяють на опікові (аміак, гашене вапно, сірчана і соляна кислоти), задушливі (сірчаний газ, аміак, хлор, сірчаний і сірковий ангідриди, миш'яковий водень), такі, що діють на кров (оксид вуглецю, свинець), такі, що діють на нервову систему (спирти, складні ефіри, бензол, бензин, сірководень), ферментні (синильна кислота та ртуть).

Промислові отрути у вигляді парів, газів, аерозолів, рідин виділяються або застосовуються, наприклад, у таких технологічних процесах: аміак — при заморожуванні ґрунтів, ацетилен — при газовому зварюванні металів, ацетон — при малярних роботах, миш'яковий водень — при заряджуванні акумуляторів.

При механічній обробці синтетичних будівельних матеріалів утворюються пил, високотоксичні пари.

Особливо шкідливі для організму людини речовини, що викидаються двигунами внутрішнього згоряння: оксиди вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні й альдегіди.

Джерелом виділення токсичних компонентів є системи випуску, живлення, мастила, вентиляції картерної порожнини двигуна.

Шкідливими для органів дихання є зважені у повітрі крапельки кислот, мастил та інших летючих рідин. Так, при зарядці кислотних акумуляторів навколо них утворюється туман сірчаної кислоти, при охолодженні емульсією нагрітих поверхонь метале-

вих вузлів — туман із випарювання олій, що входять у склад емульсій.

За ступенем дії на організм людини шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки: I — речовини надзвичайно небезпечні, II — речовини високонебезпечні, III — речовини помірно небезпечні, IV — речовини малонебезпечні. Віднесення шкідливої речовини до класу небезпеки відбувається за показником, значення якого відповідає найбільш високому показнику небезпеки (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Класи небезпеки шкідливих речовин

Показники	Норми для класу небезпеки			
	I	II	III	IV
Граничнодопустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup> (ГДК)	<0,1	0,1—1	1,1—10	>10
Середня смертельна доза при введенні в шлунок, мг/кг	<15	15—150	151—5 000	>5 000
Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг	<100	100—500	501—2500	>2 500
Середня смертельна концентрація в повітрі, мг/м <sup>3</sup>	<500	500—5 000	5 001—50 000	>50 000
Коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння (КМІО)	>300	300—30	29—3	<3
Зона гострої дії, м <sup>2</sup>	<6	6—18	18,1—54	>54
Зона хронічної дії, м <sup>2</sup>	>10	10—5	4,9—2,5	<2,5

За поданою класифікацією, найбільше застосування у будівництві знайшли речовини III і IV класів небезпеки: аміак, бензол, ацетон та інші розчинники, які використовуються в малярних роботах.

У кожному класі речовини мають різну токсичність, тому визначені ГДК для 646 речовин і 57 аерозолів робочих зон (всього 703). Крім того, згідно з СНіПом 111-4-80, наведені значення ГДК для речовин, що широко застосовуються у будівництві.

На підприємствах будівництва повинна бути розроблена нормативно-технічна документація із безпеки праці при застосуванні і збереженні шкідливих речовин, а також виконані комплекси

організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і медико-біологічних заходів.

Заходи із забезпечення безпеки праці у будівництві при контакті зі шкідливими речовинами повинні передбачати:

- заміну шкідливих речовин у виробництві менш небезпечними, сухих засобів переробки пилячих матеріалів — мокрими, випуск кінцевих продуктів у непилячій формі, заміну полум'яного нагріву електричним, твердого і рідкого палива — газоподібним, обмеження вмісту шкідливих домішок у початкових і кінцевих продуктах;
- застосування прогресивної технології виробництва, яка виключає контакт людини зі шкідливими речовинами;
- вибір відповідного виробничого обладнання і комунікацій, які не допускають виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони у кількостях, що перевищують граничнодопустиму концентрацію при нормальному проведенні технологічного процесу;
- раціональне планування будівельного майданчика, застосування спеціальних систем із вловлювання та утилізації газів;
- рекуперацію шкідливих речовин і очищення від них технологічних викидів, нейтралізацію відходів, застосування засобів дегазації, активних і пасивних засобів вибухозахисту і вибухоподавлення, контроль за кількістю шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- застосування засобів індивідуального захисту працюючих, спеціальну підготовку та інструктаж обслуговуючого персоналу;
- проведення попередніх і періодичних медичних оглядів осіб, які мають контакт із шкідливими речовинами;
- розробку медичних протипоказників для роботи з конкретними шкідливими речовинами;
- розробку інструкцій із надання лікарської і невідкладної медичної допомоги тим, хто постраждав від отруєнь.

Попередження професійних захворювань досягається виконанням комплексу технічних і організаційних заходів, які направлені на покращення умов виробничого середовища та забезпечення особистої безпеки працюючих.

## 2.2. Метеорологічні умови виробничого середовища

### 2.2.1. Основні параметри метеорологічних умов та їх нормування

Самопочуття людини і продуктивність її праці на будівельних роботах багато в чому залежать від довкілля, зміни температури, вологості, тиску і швидкості руху повітря. Оптимальні і допустимі значення цих показників встановлюються для робочої зони виробничих приміщень із урахуванням надлишків тепла, важкості робіт, які виконуються, і сезонів року ГОСТом 12.1.005-86 (табл. 2.2—2.4). При кондиціюванні виробничих приміщень слід дотримуватися оптимальних параметрів мікрокліматичних умов.

*Таблиця 2.2. Оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень*

Сезон року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Холодний і перехідний	Легка (I)	20—23	60—40	0,2
	Середньої важкості (II а)	18—20	60—40	0,2
	Середньої важкості (II б)	17—19	60—40	0,3
	Важка (III)	16—18	60—40	0,3
Теплий	Легка (I)	22—25	60—40	0,2
	Середньої важкості (II а)	21—23	60—40	0,3
	Середньої важкості (II б)	20—22	60—40	0,4
	Важка (III)	18—21	60—40	0,5



**Таблиця 2.3. Допустимі норми метеорологічних умов у робочій зоні виробничих приміщень у холодний і теплий періоди року**

Категорія робіт		Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %, не більше	Швидкість руху повітря, м/с, не більше	Температура повітря на непостійних робочих місцях, °С
Легка (I)		19—25	75	0,2	15—26
Середньої важкості	(II а)	17—23	75	0,3	13—24
	(II б)	15—21	75	0,4	13—24
Важка (III)		13—19	75	0,5	12—19

Системою стандартів безпеки праці (ДСТ 12.0.003-74) встановлена класифікація шкідливих і небезпечних чинників, за якою підвищена температура поверхонь устаткування, підвищена чи знижена температура повітря робочої зони вважаються фізично небезпечними і шкідливими виробничими чинниками.

Робочою зоною вважається простір висотою до 2 м над рівнем чи підлогою майданчика, в якому знаходяться робочі місця (ГОСТ 12.1.005-86). Постійним робочим місцем вважається місце, на якому працівник перебуває більшу частину свого робочого часу. Якщо обслуговування процесів здійснюється в різних пунктах робочої зони, то робочим місцем вважається вся зона. У робочій зоні повинні бути створені оптимальні метеорологічні умови (за гігієнічними вимогами); іноді ці умови називають комфортними або умовами комфортної зони. Метеорологічні умови впливають на техніко-економічні показники виробництва.

Ступінь ваги будь-яких видів робіт характеризується кількістю енергії, що виділяється.

За комфортних умов усі види робіт можна поділити на три категорії:

I. Легкі — втрати енергії до 172 Дж/с (робота сидячи, прийняття їжі тощо).

II. Середні — втрати енергії від 172 до 293 Дж/с (робота за верстатами, перенесення ваги до 10 кг).

III. Важкі — втрати енергії більше 293 Дж/с (робота, яка пов'язана з перенесенням ваги більше 10 кг).

**Таблиця 2.4. Допустимі норми метеорологічних умов у робочій зоні виробничих приміщень з надлишками тепла у теплий період року**

Категорія робіт	Температура повітря у приміщеннях, °С		Відносна вологість у приміщеннях, %	Швидкість руху повітря у приміщенні, м/с		Температура повітря у приміщеннях поза робочими місцями, °С	
	з незначним надлишком тепла	зі значним надлишком тепла		з незначним надлишком тепла	зі значним надлишком тепла	з незначним надлишком тепла	зі значним надлишком тепла
Легка (I)	не більше ніж на 3 °С	не більше ніж на 5 °С	при 28 °С не більше 55	0,2—0,5	0,2—0,5	не більше ніж на 3 °С	не більше ніж на 5 °С
Середньої важкості (II а)	Вище середньої температури зовнішнього повітря о 13 год. найспекотнішого місяця, але не більше 28 °С		при 27 °С не більше 60	0,2—0,5	0,3—0,7	Вище середньої температури зовнішнього повітря о 13 год. найспекотнішого місяця	
Середньої важкості (II б)			при 26 °С не більше 65				
			при 25 °С не більше 70	0,3—0,7	0,5—1,0		
			при 24 °С не більше 75				
Важка (III)	Не більше ніж на 3 °С вище середньої температури зовнішнього повітря о 13 год. найспекотнішого місяця, але не більше 26 °С		при 24 °С не більше 75	0,3—0,7	0,5—1,0		

Для робітників I і II категорій робіт під час теплого періоду року (оптимальна температура 25 °С) приділяється 12,5 % змінно-го часу: на відпочинок (8,5 %) і на особисті потреби (4 %).

Для робітників III категорії робіт — час на відпочинок і особисті потреби  $\tau_e$  визначається за формулою:

$$\tau_e = 8,5 + \left( \frac{E_\phi}{292,89} - 1 \right) \times 100, \% \quad (2.2)$$

де  $\tau_e$  — час на відпочинок і особисті потреби, %; 8,5 — час на відпочинок для робітників II категорії робіт, %;  $E_\phi$  — фактичні енерговитрати робітника за даними фізіологічних досліджень, Дж/с; 292,89 — витрати енергії при виконанні робіт II категорії, Дж/с.

Під оптимальними мікрокліматичними умовами необхідно розуміти такі параметри метеоумов, які довгий час зберігають нормальний стан організму людини без напруження реакцій терморегуляцій. Вони забезпечують почуття теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності.

Втрата тепла людиною відбувається через затрати енергії на роботу, яка виконується, і виражається різницею між абсолютною і максимальною вологістю повітря та фактичною швидкістю переміщення повітря на робочому місці. Людина, яка перебуває в стані спокою, віддає тепла у середньому 1008—11 340 Дж (2400—2700 ккал/добу), а у робочих, які зайняті на фізичних роботах, віддача тепла складає 25 200 Дж (600 ккал/добу). Тепловіддача відбувається, в основному, через шкіру (80—85 %) і через легені. Із загальної кількості тепла, що виділяється, при температурі повітря 18—20 °С і середній вологості, на тепловипромінення припадає 78 % і 22 % — на конвекцію.

Таким чином, тепловіддача людиною найбільш інтенсивна у процесі праці, коли виробляється додаткова кількість тепла, тому особливо шкідлива фізична робота при високих температурах і з високою вологістю (вище 80—90 %), у результаті чого відбувається перегрівання тіла людини (тепловий удар). Інфрачервоне випромінювання (прямі промені сонця) можуть спричинити сонячний удар, погіршення самопочуття і хворобливі зрушення. При низьких температурах, наприклад, під час виконання будівельних робіт зимою на відкритому повітрі, відбувається охолодження організму, що призводить до респіраторних захворювань.

При температурі повітря 25—33 °С передбачений спеціальний режим роботи і відпочинку за умов обов'язкового кондиціонування повітря.

При температурі повітря більше 33 °С роботи на відкритому повітрі повинні бути припинені.

У холодний період року (температура зовнішнього повітря нижче 10 °С) режим праці і відпочинку залежить від температури і швидкості повітря. Збільшення швидкості повітря на 1 м/с відповідає зниженню температури повітря на 2 °С.

При I категорії ( $t$  до 25 °С) передбачаються 10-хвилинні перерви на відпочинок і обігрів через кожну годину роботи. При II категорії ( $t$  від -15 до -25 °С) передбачаються 10-хвилинні перерви через 60 хвилин від початку роботи і через кожні наступні 50 хвилин роботи. При III категорії ( $t$  від 13 до -19 °С) передбачаються перерви на 15 хвилин через 60 хвилин від початку зміни, а після обіду через кожні 45 хвилин роботи.

При температурі повітря нижче -45 °С і швидкості руху повітря більше 12 м/с будівельні роботи поза населеними пунктами забороняються.

Таким чином, метеорологічні умови визначають не тільки тривалість відпочинку й обігріву, але й їх періодичність. Вони впливають також і на продуктивність праці. Наприклад, при температурі повітря вище 32 °С темп кладки цегли — 3—5 штук за хвилину замість 5,2—8,2 при нормальній температурі. Кожен загублений літр рідини понад норму знижує продуктивність праці на 2,5 %. Метеорологічні умови повинні обов'язково враховуватися при розробленні генпланів, а також в архітектурних рішеннях.

Особливу увагу варто звертати на роботу в глибоких колодязях і траншеях у спекотну, безвітряну погоду. Спускаючись у глибокі колодязі чи траншеї, людина поглинає кисень і виділяє велику кількість вуглекислого газу (до 40 л), що призводить до створення на робочому місці застійної зони, де концентрація кисню може бути меншою 17 %, а вміст вуглекислого газу 10 % і більше. Робітник не зауважує, як з'являються задишка, посилене потовиділення, а якщо і зауважує, то пояснює це посиленою роботою. Така людина поступово втрачає самоконтроль, і може створитися небезпечна ситуація.

Для оцінки виробничої обстановки визначають небезпечний обсяг, у якому може створитися застійна зона. Наприклад,

у колодязі з площею підстави  $1 \text{ м}^2$  робітник працює на колінах. Висота від дна колодязя до голови робітника — 1 м. Обчислюють кількість кисню і вуглекислого газу ( $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$ ) у застійній зоні, якщо весь газ, виділений людиною, залишається в небезпечному об'ємі. При вмісті  $\text{CO}_2$  у застійній зоні 6 % у робітника з'являються задишка і слабкість, які викликають стомлення. У  $1 \text{ м}^3$  повітря буде приблизно  $1000 \times 6 : 100 = 60 \text{ л CO}_2$ . Максимально можливий час роботи за таких тяжких умов дорівнює 1,5 год.

Далі майстер або виконроб, з урахуванням максимального часу роботи, планує періодичність контролю складу повітря, провітрювання колодязя, а також час роботи і відпочинку.

Метеорологічні умови визначають можливість зупинки більшості видів будівельних робіт.

Проведення робіт при сильному снігопаді, тумані, поганій освітленості повинно бути припинено. Наприклад, монтажні роботи і робота крану при силі вітру  $15 \text{ м/с}$  повинні бути припинені, а кран закріплений протиугінними пристосуваннями.

Оздоровлення умов праці на робочому місці з підвищеною температурою необхідно проводити за рахунок механізації та автоматизації технологічних процесів, встановлення оптимальних умов праці за рахунок природного теплообміну або виділення небезпечних процесів в окремі приміщення, забезпечення природного провітрювання, або встановлення витяжної вентиляції з 2—4-кратним повітрообміном за годину, влаштування повітряних душів на робочих місцях, направлених на робочих зі швидкістю 2—6 м/с при температурі  $15\text{—}20 \text{ }^\circ\text{C}$ , встановлення щитів — екранів для захисту від прямої дії променевого тепла, застосування індивідуальних захисних засобів, які захищають від дії тепла або холоду, забезпечення робочих необхідними умовами для відпочинку і спеціальним водним режимом (підсолена газована вода), санітарно-побутовими приміщеннями (душ, гардероб, побутові приміщення).

Повітря на рівні моря має тиск  $1,01 \times 10^5 \text{ Па}$ . У випадку значного підвищення або пониження атмосферного тиску повітря зміниться і виникнуть незадовільні умови для життєдіяльності людини. Так, з пониженням тиску, кількість кисню у повітрі зменшується і настає кисневе голодування організму. На висоті 5—6 км над рівнем моря тиск повітря понижується приблизно в 2 рази. При вмісті кисню у повітрі нижче за 12 % людина може перебувати не довше 0,5 год.

Глибоководні будівельні роботи ведуться в умовах підвищеного тиску. Так, під час водолазних робіт на кожні 10,33 м глибини тиск під костюмом водолаза підвищується на 0,1 МПа. При швидкому переході з кесонів у середовище з нормальним тиском настає киснева хвороба (декомпресійна).

При виконанні низки спеціальних робіт (влаштування тунелів, кесонів, підводні роботи), де необхідний підвищений тиск повітря — від 20 до 405 Па (0,2 до 4 атм.), слід встановлювати скорочений робочий день і забезпечувати повільний перехід від одного атмосферного тиску до іншого шляхом влаштування спеціальних перехідних камер.

У деяких видах робіт, пов'язаних із перебуванням у високогірській місцевості, де існує понижений тиск (на висоті більше 2500 км він падає до 73 330 Па) працівників необхідно забезпечувати кисневими апаратами, а також теплим і зручним одягом.

При мокрих технологічних процесах повітря насичується водяними парами. Як відомо, для кожної температури повітря існує своя межа вмісту водяних парів, що називається абсолютною вологістю повітря. Крім того, повітря характеризується відносною вологістю, яка визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{D}{D_{max}} \times 100, \% , \quad (2.3)$$

де  $D$  — фактичний вміст водяних парів у певному об'ємі повітря, г/м<sup>3</sup>;  $D_{max}$  — максимальний вміст водяних парів при певній температурі повітря, г/м<sup>3</sup>.

Високий рівень насиченості повітря водяними парами негативно впливає на організм людини. З іншого боку, знижена вологість викликає сухість слизових оболонок дихальних шляхів. Велика сухість повітря одночасно з високою температурою і сильними вітрами шкідлива для здоров'я людини.

Для створення комфортних умов праці розробляються такі засоби профілактики залежно від конкретних умов праці:

- проектування будинків і споруд із урахуванням метеорологічних умов;
- організація природної чи механічної вентиляції робочих місць;
- зменшення виділень теплоти від поверхонь шляхом їх огородження і термоізоляції;

- установлення захисних екранів від прямої дії сонячних променів;
- зовнішнє покриття кабін керування будівельних машин фарбами з високим коефіцієнтом відбиття сонячних променів (покриття алюмінієвою фарбою знижує поглинання теплоти на 10—12 %, а покриття кабін темно-зеленою чи темно-сірою фарбою призводить до поглинання більше ніж 80 % теплової енергії сонячних променів);
- застосування механізації й автоматизації виробництва;
- використання індивідуальних засобів захисту (одяг з теплоізоляційними властивостями, димчасті та кольорові окуляри тощо);
- створення умов відпочинку і спеціального режиму пиття;
- скорочення робочого дня, встановлення місця для обігріву;
- оснащення машин і механізмів засобами, що забезпечують їхню безпечну роботу.

### 2.2.2. Розрахунок потрібного повітрообміну при проведенні будівельних робіт

При проведенні деяких видів будівельних робіт (оздоблювальні роботи, роботи в колодязях, ємностях тощо) для попередження професійних захворювань, вибухів, пожеж необхідно мати зведення про інтенсивність повітрообміну.

Джерелами виділення теплоти можуть бути нагрівальні пічки, ковальські горни, двигуни внутрішнього згорання, сушарки, сонячна радіація тощо.

**Визначимо кількість теплоти  $Q$ , що виділяється деякими джерелами:**

— від нагрітих поверхонь:

$$Q = \sum A_i \alpha_i (t_{cm.s} - t_n) \times 10^{-3}, \text{ квт}, \quad (2.4)$$

де  $A_i$  — площа нагрітої поверхні,  $m^2$ ;  $\alpha_i$  — коефіцієнт теплопередачі від стінок зовнішніх поверхонь до повітря приміщення,  $Вт/m^2c$ ;  $t_{cm.s}$  — температура зовнішніх стінок,  $^{\circ}C$ ;  $t_n$  — температура повітря приміщення,  $^{\circ}C$ ;

— від стінок пічок, що працюють на твердому, рідкому та газоподібному паливі:

$$Q = 0,278Q_n^p B \alpha n, \text{ Вт}, \quad (2.5)$$

де  $Q_n^p$  — найнижча робоча питома теплота згоряння палива, Дж/кг;  $B$  — витрати палива, кг/год;  $\alpha$  — коефіцієнт, що характеризує кількість теплоти, яка виділяється в цех (для пічок  $\alpha = 0,4-0,7$ , для електрованн —  $0,3$ );  $n$  — коефіцієнт одночасної роботи пічок;

— від електричних пічок і ванн:

$$Q = 100P \alpha n, \text{ Вт}, \quad (2.6)$$

де  $P$  — встановлена потужність електропічок і ванн, кВт;

— від джерел штучного освітлення:

$$Q = P_{oc} \eta_{oc}, \text{ Вт}, \quad (2.7)$$

де  $P_{oc}$  — сумарна потужність світильників, кВт;  $\eta_{oc}$  — коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову ( $0,95$  — для лампи розжарювання,  $0,55$  — для люмінесцентних ламп);

— від електричних двигунів і верстатів:

$$Q = P_y k_s k_o k_m, \text{ Вт}, \quad (2.8)$$

де  $P_y$  — номінальна встановлена потужність електричних двигунів, кВт;  $k_s$  — коефіцієнт завантаження двигунів, що дорівнює відношенню середньої потужності двигуна до номінальної;  $k_o$  — коефіцієнт одночасності роботи обладнання ( $0,5-1,0$ );  $k_m$  — коефіцієнт тепловиділення цього обладнання ( $0,1-1,0$ );

— від сонячної радіації при зовнішній температурі  $10^\circ\text{C}$  і вище

для скляних проїомів:

$$Q = q_0 A_0 k', \text{ Вт}, \quad (2.9)$$

для панелей:

$$Q = q_n A_n k_n, \text{ Вт}, \quad (2.10)$$

де  $q_0, q_n$  — теплопоступлення від сонячної радіації (за табл. СНіПу II-3-75);  $A_0, A_n$  — поверхні скла і покриття,  $\text{м}^2$ ;  $k'$  — коефіцієнт, що враховує вид застіблення: для підвісного  $k' = 1,15$ ; для одинарного —  $1,45$ ;  $k_n$  — коефіцієнт теплопередачі покриття,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;

— від продукту і матеріалу, що охолоджуються:

$$Q = G_m C_m (t_n - t_k), \text{ кВт}, \quad (2.11)$$

де  $G_m$  — кількість матеріалу, що охолоджується в одиницю часу, кг/с;  $C_m$  — теплоємність матеріалу,  $\text{кДж}/\text{кг}^\circ\text{C}$ ;  $t_n$  і  $t_k$  — початкова і кінцева температура матеріалів,  $^\circ\text{C}$ .



Відносна вологість повітря в робочій зоні залежить від виділення парів під час проведення технологічних процесів, наприклад, під час сушіння будівельних матеріалів, промивання деталей у гарячій воді, охолодженні металу при термічній обробці, обробці деталей з застосуванням емульсії тощо.

**Кількість вологи  $W$ , що виділяється деякими джерелами випаровування:**

— від відкритих водяних поверхонь:

$$W = (\alpha + 0,1319)(P_n^n P_g^n) A, \text{ кг/год}, \quad (2.12)$$

де  $\alpha$  — коефіцієнт гравітаційної рухомості навколишнього повітря (при  $t_{\text{повітря}}$ : до 30 °C —  $\alpha = 0,16$ ; до 50 °C —  $\alpha = 0,243$ ; до 90 °C —  $\alpha = 0,383$ );  $g$  — швидкість гравітаційної рухомості, м/с;  $P_n^n, P_g^n$  — тиск насичених водяних парів при температурі води і повітря, кПа;  $A$  — площа дзеркала випаровування, м<sup>2</sup>;

— під час роботи металообробних верстатів з охолоджуючою емульсією:

$$W = 0,15 P, \text{ кг/год}, \quad (2.13)$$

де  $P$  — потужність верстатів, кВт;

— виділення вологи людьми:

$$W = n g, \text{ г/год}, \quad (2.14)$$

де  $n$  — кількість людей у приміщенні;  $g$  — волога, яка виділяється людиною, г/год.

Наприклад, під час роботи середньої важкості, якщо температура навколишнього середовища дорівнює 18 °C — людина виділяє вологи 110 г/год; при 25 °C — 185 г/год, при 35 °C — 280 г/год.

**Виділення парів і газів у приміщеннях  $G$ :**

— при випаровуванні речовин, які входять у склад лаків і фарб:

$$G = q_{\text{ж}} q A / 100, \text{ г/год}, \quad (2.15)$$

де  $q_{\text{ж}}$  — витрати рідкого лаку або фарби, г/м<sup>2</sup>год;  $q$  — вміст летючих розчинників у лаках або фарбах, що виділяються при випаровуванні, %;  $A$  — площа поверхні покриття, м<sup>2</sup>;

— кількість парів, що виділяється з поверхні зношених матеріалів, г/год:

$$G = q_x q_r A_r / 100 T, \text{ г/год}, \quad (2.16)$$

де  $q_x$  — витрати хімікату, г/м<sup>2</sup>,  $q$  — вміст летючих речовин у хімікатах, що виділяються при висушуванні, %,  $A$  — поверхня випаровування, м<sup>2</sup>;  $T$  — тривалість випаровування, год;

— кількість вуглекислого газу, що виділяється людиною:

під час легкої фізичної роботи — 45 г/год;

під час важкої фізичної роботи — 70 г/год;

— вміст оксиду вуглецю, що виділяється під час роботи карбюраторного двигуна у приміщенні:

$$G = 15q_T \left( \frac{m}{100} \right) \left( \frac{t}{60} \right), \text{ кг/год}, \quad (2.17)$$

де  $q_T$  — витрати палива двигуном у розрахунковий період, кг/год;

$$q_T = (0,6 - 0,8) \vartheta h,$$

де  $\vartheta h$  — робочий об'єм циліндра двигуна, л;  $m$  — масовий вміст шкідливостей у відпрацьованих газах (при русі автомобіля в цеху  $m = 4$  %, при розігріванні двигуна і виїзді з приміщення — 6 %), %;  $t$  — час роботи двигуна одного автомобіля, год;

— кількість оксиду вуглецю, оксидів азоту й альдегідів, які виділяються під час роботи чотирьохтактного дизельного двигуна у приміщенні:

$$G = (160 + 13,5\vartheta h) \left( \frac{m}{100} \right) \left( \frac{t}{60} \right), \text{ кг/год} \quad (2.18)$$

Наприклад, при русі автомобіля по приміщенню і виїзді з нього  $m$ : для оксиду вуглецю = 0,054 %;

для оксиду азоту = 0,009 %;

для альдегідів = 0,037 %.

**Кількість повітря  $V$ , необхідного для подавання у приміщення, щоб довести концентрацію шкідливих речовин до норм ГДК:**

— для приміщень з виділенням газів і парів:

$$V = \frac{Q}{k_2 - k_1}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.19)$$

де  $Q$  — кількість шкідливих газів і парів, що виділяється у приміщення, мг/год;  $k_2$  — ГДК у повітрі приміщення, мг/м<sup>3</sup>;  $k_1$  — концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі, мг/м<sup>3</sup>;

— для приміщень з надлишковим виділенням теплоти:

$$V = \frac{Q_{\text{надл}}}{c\rho(t_e - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.20)$$

де  $Q_{\text{надл}}$  — теплонадлишки у приміщенні, кДж/год;  $c$  — масова питома теплоємність повітря, кДж/кг °С;  $\rho$  — густина повітря, яке надходить у приміщення, кг/м<sup>3</sup>;  $t_e$  і  $t_{\text{пр}}$  — температури повітря, що виділяється і надходить у приміщення, °С;

— для приміщень з надлишковим виділенням вологи:

$$V = \frac{W}{(d_e - d_p)\rho}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.21)$$

де  $W$  — кількість водяної пари, що виділяється у приміщення, г/год,  $d_e$  — допустимий вміст водяної пари у повітрі приміщення г/кг;  $d_p$  — вміст вологи в зовнішнього повітря, г/кг;

— для кабін самохідних машин:

$$V = \frac{Gtn \times 10^6}{k_1 \times 60}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.22)$$

де  $t$  — тривалість виділення газів автомобілем, хв;  $n$  — найбільше число автомобілів, що виділяють гази протягом години;  $k_1 = 200$  — значення, що приймається при роботі у загазованій атмосфері не більше 10—15 хв;  $G$  — кількість газу CO, який виділяється автомобілем, кг/год.

Необхідний повітрообмін при одночасному виділенні в приміщення теплоти й вологи, визначається графоаналітичним методом із застосуванням I—d діаграми.

Оцінка ефективності повітрообміну в приміщенні характеризується кратністю повітрообміну  $K$ :

$$K = \frac{V_e}{V_{\text{прим}}}, \quad (2.23)$$

де  $V_e$  — об'єм вентиляційного повітря, м<sup>3</sup>/год;  $V_{\text{прим}}$  — об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

З огляду на виділення шкідливих речовин під час проведення малярських робіт, для створення безпечних умов необхідно правильно організувати провітрювання робочих зон.

Під час фарбування приміщень і для розрахунку повітрообміну необхідно спочатку визначити продуктивність праці малярів:

$$\Pi = \frac{S}{n\tau}, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (2.24)$$

де  $S$  — площа поверхні, що фарбується,  $\text{м}^2$ ;  $n$  — число малярів;  $\tau$  — тривалість робіт, год.

За формулою (2.24) необхідно брати максимальну продуктивність праці.

Далі визначається кількість  $Q$  парів розчинників:

$$Q = 0,01B \times \alpha \times \Pi \times n, \text{ г/год}, \quad (2.25)$$

де  $B$  — вміст летучих компонентів у фарбі, %;  $\alpha$  — питома витрата фарби,  $\text{г/м}^3$ .

Потім визначається необхідний повітрообмін під час фарбувальних робіт:

$$L = 1,3 \frac{Q}{q}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.26)$$

де  $Q$  — ГДК чи нижня концентраційна межа СН,  $\text{г/м}^3$ .

Якщо температура у приміщенні підвищена, потрібний повітрообмін оцінюється з іншою формулою.

Нарешті, встановлюється кількість провітрювань протягом однієї години:

$$\tau_{np} = \frac{dL}{S_e v_e}, \quad (2.27)$$

де  $d$  — коефіцієнт, що дорівнює 1;  $S_e$  — площа вентиляційного отвору,  $\text{м}^2$ ;  $v_e$  — швидкість руху повітря,  $\text{м/с}$ .

Таким чином, для створення нормальних санітарно-гігієнічних умов, попередження пожеж і вибухів необхідно правильно оцінити і застосувати на практиці провітрювання з урахуванням організації праці на робочому місці.

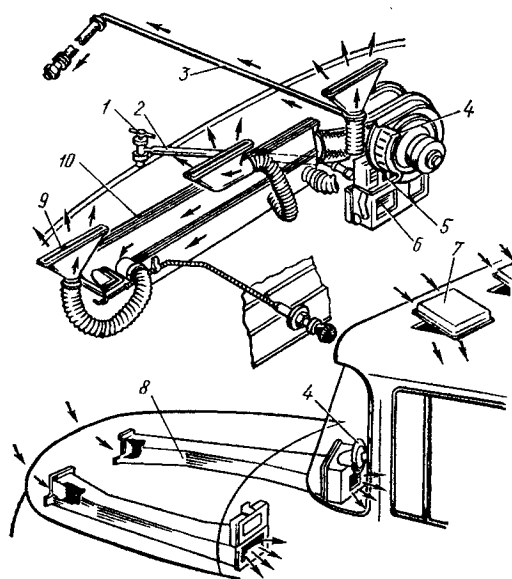
### 2.2.3. Мікроклімат у кабінах самохідних машин

До самохідних машин належать будівельні і дорожні машини, а також технологічний транспорт на будівництві — вантажні машини і трактори. Робоча швидкість цих машин не перевищує  $6 \text{ км/год}$ , а транспортна —  $40 \text{ км/год}$ . Самохідні машини працюють у всіх кліматичних зонах країни. Кабіни мають велику площу

скляних поверхонь, яка складає приблизно 0,2—0,6 % площі поверхні всіх огорожень кабіни.

Для забезпечення в кабінах мікроклімату і граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі, згідно з нормами ГОСТ 12.1.005-86, 12.1.007-86, 12.2.019-76 і 12.2.023-76, застосовують природну (люки, кватирки тощо) і примусову вентиляцію, а також пиловловлювачі, повітроохолоджувачі, кондиціонери та обігрівачі.

Принципова схема вентиляції та обігріву кабіни вантажного автомобіля і будівельної машини на базі цього автомобіля представлена на рис. 2.1.



**Рис. 2.1.** Принципова система вентиляції й обігріву кабіни вантажного автомобіля

Із системи охолодження двигуна гаряча рідина через кран 1 по трубопроводу 2 надходить у трубчасто-пластинчастий радіатор 5 обігрівача. По трубопроводу 3 вода повертається у водяний насос двигуна. Повітря для нагріву в обігрівачі надходить по каналу 8, розташованому під капотом двигуна. Нагріте в обігрівачі повітря подається в кабінку вентилятором 4. Подача нагрітого повітря регулюється заслонками 6. Вітрове скло обдувається теплим по-

вітрям із сопла 9, куди воно надходить по каналу 10 від обігрівача. Повітря може надходити в кабину також через люки 7 в даху kabіни, поворотні кватирки й опущене скло дверей kabіни.

Обігрівач починає ефективно працювати, якщо рідина, що циркулює в системі охолодження двигуна, має температуру 75—80 °С. Температура повітря, яке поступає від обігрівача, повинна бути не більшою 40 °С.

На деяких тракторах і будівельних машинах на базі тракторів обігрів і вентиляцію kabіни роблять окремо (рис. 2.2). Тепло в кабину 4 надходить через рукав 3 від розтрубо-забірника 2. Примусова вентиляція створюється вентилятором, встановленим на даху kabіни (рис. 2.3).

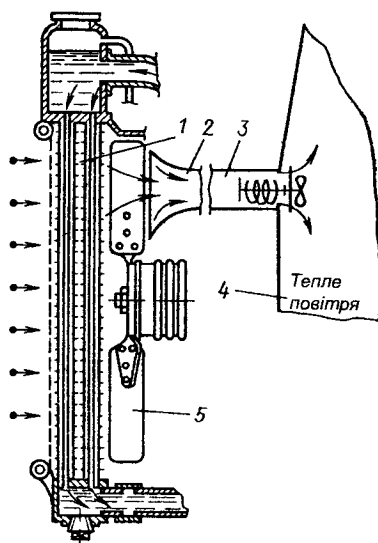


Рис. 2.2. Схема обігріву kabіни від теплого повітря радіатора

Вентилятор 1, який приводиться в рух двигуном 2, всмоктує зовнішнє повітря під ковпак 3. Повітря, що надійшло, піддається відцентровому очищенню від пилу на лопастях вентилятора. Далі чисте повітря через патрубок 4 надходить у кабину 5, а пил, відокремлений від повітря, викидається назовні через отвори в корпусі вентилятора. Вентилятор-пилевідокремлювач, створюючи в кабіні надлишковий тиск (40—50 Па), перешкоджає проникненню пилу в кабину.

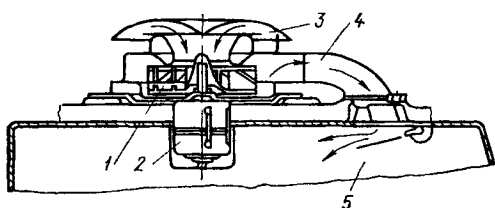


Рис. 2.3. Схема примусової вентиляції кабіни

Для обігріву кабіни застосовують автономні обігрівачі. На рис. 2.4 показаний бензиновий обігрівач. Бензин із баку 1 насосом 2 через бензовідстійник 5 подається в обігрівач 4, де, згоряючи, підігріває повітря. Через повітровід 3 підігріте повітря підводиться до кабіни.

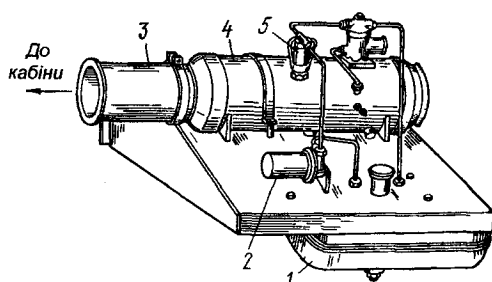


Рис. 2.4. Пристрій бензинової опалювальної установки

Такі опалювальні установки монтують на кранах з механічним і гідравлічним приводами ззаду чи збоку кабіни.

На тракторі К-700 автономний обігрівач вогневого типу використовують для обігріву кабіни і для передпускового підігрівання двигуна. На кранах з електричним приводом встановлюють у кабінах опалювальні установки, що складаються з електропечі потужністю 1 кВт.

Система опалення кабіни самохідних машин шляхом встановлення компактних нагрівачів, які дають зосереджену подачу теплового повітря, порушує оптимальний теплообмін водія. У цьому випадку температура внутрішніх огорожень кабіни істотно нижча за температуру повітря, і тіло водія змушене збільшувати тепловіддачу радіацією в навколишнє середовище.

Гігієнічні дослідження в цій сфері ставлять завдання оцінювати теплове відчуття водія за сполученням температур повітря в кабіні та її внутрішніх огороженнях з урахуванням швидкості руху теплого повітря і його відносної вологості. З цією метою починають застосовувати в кабінах будівельних кранів (КБ-100.0АС; КБ-403А; КС-3571) панельно-променеве опалення. Його принцип полягає в тому, що на підлозі і по стінах кабіни розміщують нагрівальні панелі (вони ж є облицювальним матеріалом), в яких є нагрівальні елементи. Вони складаються з пластин із розташованим усередині нагрівальним шаром з електропровідного паперу. За наявності в кабіні жалюзі у підлозі і дефлектора в даху, всередині кабіни створюється гравітаційний напір для конвективного теплоповітрообміну, що створює для організму людини гігієнічні і комфортні умови. Нагрівальна панель типу "Спотерм" марки Б-1Т має такі характеристики: розміри —  $1475 \times 975 \times 3$  мм; електричний опір — 30 Ом; робоча напруга — 220 В; потужність — 2,3 кВт; температура поверхні елемента при температурі повітряного середовища  $+ 22$  °С — не більше 85 °С.

В умовах запиленості зовнішнього повітря, наприклад, під час земляних робіт, у кабінах встановлюють фільтровентиляційні установки або кондиціонери. Фільтровентиляційна установка для кабін екскаваторів (рис. 2.5) складається з вентилятора 1, двоступеневого фільтра 2, кліматизера 4, повітророзподільного

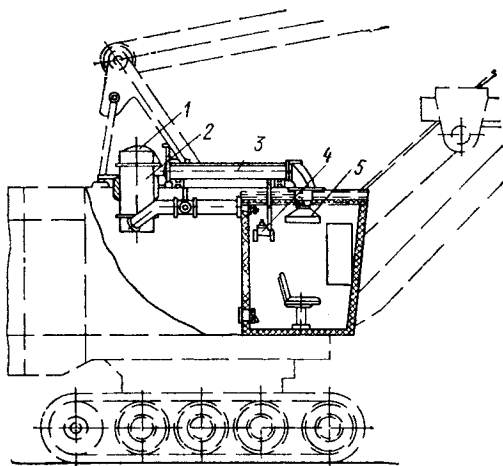


Рис. 2.5. Універсальна фільтровентиляційна установка на екскаваторі



пристрою 5 та напірного повітровода 3 з нагрівальними елементами і зволожувачем повітря.

За допомогою цієї установки можна вентилювати кабінку за рециркуляційною чи прямотечійною системою. Повітря, що надійшло, очищається від пилу двоступенево. Холодне повітря підігрівається електрокалорифером, а тепле охолоджується і зволожується водою.

У кабінах починають застосовувати кондиціонування повітря за допомогою кондиціонерів. За принципом дії їх поділяють на випаровувальні, фреонові і термоелектричні.

Найпростішим кондиціонером випаровувального типу є *вентиляційна установка з повітроохолоджувачем*. У кабінку надходить повітря, очищене від пилу, зволене й охоложене. Повітроохолоджувач працює за принципом відбору теплоти під час випаровування води при контактi з теплим повітрям (рис. 2.6).

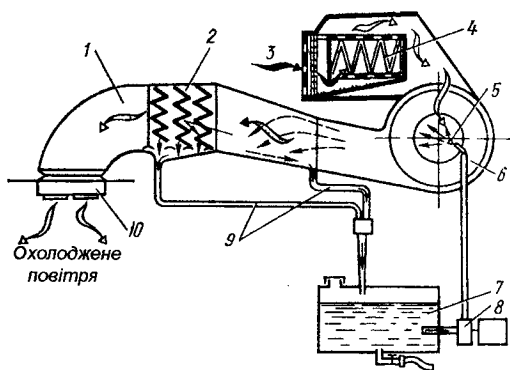


Рис. 2.6. Схема пристрою вентиляційної установки з повітроохолоджувачем

Зовнішнє запилене повітря вентилятором 6 засмоктується в забірний пристрій 3, розташований на даху кабіни. Пил, відділений від повітря у фільтрі 4, викидається назовні. Очищене від пилу повітря зустрічається з водою, що надходить із сопла-розпилювача 5 за допомогою водяного насоса 8 з баку 7.

Повітря, стикаючись із краплями води із сопла-розпилювача, додатково очищається від пилу й охолоджується, віддаючи частину тепла на випаровування води. Вода, що не випарувалась, затримується в крапельловлювачі 2 і по трубах 9 стікає назад у бак 7.

Охолоджене і очищене повітря по повітроводу 1 і повітророзподільвачу 10 надходить у кабіну.

Для повітроохолоджувача застосовують тільки питну воду і в кількості 1,5—2,9 кг/год.

Під час роботи в холодний період року в блоці повітроохолоджувача встановлюється теплообмінник для подачі підігрітого повітря у кабіну. Теплообмінник підключається до системи охолодження двигуна трактора.

У фреоновому кондиціонері (рис. 2.7) фреон (газ) при нормальній температурі стискається в компресорі 1 і надходить у кондиціонер або теплообмінник 3 для охолодження. Стиснений фреон переходить у рідкий стан і надходить у випаровувач або повітроохолоджувач 2, де, розширюючись, випаровується і поглинає при цьому велику кількість тепла з навколишнього повітря.

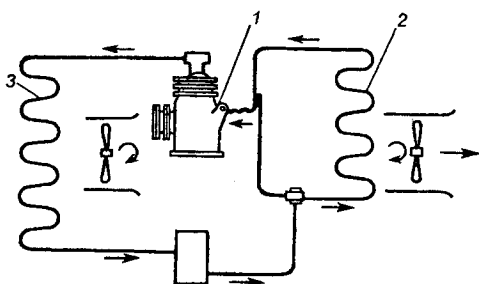


Рис. 2.7. Схема фреонового кондиціонера

Термоелектричний кондиціонер працює на ефекті виділення чи поглинання тепла на спаях двох різних провідників залежно від напрямку електричного струму (ефект Пельтьє).

Повітря охолоджується (рис. 2.8, б) за допомогою термоелементів, які складаються з двох напівпровідників 1 і 2, послідовно з'єднаних пластинами 3. Повітря, яке подається вентилятором 4, охолоджується на холодних спаях і надходить у кабіну 5 (рис. 2.8, а), а повітря, що охолоджує гарячі спаї, виводиться в атмосферу.

**Тепловий баланс кабіни.** Кабіну можна розглядати як вентильовану камеру.

З огляду на те, що температура в кабіні повинна бути незмінною, рівняння теплового балансу має вигляд:

$$\sum Q_i = 0, \quad (2.28)$$

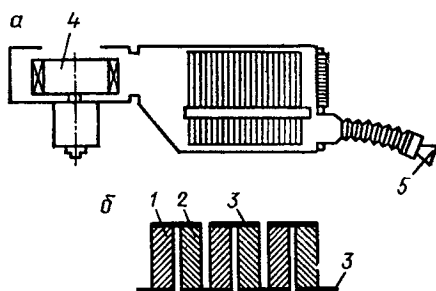


Рис. 2.8. Схема термоелектричного кондиціонера:  
а — загальний вигляд; б — схема елементів

де  $Q_i$  — теплонадходження в кабину від джерел тепла і тепловтрати через прозорі й непрозорі огороження кабіни в холодний період року, ккал/кг × град.

Для більшості кабін складові теплового балансу є такими:

$$\sum Q_i = Q_{\text{ч}} + Q_{\text{дв}} + Q_{\text{т.м}} + Q_{\text{гдр}} + Q_{\text{ел}} + Q_{\text{внт}} \pm Q_{\text{по}} \pm Q_{\text{нпо}}, \quad (2.29)$$

де  $Q_i$  — теплонадходження від:  $Q_{\text{ч}}$  — водія;  $Q_{\text{дв}}$  — двигуна;  $Q_{\text{т.м}}$  — трансмісії;  $Q_{\text{гдр}}$  — гідрообладнання;  $Q_{\text{ел}}$  — електрообладнання;  $Q_{\text{внт}}$  — вентилятора, що подається обігрівачем; теплонадходженням чи тепловтратами від:  $Q_{\text{по}}$  — прозорих огорожень (скла);  $Q_{\text{нпо}}$  — непрозорих огорожень кабіни.

**Теплоізоляція кабін.** Основна вимога до теплоізоляційних матеріалів кабін — це мінімальна теплопровідність, високі звукоізоляційні властивості і необхідна міцність.

У більшості випадків теплоізолювальні панелі кабін роблять тришаровими: зовнішній шар — облицювання з металевого листа товщиною 0,8—3 мм; середній шар — теплоізоляційний із пінопласту, повсті, гуми, вати, картону чи повітряного прошарку і внутрішній — облицювання з шкірзамінника, фанери та інших матеріалів.

Втрата теплоти через багатшарову панель кабіни складає:

$$Q = KA(t_n - t_a), \text{ Вт} \quad (2.30)$$

де  $K$  — коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup> × °С);  $A$  — площа огороження, м<sup>2</sup>;  $t_n$ ,  $t_a$  — зовнішня і внутрішня температура, °С;

Коефіцієнт теплопередачі:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \sum \left( \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{1}{\alpha_e}}, \quad (2.31)$$

де  $\alpha_n, \alpha_e$ , — коефіцієнти тепловіддачі на зовнішній і внутрішній обшивці кабіни;  $\delta_i$  — товщина однорідного шару теплоізоляційного матеріалу, м;  $\lambda_i$  — теплопровідність однорідного шару теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м<sup>2</sup> × °С);  $\Sigma$  — у цій формулі йдеться про панель із декількох шарів теплоізоляції.

Прикладом сучасної термошумоізоляційної кабіни може бути кабіна автомобіля-самоскида КАМАЗ-5511. Кабіна виконана з листової сталі товщиною 0,9—1,2 мм і розташована над двигуном. Теплова ізоляція від двигуна виконана зі скловолокна. Термошумоізоляція підлоги складається із шаруватої ватиліно-бітумної плити, поверх якої покладений коврик із штучної шкіри з основою із штучного волокна. Передня частина кабіни має багатошаровий гофрований картон. Термошумоізоляція боковин, задньої частини і даху виконана скловолокнистими плитами, що зверху покриті перфорованою штучною шкірою із шаром пінополіуретану.

Кабіна трактора ДТ-75М виготовляється із сталюого листа товщиною 1—1,4 мм. Теплошумоізоляція виконана по передній стінці і підлозі губчатою гумою, а по даху — штучною повстю товщиною 12 мм, облицювальним картоном і штучною шкірою.

### Приклад

Визначення необхідного повітрообміну для гаража стоянки, що розрахований на одночасне розміщення 15 автомобілів.

Максимальна кількість машин  $n$ , що від'їжджають протягом години з гаража — 12, повертаються в гараж у кінці робочого дня — 8.

Тривалість виїзду машини з гаража — 5 хвилин.

Тривалість в'їзду машини на місце стоянки — 1 хвилина.

Витрати палива на одну машину  $q_T = 10$  кг/год.

Допустимий вміст чадного газу у вихлопних газах карбюраторних двигунів —  $m = 10$  %.

Кількість шкідливих речовин, що виділяються під час роботи двигуна в приміщенні —  $k_1 = 200$  г/м<sup>3</sup>.

### Рішення

Розрахунок проводиться для максимальної кількості машин, у цьому випадку тих, що виїжджають.

Кількість чадного газу  $W$ , яка виділяється автомобілем, визначається за формулою 2.17:

$$G = 15q_T \left( \frac{m}{100} \right), \text{ кг/год.}$$

Підставляючи наші дані, отримуємо :

$$G = 15 \times 10 \frac{10}{100} = 15, \text{ кг/год.}$$

Повітрообмін, необхідний для розчинення шкідливих виділень до ГДК (ф. 2.22):

$$L = \frac{G \times t \times n \times 10^6}{k_1 \times 60}, \text{ м}^3/\text{год},$$

де  $t$  — тривалість виділення газів автомобілем, хв (приймаємо з урахуванням розігріву — 5 хвилин);  $n$  — найбільше число автомобілів, що виділяють гази протягом години (в нашому випадку — 12);  $k_1$  — кількість шкідливих речовин, що виділяють під час роботи двигуни протягом 15 хвилин (у нашому випадку  $k_1 = 200 \text{ г/м}^3$ ).

Для наших умов:

$$L = \frac{15 \times 5 \times 12 \times 10^6}{200 \times 60} = 75 \times 10^3, \text{ м}^3/\text{год.}$$

При нерівномірному виїзді автомобіля із гаража протягом години приймають для розв'язання відрізок часу, за який з гаража виїжджає найбільша кількість машин.

Наприклад, за 10 хвилин вибуло і прибуло 10 машин, отже:

$$L = \frac{15 \times 5 \times 10 \times 10^6}{200 \times 60} = 6,25 \times 10^4, \text{ м}^3/\text{год.}$$

## Питання для перевірки засвоєння матеріалу

1. На які групи поділяють відповідно до ГОСТу 12.0.003-86 шкідливі і небезпечні виробничі фактори за природою їх дії на організм людини?
2. Що називають професійними шкідливими чинниками?
3. Що є задачею служби гігієни праці і виробничої санітарії?
4. Як поділяють за характером дії на організм людини шкідливі речовини?
5. На які класи небезпеки поділяють шкідливі речовини?
6. Які моменти повинні передбачати заходи з забезпечення безпеки праці у будівництві при контакті зі шкідливими речовинами?
7. Чим попереджується виникнення професійних захворювань?
8. Що таке "робоча зона"?
9. На які категорії за комфортних умов поділяють усі види робіт?
10. Яка частка змінного часу для робітників за I і II категоріями робіт під час теплого періоду року приділяється на відпочинок?
11. За якою формулою визначається час на відпочинок і особисті потреби для робітників за III категорією робіт?
12. З яких причин відбувається втрата тепла людиною?
13. Що розуміють під оптимальними мікрокліматичними умовами?
14. З якої причини потрібно звертати особливу увагу на роботу в глибоких колодязях і траншеях у спекотну, безвітряну погоду?
15. За рахунок чого проводять оздоровлення умов праці на робочому місці з підвищеною температурою?
16. Які заходи ОП передбачені при виконанні ряду спеціальних робіт, де необхідний підвищений тиск повітря?
17. За якою формулою визначається відносна вологість?
18. Які засоби профілактики залежно від конкретних умов праці розробляються для створення комфортних умов?
19. Які машини відносять до самохідних?
20. Які обігрівачі застосовують для обігріву кабіни?
21. Що є найпростішим кондиціонером випарувального типу?
22. Яка основна вимога до теплоізоляційних матеріалів кабіни?

---

## Розділ 3

# ПИЛ І ЗАХИСТ ВІД НЬОГО

### 3.1. Загальна характеристика пилу

Пил — це дрібні частинки твердої або рідкої речовини, які знаходяться у повітрі у зваженому стані.

У будівництві виробничий пил утворюється в результаті роздріблення каміння, буріння, роботи піскоструйних апаратів, при вибухах земляних мас, розбиранні старих будівель, розвантажуванні сипучих матеріалів тощо. Велика кількість пилу утворюється на будівельних майданчиках при наявності поганих доріг, відсутності поливання їх водою в літній час, приготуванні фарб і розчинів для малярних і штукатурних робіт з сухих сумішей.

Пил може бути різних видів, і класифікують його за такими ознаками:

- за родом речовин, із яких складаються частинки: органічний (деревинний, вугільний, торфяний), неорганічний (металевий, сталевий, чавунний, мідний), мінеральний (піщаний, вапняний, цементний) і змішаний, який містить пил третьої і другої груп (наприклад, пил, який утворюється від заточування інструментів);
- за ступенем дисперсності: пил (розмір частинок більший за  $10^{-3}$  см), хмара (розмір частинок  $10^{-3}$ — $10^{-5}$  см) і дим (розмір частинок менший за  $10^{-5}$  см);
- за станом: зважений у повітрі (аерозоль) і той, що осів на предмет (аергель);
- за фізичними якостями: твердістю, розчинністю, питомою вагою, розмірами і формами частинок, температурою спалаху тощо;
- за ступенем шкідливої дії на організм людини, що, в свою чергу, залежить від його кількості у повітряному середовищі, розміру частинок, хімічного складу і ступеня розчинності;

— за вибухонебезпекою: легкозаймистий зі швидким розповсюдженням полум'я (займається при підведенні постійного джерела тепла) і важкозаймистий.

Чим менший розмір пилинок, тим більша небезпека пилу, тому що цей пил довше лишається в якості аерозолю в повітрі і глибше проникає в легеневі канали. В організм людини проникають частинки пилу, зазвичай, не більші за 2 мкм. Потрапляючи на шкіру, пил проникає в сальні і потові залози і порушує терморегуляцію організму.

Дрібнодисперсний пил має більші питому поверхню, хімічну активність, нижчу температуру samozапалення і менше значення нижньої межі вибуховості, ніж великодисперсний.

Шкідлива дія пилу може проявитися у вигляді механічних пошкоджень шкіри, слизової оболонки, дихальних шляхів, очей, легенів, а також у вигляді токсичної (отруйної) і хімічної дії.

Тривале вдихання пилу (цементу, вапна, електрозварювального аерозолю) викликає у людини стійкі хронічні захворювання легень, які носять назву пневмоконіозів. Залежно від роду пилу, пневмоконіози мають різні види: силікоз, сілікатоз, антрохоз, асбестоз тощо.

Найнебезпечніший у будівництві — дуже дрібний (з розмірами частинок меншими за 5 мкм) і мінеральний пил (силікатний, піщаний, вапняний тощо), який трапляється при роботі з цементом, вапном і при піскоструйних роботах. Силікатний пил, проникаючи в легені людини, може викликати запальні процеси, а як результат — професійне захворювання — силікоз.

Граничнодопустимі концентрації пилу, газів й інших аерозолів, залежно від характеру й умов виробництва у повітрі робочої зони, наведені в "Санітарних нормах проектування промислових підприємств" (СН 245-71), у ГОСТі 12.1.005-86 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" і ДБА А. 3.1-5-96 "Організація будівельного виробництва".

Низка виробничих процесів у будівництві (приготування розчино-бетонних сумішей, вантажно-розвантажувальні роботи, шліфування, обробка кам'яних і дерев'яних матеріалів, електрозварювання та інші види робіт) пов'язані з виділенням значних кількостей пилу та аерозолів, які за певних концентрацій негативно впливають на працівників. Вміст пилу у повітрі робочої зони не повинен перевищувати ГДК.



Нижче наведені значення ГДК найбільш характерних матеріалів, які застосовуються при будівельно-монтажних роботах ( $\text{мг/м}^3$ ) (табл. 3.1):

**Таблиця 3.1. ГДК матеріалів, які застосовуються при будівельно-монтажних роботах,  $\text{мг/м}^3$**

Алюмінієвий пил у вигляді аерозолю	6
Доломіт	6
Вапно	6
Пил, що містить 70 % вільного двоокису кремнія (кварц, кристобаліт, гліділіт)	6
Пил, що містить більше 10 % і до 70 % вільного двоокису кремнію	2
Пил граніту	2
Азбестовий пил	2
Пил інших силікатів (тальк, олівін)	4
Абразивний пил (корунд, карборунд)	5
Пил цементний	6
Пил вугільний	2

Засоби захисту від пилу поділяють на:

- загальні: механізація й автоматизація процесів розмелення, дріблення, просіювання, транспортування, вивантаження матеріалів, що пиляться, зміна технологічного процесу (наприклад, заміна процесів сухого шліфування каменів й інших деталей на бігунах мокрим), застосування герметичного обладнання, розміщення і встановлення пилячих процесів в окремі ізольовані приміщення, влаштування забирання пилу з місць його виникнення (наприклад, влаштування місцевої і загальної вентиляції, кожуха точильного інструменту і пилоприймальників на шляху пилового потоку), поливання сухих пильних доріг сумішшю води з 20-відсотковим розчином хлорного вапна, що знижує запиленість повітря до 1,8—2,6  $\text{мг/м}^3$ ;
- індивідуальні: застосування протипилового одягу, респіраторів, захисних окулярів, марлевих пов'язок, протигазів, скафандрів.

Зараз для приготування розчинів і асфальтобетонних сумішей серійно випускаються автоматизовані установки з автоматичними дозаторами інертних і в'язучих матеріалів. Управління обладнанням здійснюється з герметизованих кабін з кондиціонуванням повітря. Для розвантаження цементу, алебастру, вапна застосовуються пневматичні розвантажники. На будівельно-дорожніх машинах (кранах, екскаваторах, автогрейдерів, скреперах, вантажниках тощо) встановлюються уніфіковані кабінки, які обладнані вентиляцією.

### 3.2. Пил як причина вибухів і пожеж

Пил може стати не тільки джерелом вибуху, але й джерелом його поширення, що не завжди враховується в будівельній практиці. За ДСТ 12.1.010-76 "Вибухонебезпека. Загальні вимоги" (ССБТ), основними параметрами, що характеризують вибухонебезпеку середовища, є концентраційні межі вибуховості.

Під вибуховістю пилу розуміють здатність речовини в суміші з киснем повітря згоряти з великою швидкістю та виділенням енергії й газів, здатних вибухати.

Вибуховість пилу залежить від концентрації речовини і визначається нижніми й верхніми концентраційними межами. Нижньою концентраційною межею є той мінімальний вміст пилу, при якому можливий або вибух, або швидке згоряння з великим виділенням теплоти. Вибуховість залежить, в основному, від типу і речовинного складу пилу, ступеня вивітрювання, дисперсності, зольності і вологості пилу й визначається експериментально на спеціальних установках.

Продукти згоряння, що виділяються в умовах неповного горіння або у разі термічного розкладу різного роду полімерних з'єднань, представляють серйозну загрозу для життя і здоров'я людей. Так, наприклад, вдихання 0,4 % окислу вуглецю є смертельним, 8—10 % концентрація двоокису вуглецю також є небезпечною для життя людини. Ще більш небезпечними є продукти термічного розпаду різного роду хімічних речовин: фосгену, хлористого водню, синильної кислоти тощо. Не менш небезпечними для здоров'я й життя людей є тепло, що виділяється під час пожежі. Вдихання в умовах пожежі повітря, що має температуру 60—70 °С,

протягом декількох хвилин викликає в організмі людини незворотні фізіологічні зміни, що призводять до смерті.

Для попередження вибуху необхідно виключити утворення вибухонебезпечного середовища; забезпечити вміст вибухонебезпечних речовин меншим, ніж нижня концентраційна межа, застосовувати інгібуючі й флегматизуючі домішки; здійснювати періодичний контроль і прибирання приміщень (ДСТ 12.1.010-76).

З урахуванням вимог ССБТ, була розроблена методика контролю й профілактики вибухонебезпеки запиленних виробничих приміщень. Концентрація пилу в повітрі (аерозолі) легко контролюється, але знання кількості пилу, що відкладається (аерогелю), неможливе, і за певних умов цей пил може підніматися і брати участь у вибуху.

Приміщення з пилом, що відклався, будуть вибухобезпечними, якщо:

$$C = \frac{S_1 \delta_n \gamma_n}{V} \leq C_{н. м. в.}, \quad (3.1)$$

де  $C$  — концентрація пилу за умови, що вся вона знаходиться в зваженому стані,  $\text{г/м}^3$ ;  $S_1$  — загальна площа запиленої поверхні,  $\text{м}^2$ ;  $\delta_n$  — середня товщина шару пилу, що відклався,  $\text{м}$ ;  $\gamma_n$  — щільність пилу,  $\text{г/м}^3$ ;  $V$  — об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;  $C_{н. м. в.}$  — нижня межа вибуховості, тобто мінімальна концентрація зваженого пилу, за якої можливий вибух,  $\text{г/м}^3$ .

З формули (3.1) випливає, що:

$$\delta_n \leq \frac{C_{н. м. в.}}{\gamma_n} \times \frac{V}{S}, \text{ м} \quad (3.2)$$

Визначивши  $C_{н. м. в.}$  і  $\gamma_n$  при постійному обсязі приміщення й площі запиленої поверхні за товщиною шару пилу, що відклався, можна контролювати вибухонебезпеку виробничих приміщень.

З огляду на концентрацію зваженого пилу,  $C_{зв.}$  вираз (3.2) можна представити у такий спосіб:

$$\delta_n \leq \frac{C_{н. п. в.} - C_{зв.}}{\gamma_n} \times \frac{V}{S}, \text{ м}, \quad (3.3)$$

де  $C_{зв.}$  — концентрація зваженого пилу ( $\text{г/м}^3$ ).

Статистична обробка експериментальних даних показала, що між вологістю  $W$  і ступенем вибуховості (довжиною полум'я  $l$ )

існує тісний лінійний зв'язок. Коефіцієнт кореляції для комбікормового пилу — 0,87, для елеваторного — 0,90.

Рівняння регресії комбікормового й елеваторного пилу мають вигляд:

$$l_k = -9,57W + 218,70; \quad l_E = -4,16W + 125,07; \quad (3.4)$$

На підставі проведених досліджень слід дотримуватися такої методики контролю й профілактики вибухонебезпеки запилених виробничих приміщень:

1. Замірюється товщина шару пилу  $\delta_n$ , що відклався на конструкціях і устаткуванні, та визначається його вологість  $W$ .

2. Знаходиться нижня межа вибуховості пилу  $C_{н. м. в.}$ .

3. Контроль полягає у співставленні товщини заміряного шару пилу  $\delta_s$  з розрахунком за формулою (3.3) чи (3.4) для приміщень із великою кількістю зваженого пилу  $\delta_n$ .

Якщо заміряна товщина шару пилу більша за розраховану за формулами (3.3) чи (3.4) —  $\delta_s > \delta_n$  — розробляються засоби профілактики, що полягають у періодичному збиранні та обробці пилу водою й розчинами інгібіторів.

4. Встановлюється інтенсивність відкладення пилу  $I_n$ :

$$I_n = \delta_s / D, \text{ м/день}, \quad (3.5)$$

де  $\delta_s$  — заміряний приріст товщини шару пилу, що відклався, за кількість днів  $D$ , м

5. Розраховується періодичність збирання:

$$Зб. = \delta_n / I_n, \quad (3.6)$$

Як профілактичні засоби рекомендується обробка водою чи розчинами антипіринів, при цьому необхідно встановити кількість вологи в пилу, за якої останній втрачає здатність вибухати.

6. Встановлюється інтенсивність утрати вологи  $I_w$ :

$$I_w = \Delta W_s / D, \text{ кг/день}, \quad (3.7)$$

де  $\Delta W_s$  — уповільнена втрата вологи за кількість днів  $D$ , кг.

7. Установлюється періодичність внесення вологи:

$$\Pi_w = \frac{W - W_s}{I_w}, \quad (3.8)$$

де  $W$  — розрахована вологість, %;  $W_s$  — вологість у момент виміру товщини пилю, %.

8. Для створення визначеного запасу вибухобезпеки періодичність внесення вологи  $\Pi_w$  можна розраховувати за формулою:

$$\Pi_w = \frac{W}{I_w} \quad (3.9)$$

Результати досліджень свідчать, що для підвищення вибухопожежобезпеки виробничих приміщень засоби профілактики, що рекомендуються, завжди залежать від специфіки виробництва, стану устаткування, щільності його розміщення, способів пиловловлення тощо.

### 3.3. Засоби боротьби з пилом

Здатність високодисперсного пилю тривалий час перебувати в зваженому стані має неабияке значення для вирішення завдань із видалення його з повітря приміщень і будинків будівельної індустрії.

Засоби захисту від пилю поділяють на:

- загальні, коли з їхньою допомогою забезпечується покращення умов праці у виробничому приміщенні в цілому чи на робочих місцях поблизу джерел пилоутворення;
- індивідуальні, застосування яких захищає органи дихання, обличчя й очі робітників.

До загальних засобів захисту належать системи природної й штучної вентиляції, застосування різних пиловловлювачів, апаратів для видалення пилю з приміщень і робочих зон безпосередньо від місць його утворення тощо.

Очищення повітря робочих приміщень від пилю в основному пов'язане з уловлюванням і осадженням пилю спеціальними пристроями.

Пиловловлюючі пристрої можна поділити на п'ять великих груп (рис. 3.1):

- сухі і механічні апарати;
- апарати з застосуванням води;
- апарати з застосуванням фільтрів;

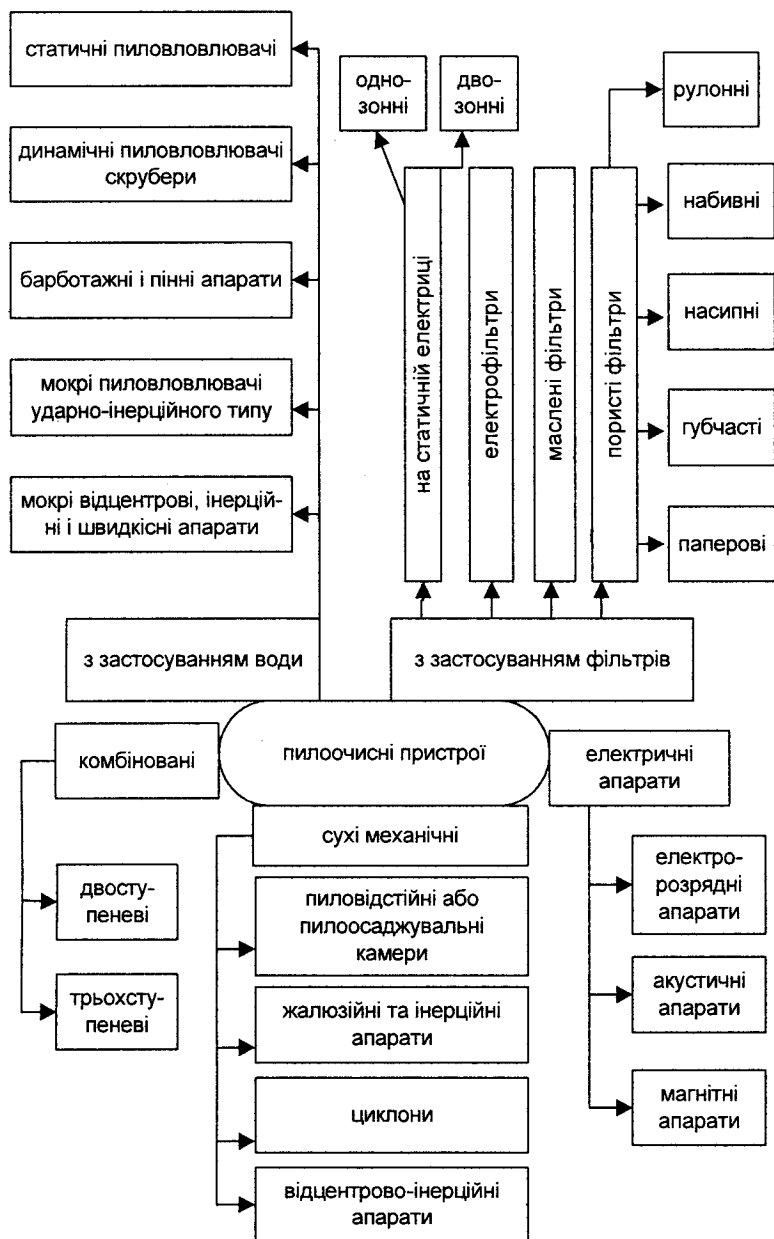


Рис. 3.1. Класифікація пиловловлюючих пристроїв

- комбіновані апарати;
- електричні апарати.

Правильне застосування апаратів будь-якої групи дає позитивний ефект, але тільки за умови врахування їхніх недоліків.

Так, сухі і механічні апарати характеризуються вторинним винесенням пилу, мають великі габарити (пиловідстойні камери), обмежені діапазони застосування за розмірами пилу. Апарати з застосуванням води споживають велику її кількість і вимагають дорогого очищення і води, і будівництва відповідних споруджень. У цих апаратах утворюються нарости і кислі рідини. Суттєвим недоліком апаратів цієї групи є винос частинок рідини, що негативно позначається на здоров'ї людей і технологічному устаткуванні. Апарати з застосуванням фільтрів дорогі, вимагають регенерації фільтруючого матеріалу чи його заміни. Електрофільтри характеризуються зворотним зди́манням пилу, їх забороняється застосовувати, якщо пил вибухонебезпечний. Ця група апаратів вимагає постійного кваліфікованого підходу. Комбінованим апаратам властиві недоліки пилоочисних апаратів перших трьох груп.

Така класифікація пиловловлюючих пристроїв за групами дає можливість (з урахуванням технології робіт) вибрати з них найбільш ефективні й економічно вигідні.

Якщо ж застосування пиловловлюючих пристроїв не забезпечує зниження концентрації пилу до граничнодопустимої норми, то для нетривалого захисту органів дихання застосовують різні види індивідуальних засобів захисту.

При виробництві будівельно-монтажних робіт для захисту від можливих професійних хвороб застосовуються різні види спецодягу і різноманітні індивідуальні засоби захисту: окуляри, маски, щитки, респіратори проти пилу, протигази, скафандри, що захищають органи подиху.

Респіратор — це фільтр, що захищає від пилу тільки органи дихання. Очі залишаються незахищеними. Варто пам'ятати, що робота в респіраторі може продовжуватися в середньому не більше 0,5 год, після чого необхідна перерва на 10—15 хв чи перехід на іншу роботу (без респіратора).

Для зниження запиленості повітря важливу роль відіграє правильна організація робіт. Так, наприклад, у виняткових випадках дозволяється викидати сміття тільки з вікон першого поверху, причому зона викиду повинна бути огорожена і за цим обов'язково повинен стежити черговий. Видаляти будівельне сміття

з поверхів можна у два способи: 1) похилими закритими спускними жолобами твердої чи м'якої конструкції в прийомний бункер із щелепним затвором (при цьому сміття попередньо зволожують водою, щоб уникнути пилоутворення); 2) навантаженням у контейнери, що забираються з поверхів за допомогою баштових та інших кранів. Неприбране з об'єкта сміття сприяє запиленню повітря, забруднює і захаращує будівельний майданчик, проходи, проїзди, робочі місця.

### **3.4. Сучасні засоби боротьби з пилоутворенням у будівництві**

#### **Технологічні заходи щодо зменшення пилоутворення**

До заходів, що забезпечують вимоги до стану повітря робочої зони виробничих приміщень, виробничого устаткування і виробничих процесів, належать:

- максимально можлива герметизація технологічного і транспортного устаткування, що порошить, і створення спеціальних укриттів у всіх місцях пилоутворення;
- зволоження здрібнених матеріалів до надходження у виробництво і на кожній стадії переробки в межах, що допускаються технологічним процесом;
- забезпечення аспірації;
- ефективне очищення повітря аспіраційними системами перед викидом в атмосферу;
- блокування аспіраційних систем з технологічним устаткуванням і автоматизація пристроїв із зволоження матеріалу і гідрообезпилення;
- забезпечення приточної і витяжної вентиляції з продуманим повітророзподілом;
- застосування регулярного безпильного прибирання приміщень і устаткування від пилу, що осів;
- суворий контроль за станом повітря в цехах і виконанням усіх вищезазначених заходів.

Найефективнішим методом боротьби з пиловиділенням є процес переробки матеріалів, що порошать, мокрим способом. При заміні “сухих” технологічних процесів “мокрими”, пиловиділення усувається без застосування будь-яких додаткових заходів.



У технологічній схемі виробничого процесу необхідно передбачати:

- меншу кількість проміжних вузлів і місць перевантажень матеріалу;
- скорочення до мінімуму кількості переміщень матеріалів по горизонталі, застосування герметичного дробильно-помольного і розсіювального устаткування;
- застосування пневматичного чи іншого видів закритого транспорту (шнеки, віброконвеєри, цілком укриті конвеєри тощо);
- мінімальну висоту перепадів у місцях перевантажень матеріалу (при високих перепадах необхідно передбачати спеціальні пристрої із гасіння кінетичної енергії падаючих матеріалів — рис. 3.2);
- попередню мийку здрібнених матеріалів і їхнє зволоження, де це можливо;
- мокре розмелення кварцитів тощо.

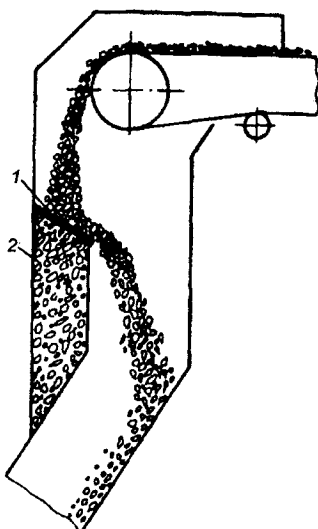


Рис. 3.2. Зниження кінетичної енергії падаючого матеріалу:  
1 — відбійна плита; 2 — породна подушка

### Обезпилювання стрічкових конвеєрів

Для запобігання запыленню зворотного боку транспортерної стрічки застосовують пристрої, що забезпечують її очищення від матеріалу, що пристав. На рис. 3.3 показана одна з можливих схем очищення стрічки. Робочим елементом пристрою є металеві шкребки, виготовлені з листової сталі товщиною 6 мм, що приварені до труби діаметром 60 мм. До стрічки, що очищається, шкребки притискаються за допомогою противаги. Очисний пристрій розташовується безпосередньо під приводним барабаном, де конвеєрна стрічка рівна і не вібує.

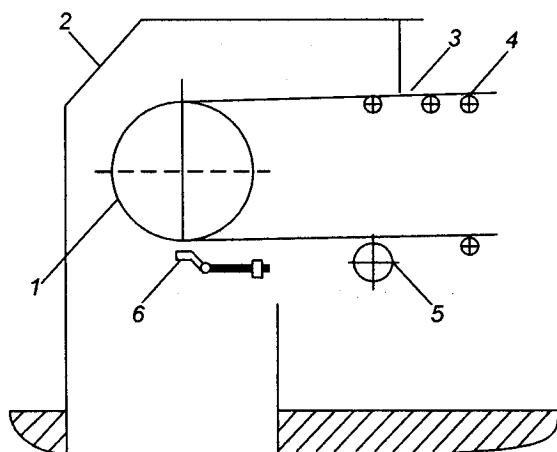


Рис. 3.3. Схема очищення конвеєрної стрічки:

- 1 — привідний барабан; 2 — укриття привідного барабана;  
 3 — конвеєрна стрічка; 4, 6 — роликові опори;  
 5 — відхиляючий барабан

Швидкості стрічкових конвеєрів не повинні перевищувати таких меж при транспортуванні: шматкових матеріалів — 1,6 м/с, зернистих (розміром до 3—4 мм) — 0,5—1 м/с, мелених (розміром 0,5 мм) — 0,6 м/с.

Бункери варто обладнати пристроями, що виключають їхнє переповнення і повне спорожнювання. Залишковий шар матеріалу в бункері повинен складати за висотою не менше 1/3 нижньої частини бункера, що звужується, для запобігання надходження

запиленого повітря в приміщення через живильники чи при завантаженні бункера.

Найбільша ефективність роботи обезпилюючої вентиляції (аспірації) досягається в тому випадку, коли пил видаляється з місця утворення.

### **Зволоження, гідравлічний і пінний способи обезпилення**

При зволоженні матеріалів у процесі їхнього вивантаження, транспортування і переробки значно зменшується пиловиділення і полегшується боротьба з запиленістю за допомогою засобів вентиляції. Зволоження матеріалів, що порошать, поряд з герметизацією устаткування і забезпеченням аспірації, є одним з ефективних способів боротьби з пилом на підприємствах будівельної індустрії.

Так, забирати будівельне сміття з поверхів можна у два способи:

- нахиленими закритими жолобами жорсткої або м'якої конструкції в приймальний бункер з затвором; при цьому сміття обов'язково необхідно попередньо звожити;
- завантаженням у контейнери, які забираються з поверхів за допомогою кранів.

При зволоженні шамоту від 0,02 до 1 % запиленість повітря знижується в 13 разів, при підвищенні його вологості до 3 % запиленість знижується в 40 разів. Випробування часов'ярської глини, що порошить, показали, що при збільшенні вологості з 4,4 до 13,8 % запиленість повітря зменшується в 18—19 разів.

В окремих випадках застосування зволоження пов'язане з необхідністю перебудови процесу обробки матеріалів, що викликає заперечення технологів. Однак, за правильної організації виробництва, зазвичай, така можливість вишукується. Як приклад — перебудова технологічного процесу на заводах, де у великих кількостях переробляються тонко розмелені кварцити, пил яких викликає захворювання силікозом. Раніше, за сталою довгостроковою практикою, вихідні кварцитні порошки намагалися одержувати з найменшою вологістю. Технологічний процес обмежував вологість матеріалів — 1,5 %. Результати досліджень засвідчили можливість роботи основних дробильно-помольних агрегатів при зволоженні здрібнених кварцитів до 2—2,5 %. За такої вологості

пилоутворення знижується в десятки разів. У зв'язку з цим у технологічний процес була внесена суттєва зміна — замість суворого обмеження вологості порошоків введене обов'язкове збільшення їхньої вологості і підтримка її не нижче: для бігунів сухого дроблення — 2 %, для трубних млинів — 1,8 %. Удосконалення процесу вологого дроблення дозволило довести продуктивність дробильно-помольного устаткування (яка при зволоженні різко падає) до колишньої норми і трохи її перевершити.

На рис. 3.4 наведена схема зволоження сипучого матеріалу в залізничних вагонах перед їхнім вивантаженням. Застосування такої схеми можливо в теплий період року чи в утепленому приміщенні.

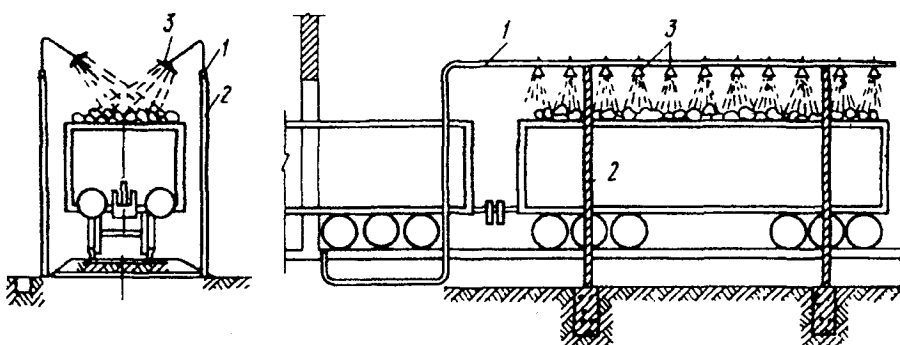
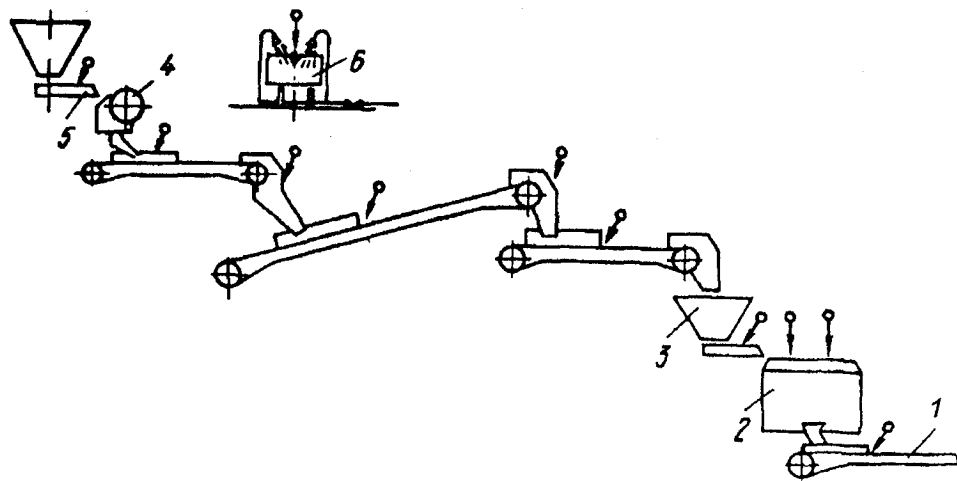


Рис. 3.4. Схема зволоження матеріалу перед вивантаженням:  
1 — труба подачі води; 2 — опора; 3 — сітка

У місцях пилоутворення, де забезпечення аспірації неможливе, матеріал варто зволожувати за допомогою форсунок.

На рис. 3.5 наведена схема рекомендованих місць зволоження матеріалу, що переробляється, у відділеннях дроблення. Визначаючи кількість води, що подається на зволоження, варто враховувати початкову вологість матеріалу. Загальну витрату води при цьому варто збільшувати не менше ніж на 25 %, тому що оброблювальний матеріал при просуванні по трактах підсихає. При розподілі води за окремими етапами цього циклу основну кількість води необхідно подавати безпосередньо після дроблення.

Загальна витрата води, необхідної для зволоження матеріалу, може бути визначена з виразу:



*Рис. 3.5. Схема зволоження матеріалу у відділеннях дроблення і розмілення: 1 — конвеєр; 2 — бігун; 3 — бункер; 4 — дробарка; 5 — живильник; 6 — вагон*

$$Q = \frac{q(a_2 - a_1)}{100}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.10)$$

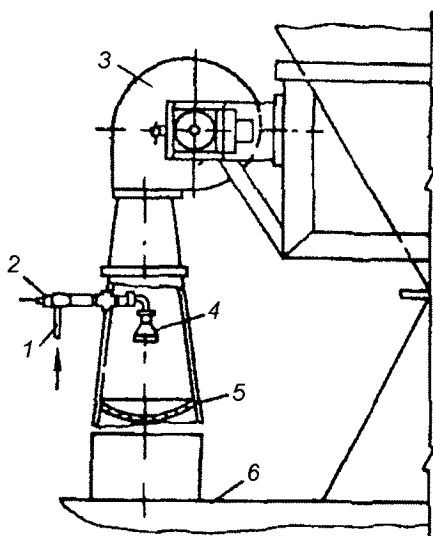
де  $q$  — витрата матеріалу,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $a_1$  і  $a_2$  — вихідна і допустима вологість матеріалу, %.

Для систем зволоження матеріалу у відділеннях дроблення рекомендується застосовувати форсунки з отворами діаметром 2—3 мм. Робочий тиск води перед форсунками повинен бути не менший за  $10^5$  Па, тому що при меншому тиску розпилення виходить незадовільним. Ширина зони зволоження матеріалу на конвеєрі не повинна перевищувати ширину шару матеріалу на стрічці.

Крім зволоження водою, можна застосовувати зволоження спеціальними гігроскопічними речовинами і клеючими добавками. Нині розроблена технологія зволоження динасових мергелів хлористим кальцієм з додаванням в якості клеючої добавки сульфітно-спиртової барди. Такий мергель зовсім не виділяє пилу при пересипаннях, готуванні розчину й інших операціях. При просоченні динасових виробів після випалу сульфітно-спиртовою бардою зменшується стирання їхніх поверхонь і, відповідно, пилоутворення при сортуванні, завантаженні та використанні цих виробів.

Високоєфективним і економічним способом боротьби з пилом у вузлах пересипань сипучих матеріалів є спосіб, заснований на застосуванні повітряно-механічної піни. Він може застосовуватися у випадках обмежених водяних ресурсів і недопущення підвищення вологості матеріалу.

Для отримання піни слід використовувати піногенераторну установку (рис. 3.6), що складається з нагнітача повітря, звичайного вентилятора, повітровода, змішувача та ємності для піноутворювальної рідини. Всередині корпусу установки міститься касета з тканинною сіткою і розпилююча насадка. Вода до ежектора змішувача подається від водопровідної магістралі під тиском  $3\text{—}5 \times 10^5$  Па. У результаті розрідження, що створюється в камері ежектора, зі спеціальної ємності надходить піноутворювач, що змішується з водою. Готовий пінорозчин розпилюючою насадкою розприскується на тканинну сітку і, змішуючись з повітрям, утворює піну. По направляючому патрубку піна надходить у лоток, перешкоджаючи виділенню пилу в приміщення. Кратність отримуваної повітряно-механічної піни 400—500. Стійкість (час мимовільного руйнування) такої піни складає 10—15 хв.



**Рис. 3.6. Схема піногенератора:** 1 — трубопровід подачі піноутворювача; 2 — трубопровід подачі води; 3 — вентилятор; 4 — розпилююча насадка; 5 — касета з тканинною сіткою; 6 — прийомний лоток

В якості піноутворювальної рідини в піногенераторних установках використовується 3-відсотковий водяний розчин піноутворювача ПО-1 чи інші поверхнево-активні речовини (ДС-РАС НВ).

Результати дослідів засвідчили, що при використанні піногенератора в комплекті з кожухом, обладнаним сіткою, ефективність обезпилення при транспортуванні, завантаженні і розвантаженні корисних копалин складала 85—99 %.

### Забезпечення аспірації укриттів устаткування

Належний ефект від аспірації досягається лише в тому випадку, якщо дотримуватися технологічних і архітектурно-будівельних вимог, спрямованих на зменшення пиловиділення в процесі технологічного виробництва.

Для запобігання вибиванню пилу з укриттів у них необхідно підтримувати розрідження. Максимальні швидкості руху повітря в місцях приєднання аспіраційних ліжок до укриттів приймаються для матеріалів: шматкових — 2 м/с, зернистих — 1 м/с, по-

рошкоподібних — 0,7 м/с. Ці значення прийняті з умов мінімального віднесення дрібних фракцій матеріалу, що транспортується, у пиловловлюючі апарати аспіраційних систем.

В останні роки при обезпиленні місць перевантажень сипучих матеріалів широке застосування отримали укриття з подвійними стінками (рис. 3.7). Випробування таких укриттів показали, що обсяги повітря, яке видаляється, знижуються в 1,5—2 рази, а його запиленість зменшується на 30—35 % порівняно з цими показниками для укриттів, що мають одинарні стінки.

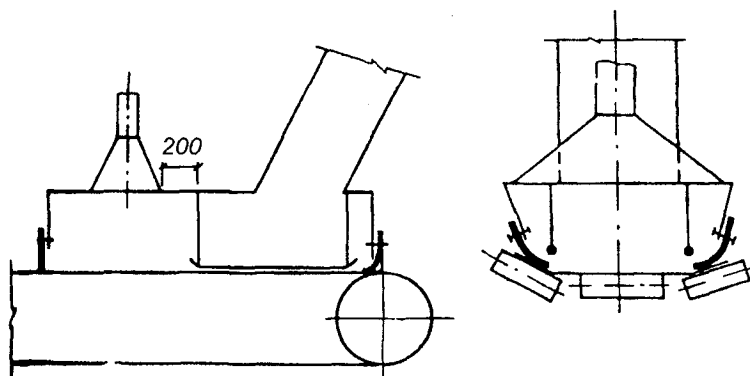


Рис. 3.7. Схема укриття з подвійними стінками

Місця розташування пристрою укриттів дробильного устаткування визначають, виходячи з особливостей його роботи і потоків запиленого повітря, які виникають при цьому.

Схеми укриттів основного устаткування наведені на рис. 3.8.

Сьогодні розрахунок продуктивності місцевих відсосів від перевантажувальних вузлів сухих сипучих матеріалів, що транспортуються по течіях, виробляється згідно з Тимчасовими вказівками.

Обсяг повітря  $L$ , який необхідно віддаляти від аспіраційного укриття, дорівнює сумі обсягів повітря, що надходить через нещільності укриття  $L_n$ , і повітря, яке ежектуюється матеріалом  $L_e$ , що надходить в укриття:

$$L = L_n + L_e, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.11)$$



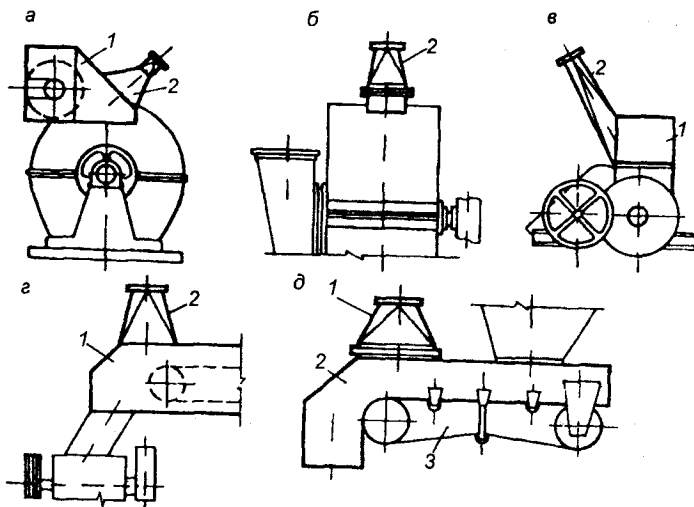


Рис. 3.8. Схеми відсосів від укриттів: а — дезінтегратора; б — кульового млина; в — двовалкової дробарки; г — шокової дробарки; д — стрічкового живильника; 1 — укриття; 2 — відсос; 3 — живильник

Обсяг повітря  $L_n$ , що надходить в укриття через нещільності площею  $F$ , за умови створення у середині укриття розрідження  $P$  визначаємо за формулою:

$$L_n = 9500F\sqrt{P}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.12)$$

Значення  $L_n$  для укриттів місць перевантажень наведені у табл. 1 додатка II Тимчасових указівок [5].

Обсяг повітря  $L_e$  знаходиться за формулою:

$$L_e = 3600\lambda v_k F, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.13)$$

де  $\lambda$  — безрозмірний коефіцієнт ежекції для обліку відставання швидкості руху повітря, що захоплюється матеріалом, від швидкості руху матеріалу;  $v_k$  — кінцева швидкість руху матеріалу, м/с;  $F$  — площа витікання, м<sup>2</sup>.

При визначенні коефіцієнта ежекції  $\lambda$  враховуються крупність (гранулометричний склад) матеріалу, його щільність, об'ємна концентрація і коефіцієнт місцевих опорів витікання, що знаходиться за додатком V Тимчасових указівок.

При вивантаженні автосамоскидів, вагонеток і залізничних вагонів сипучий матеріал падає в бункер, стінки якого не впливають на підсмоктування повітря в струмінь матеріалу. Тому потік матеріалу в цих умовах можна розглядати як вільний. У цьому випадку витрату аспіраційного повітря  $L$  визначають з виразу:

$$L = L_e + L_m, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.14)$$

де  $L_e$  — витрата повітря, захопленого падаючим матеріалом,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $L_m$  — витрата повітря, що витискається падаючим матеріалом з бункера,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Для знаходження  $L$  необхідно визначити витрати повітря, що захоплюється вільно падаючим матеріалом  $L_e$ . Визначити  $L_m$  не важко, тому що обсяг повітря, що витісняється матеріалом, чисельно дорівнює обсягу матеріалу, що завантажується.

Витрата повітря, що захоплюється падаючим матеріалом, знаходиться з виразу:

$$L_e = v_n \times 3600F, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.15)$$

де  $v_n$  — швидкість руху повітря,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $F$  — площа перерізу падаючого матеріалу,  $\text{м}^2$ .

Попередньо обчислюються безрозмірні величини  $A$  і  $B$ :

$$\left. \begin{aligned} A &= 0,75\alpha k \frac{v^2}{\delta g}; \\ B &= \frac{2gh}{v_0^2}. \end{aligned} \right\} \quad (3.16)$$

Після цього за графіком, наведеним на рис. 3.9, знаходиться безрозмірна швидкість руху повітря  $V$ , і тоді значення:

$$v_s = v_0 \times V, \text{ м}/\text{с} \quad (3.17)$$

У виразах (3.16) і (3.17) прийняті такі позначення:

$$\alpha = \rho_n / \rho_m,$$

де  $\rho_n$  і  $\rho_m$  — відповідно насипна і питома щільність падаючого матеріалу,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $v_0$  — початкова швидкість падіння матеріалу,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $d$  — середній діаметр падаючих частинок матеріалу,  $\text{м}$ ;  $g$  — прискорення вільного падіння,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $k$  — коефіцієнт аеродинамічного опору частинок матеріалу;  $h$  — висота падіння матеріалу,  $\text{м}$ .

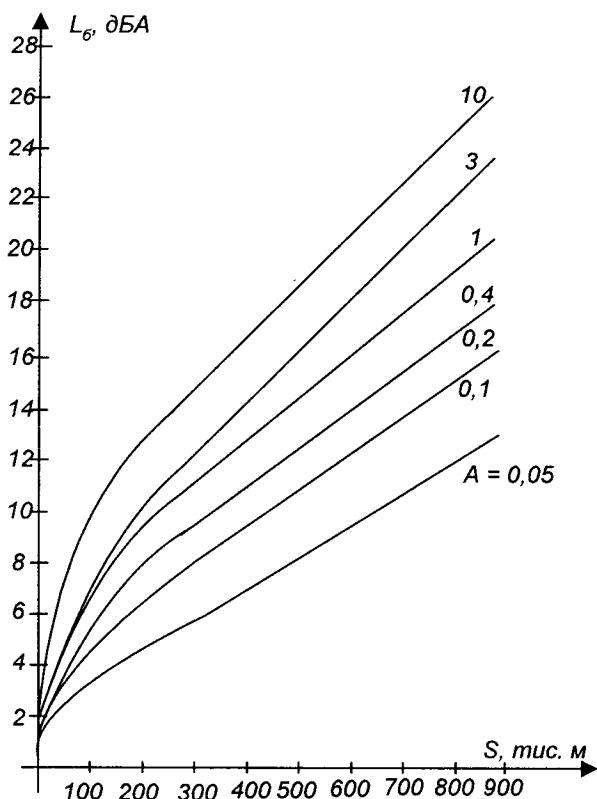


Рис. 3.9. Графік залежності  $V$  від  $B$  при різних значеннях  $A$

### Приклад

Розрахувати витрати повітря, необхідного для обезпилення процесу розвантаження вугілля з вагона вантажопідйомністю 90 т на вагоноперекидачі. Вихідні дані для такого розрахунку такі: площа поперечного перерізу струменя матеріалу, що подає:

$$F = 0,4 \times 15 = 6 \text{ м}^2;$$

$$v_0 = 0,3 \text{ м/с (дорівнює окружній швидкості кромки борта вагона);}$$

$$h = 3 \text{ м;}$$

$$\rho_m = 1,5 \text{ т/м}^3;$$

$$\rho_n = 0,86 \text{ т/м}^3;$$

$$\delta = 20 \text{ мм і } k = 1,15$$

Визначаємо чисельні значення безрозмірних параметрів  $A$  і  $B$ .

За знайденим значенням  $A$  і  $B$  визначаємо за графіком (рис. 3.9) безрозмірну швидкість  $V$ , що дорівнює 15,5.

Звідси  $v_n = 15,5 \times 0,3 = 4,65$  м/с.

Витрата повітря, що ежектуюється струменем падаючого матеріалу:

$$L_e = 4,65 \times 6 \times 3600 = 100\,000 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата повітря, що витісняється з бункера падаючим у нього матеріалом, дорівнює об'ємній витраті матеріалу. При розвантаженні 90-тонного вагона він складає 5 м<sup>3</sup>/с, або 18 000 м<sup>3</sup>/год.

Таким чином, обсяг аспіраційного повітря, який необхідно видалити з укриття роторного стаціонарного вагонеперекидача, складе:

$$Q = 100\,000 + 18\,000 = 118\,000 \text{ м}^3/\text{год}$$

При завантаженні керамзиту зі складу готової продукції в автосамоскиди виділяється значна кількість пилу. Схема укриття вузла навантаження керамзиту в автосамоскид представлена на рис. 3.10.

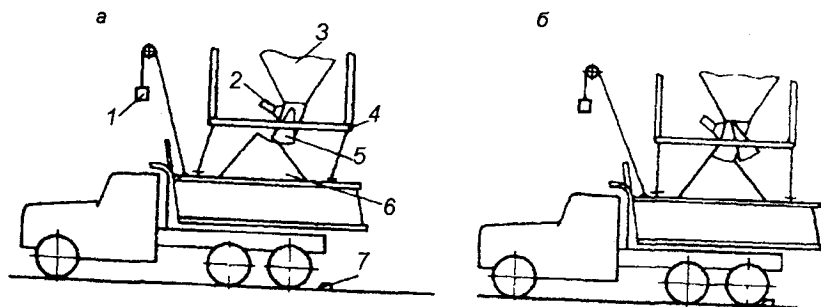


Рис. 3.10. Схема обезпилення вивантаження керамзиту з бункера в автосамоскид: 1 — контрвантаж; 2 — відсос; 3 — бункер; 4 — рухливий щит; 5 — секторний затвор; 6 — завантажувальний конус; 7 — упор

Укриття — це шарнірно-підвішаний рухомий щит із завантажувальним конусом. При підході самоскида під завантаження щит знаходиться у верхньому неробочому положенні й утримується контрвантажем. При контакті із самоскидом, що рухається (рис. 3.10, а), щит опускається на кузов. При цьому спеціальним пристроєм відкривається секторний затвор і вмикається аспіраційна система. Частина аспіраційного повітровода виконана у вигляді сорочки навколо тічки силосу. При заповненні кузова керамзитом (рис. 3.10, б) самоскид рухається вперед, секторний затвор припиняє подачу матеріалу, вимикається аспірація, а щит контрвантажем піднімається в початкове положення.

### Розрахунок розсіювання шкідливих викидів

Забруднення, що викидаються в атмосферу, за площею розсіювання і величиною концентрації шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери умовно розрізняють на забруднення всередині і позамайданчикові. При внутрімайданчикових джерелах забруднення розсіювання шкідливих речовин відбувається безпосередньо на промисловому майданчику. До таких джерел належать усі викиди від систем витяжної вентиляції й аспірації.

При позамайданчикових джерелах забруднення максимальні концентрації створюються поза промисловою зоною. До таких належать, в основному, великі технологічні викиди, що утворюються за допомогою високих труб. Найбільше забруднення повітря промислового майданчика виникає через низькі викиди. Такі викиди можуть спостерігатися, зокрема, від технологічного устаткування, встановленого на відкритому повітрі. Тому вимоги до герметичності технологічного устаткування, що порохить, розташованого на майданчику відкрито, повинні бути аналогічні вимогам до устаткування, розташованому всередині будинку. Викиди від аспіраційних систем у цих випадках повинні виводитися на таку висоту, при якій забезпечується розсіювання шкідливих речовин згідно з вимогами санітарних норм.

При впливі вітру на промисловий будинок перед ним утвориться зона підпору, а над будинком і на певній відстані за ним — зона зниженого тиску, що називається зоною аеродинамічної тіні (рис. 3.11). Концентрація пилу в повітрі майданчика підприємства не повинна перевищувати 30 % граничнодопустимої концентрації її в повітрі робочої зони виробничих приміщень.

Методи розрахунку високих і низьких викидів (виведених у зону аеродинамічної тіні) різні. Розрахунок розсіювання в атмосфері шкідливих речовин, що містяться у високих викидах, проводиться за “Вказівками з розрахунку розсіювання в атмосфері шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств” (СН 369-74). Ці норми застосовуються при розрахунку викидів підприємств, що не знаходяться в межах аеродинамічної тіні, утвореної будинками і спорудами.

Максимальна приземна концентрація шкідливих речовин  $C_{\text{макс}}$  визначається за формулами:

для нагрітих викидів:

$$C_{\text{макс}} = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (3.18)$$

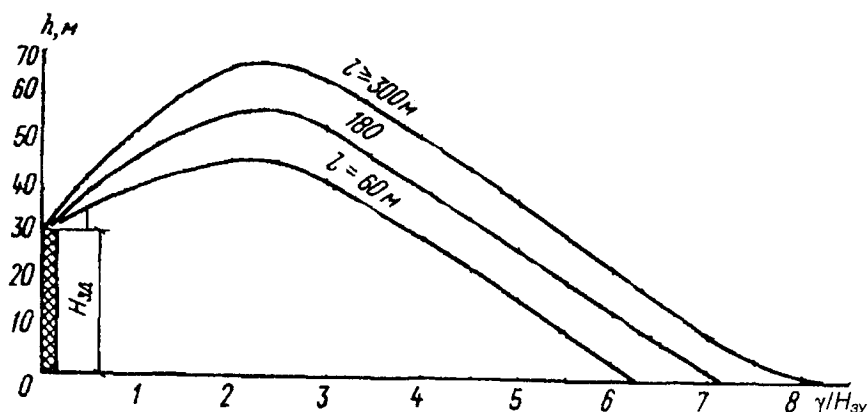


Рис. 3.11. Межі аеродинамічної тіні за будинком висотою 30 м:  $X$  — відстань від будинку, м;  $l$  — довжина будинку, м;  $h$  — висота розсіювання, м;  $H_{зв}$  — висота будинку, м

для холодних викидів:

$$C_{\max} = \frac{AMFn}{H^{4/3}} k, \quad (3.19)$$

де  $A$  — коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери і який визначає умови вертикального та горизонтального розсіювання шкідливих речовин в атмосфері;  $M$  — кількість шкідливої речовини, що викидається в атмосферу, г/с;  $F$  — безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі;  $m$  і  $n$  — безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду;  $H$  — висота джерела викиду над рівнем землі, м;  $V_1$  — обсяг газоповітряної суміші, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta T$  — різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається  $T$ , і температурою навколишнього атмосферного повітря  $T_e$ , град.

Величини  $A$ ,  $F$ ,  $m$  і  $n$  визначаються за СН 369-74. У цих же Вказівках подаються методи розрахунку розсіювання викидів із групи джерел і з аераційного ліхтаря, визначення граничнодопустимого викиду і його мінімальної висоти, розрахунки розсіювання викидів з обліком сумарної шкідливої дії декількох інгредієнтів, визначення меж санітарно-захисної зони для підприємства.

Для викидів, розташованих у зоні аеродинамічної тіні, і викидів, що не потрапляють під дію СН 369-74, розрахунок розсіювання може бути зроблений за іншими методиками, зокрема, за методикою, розробленою ВЦНДІОП ВЦСПС.

При розрахунку розсіювання шкідливих речовин варто керуватися даними технологічної частини проекту, а також результатами натурних обстежень аналогічних підприємств. У проекті повинен бути передбачений комплекс заходів, що забезпечують при експлуатації підприємств чистоту атмосферного повітря згідно з вимогами СН 245-71 і ДСТ 17.2.1.02-76 "Охорона природи. Атмосфера". Ці заходи повинні передбачати: проектну ефективність очищення; постійний контроль за роботою пиловловлювачів; збереження чистоти повітряного басейну при ремонтних роботах очисних установок; виконання передбачених заходів при порушеннях технологічного процесу й аваріях.

За незначної кількості пилу, що міститься у вентиляційних викидах, можна не передбачати їхнього очищення, якщо при цьому дотримуватися вимог, пропонованих до атмосферного повітря.

Щорічно за встановленою формою повинна складатися звітність про фактичні викиди в атмосферу шкідливих речовин.

## Питання для перевірки засвоєння матеріалу

1. За якими ознаками класифікується пил?
2. Як проявляється шкідлива дія пилу на людину?
3. Чому дрібнодисперсний пил є більш небезпечним порівняно з грубодисперсним?
4. Якого розміру частинки пилу потрапляють переважно в організм людини?
5. Який пил є найбільш небезпечним у будівництві?
6. Як поділяються засоби захисту від пилу?
7. Які основні параметри характеризують вибухонебезпеку середовища?
8. Що розуміють під вибуховістю пилу?
9. Від чого залежить і чим визначається вибуховість пилу?
10. Що таке "нижня концентраційна межа"?
11. Від чого в основному залежить вибуховість пилу?
12. Що потрібно зробити для попередження вибуху?
13. За якою формулою визначається вибухонебезпека приміщення з пилом?
14. На які групи можна поділити пиловловлючі пристрої?
15. Що являє собою респіратор?
16. Які заходи забезпечують вимоги до стану повітря робочої зони виробничих приміщень, виробничого устаткування і виробничих процесів?
17. Що потрібно передбачати у технологічній схемі виробничого процесу?
18. Чим ще, крім води, можна проводити зволоження?
19. Для чого потрібно підтримувати розрідження в укриттях?
20. За якими формулами визначається максимальна приземна концентрація шкідливих речовин  $C_{\text{макс}}$ ?
21. Виходячи з чого визначають місця розташування пристрою укриттів дробильного устаткування?
22. Який розчин використовується в якості піноутворюючої рідини в піногенераторних установках?



---

## Розділ 4

# ОСВІТЛЕННЯ РОБОЧИХ ЗОН

### 4.1. Характеристика видимого випромінення

За шкалою електромагнітних випромінювань (табл. 4.1) видиме випромінення знаходиться у межах 380—760 нм ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ). Це випромінення, яке діє на очі людини і викликає відчуття світла. Видиме випромінення з довжиною хвилі 380 нм межує з ультрафіолетовим, а більше 760 нм — з інфрачервоним.

Випромінення може бути монохроматичним (однієї довжини хвилі) і складним. В останньому випадку випромінення складається з монохроматичних променів, що утворюють лінійний спектр (наприклад, натрієві або ртутні лампи) і суцільний (лампи розжарювання).

Залежно від довжини хвилі випромінення, око людини сприймає той або інший колір. Як видно з рис. 4.1, око людини найбільш сприятливо відчуває світлові промені з довжиною хвилі 555 нм.

Діючи на очі, світло тим самим впливає на весь організм людини. При неправильному освітленні зорова здатність очей знижується й у людини можуть виникнути короткозорість, опіки від світла, різь в очах і розвинутися катаракта. Неправильне освітлення часто є причиною виробничого травматизму.

Наявність різких тіней у робочій зоні порушує постійний рівень пристосованості очей до зміни яскравості, тобто призводить до частої переадаптації — здатності очей пристосовуватися при переведенні погляду від світлого до темного, тобто пристосування до меншої адаптації (темнова адаптація) складає 45 хв, а від темного до світлого (світлова адаптація) — 3—10 хв.

Технічні засоби виробничої санітарії — це такі технічні засоби у вмісті основних виробничих фондів підприємства, які запобігають дії шкідливих виробничих чинників, захищають від них або зменшують, локалізують збуджену зону їх дії чи ступінь впливу на організм людини.

Таблиця 4.1. Шкала електромагнітних випромінювань у логарифмічному масштабі

	Назва випромінювання	Довжина хвилі, нм	Довжина хвилі, м	Частота, Гц
	Гамма випромінювання	$10^{-3}$	$10^{-12}$	$3 \times 10^{20}$
		$10^{-2}$	$10^{-11}$	$3 \times 10^{19}$
380 нм	Рентгенівське випромінювання	1	$10^{-9}$	
	Ультрафіолетове випромінювання	$10^2$	$10^{-7}$	
		$10^3$	$10^{-6}$	$3 \times 10^{14}$
760 нм	Інфрачервоне випромінювання	$10^4$	$10^{-5}$	
		$10^5$	$10^{-3} = 1 \text{ мм}$	$3 \times 10^9$
	Радіохвилі	$10^6$	1	
	Низькочастотні коливання		$10^4$	$3 \times 10^4$

Чільне місце в системі загальних заходів, спрямованих на підвищення культури праці, відводиться організації раціонального освітлення робочих місць і території будівельного майданчика. Правильна організація освітлення передбачає не тільки дотримання норм освітленості, які регламентують мінімальну освітленість для кожного виду будівельно-монтажних робіт, але і виконання гігієнічних вимог до якості освітлення, таких як рівномірність освітлення робочих поверхонь, недопустимість надмірної яскравості, блиску, засліплюючої дії, наявності тіней і контрастів. Створення найбільш раціонального освітлення сприяє підвищенню працездатності і запобігає травматизму. Напружена зорова робота у робочих низки будівельних професій, а також нераціональне освітлення робочих місць можуть бути причиною порушення зору.

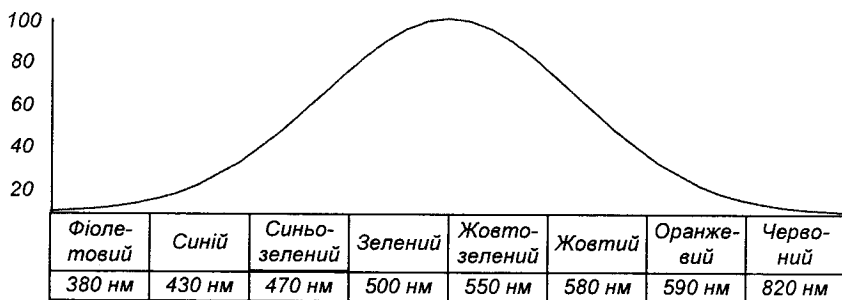


Рис. 4.1. Залежність відчуття світла людиною від довжини хвилі

Гігієна праці вимагає, насамперед, максимального використання природного освітлення, тому що денне світло краще сприймається органами зору.

Велике значення має колір стін, стелі, підлоги, обладнання, меблів. Встановлено, що за правильного фарбування і раціонального освітлення приміщення при одній і тій же втраті електроенергії продуктивність праці підвищується на 15—17 %. Особливу увагу необхідно приділити освітленню всередині приміщень під час штукатурних, ізоляційних, плиточних, малярних та шпалерних робіт. Освітленість робочих під час обробних робіт змінюється у процесі їх проведення: сирі поверхні знижують кількість відбитого світла.

## 4.2. Організація виробничого освітлення

Одним із чинників зниження виробничого травматизму є правильне освітлення і рівномірне розподілення світлового потоку робочих місць, санітарно-гігієнічних і побутових приміщень будинків і споруд, які будуються та споруджуються під час виконання земляних робіт тощо.

Освітлення має бути рівномірним і достатнім для виконання того чи іншого процесу і задовольняти вимоги СНіПу II-4-79 “Естественное и искусственное освещение”.

У виробничих умовах застосовують три види освітлення: природне, штучне і змішане.

Робоче освітлення може бути загальним (для забезпечення освітлення всієї робочої зони) і місцевим, яке застосовують у випадку недостачі загального освітлення робочих місць, ділянок тощо. Застосування одночасно загального і місцевого освітлення є економічним і створює хорошу направленість світлового потоку на робочі місця.

При нормуванні освітлення враховують такі чинники зорового процесу: точність роботи; коефіцієнт відбивання фону, на якому розрізняють деталі; контрастність між деталями та фоном; необхідність пошуку деталей; рухомість робочої поверхні, що заважає розрізненню деталей; відносну тривалість зорової напруги впродовж робочого часу. При цьому чинні норми виходять із зображення заданого значення відносної видимості такою, що дорівнює 0,7 (відношення зорової працездатності в конкретних умовах до максимальної і характеризує ступінь відповідності умов освітленості як оптимальний).

#### 4.2.1. Природне освітлення

Під природним освітленням розуміють освітлення приміщень або кабін сонячним світлом через світлові пройоми.

Природне освітлення всередині приміщення розподіляється нерівномірно, залежно від конструкції світлових проємів та їх розміщення. При односторонньому боковому освітленні рівень його в глибині приміщення зменшується. Краще освітлення забезпечується верхнім освітленням, коли добре освітлюється простір усередині приміщення і гірше біля стін. Застосування сумісного бокового і верхнього освітлення створить більш рівномірну освітленість по всій глибині приміщення.

Для характеристики інтенсивності природного освітлення введено поняття коефіцієнта природного освітлення (КПО), який виражається як відношення (у відсотках) освітленості всередині робочого приміщення  $E_a$  до зовнішньої освітленості  $E_s$ , яка існує сьогодні під відкритим небом:

$$КПО = \frac{E_a}{E_s} \times 100, \% \quad (4.1)$$

КПО дозволяє оцінити умови природного освітлення в приміщеннях (рис. 4.2).

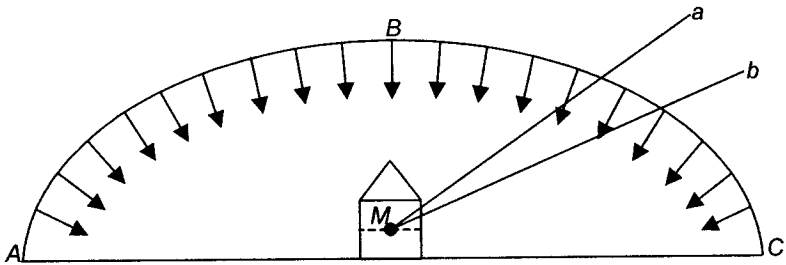


Рис. 4.2. Схема для визначення коефіцієнта природного освітлення

Після розрахунку КПО розраховують площу світлових проїомів при боковому і верхньому освітленні приміщень за методикою і формулами, наведеними у СНіП II-4-79.

На рис. 4.3 наведена схема розрахунку площі світлових проїомів при природному освітленні.

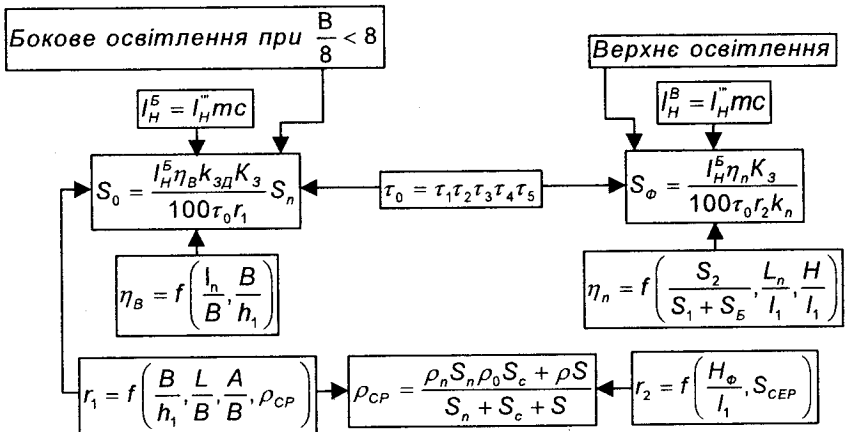


Рис. 4.3. Схема розрахунку площі світлових проїомів при природному освітленні:  $A, B, H$  — довжина, ширина і висота приміщення, м;  $h_1$  — відстань від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна, м;  $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5$  — коефіцієнти світлопропускання відповідно загальний, матеріалу, перепльотів світлового проїому, несучих конструкцій, сонцезахисних пристроїв, захисної сітки;  $r_1,$

$r_2$  — коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від поверхні освітлення, відповідно, при боковому і верхньому освітленні;  $\rho_{cp}, \rho_n, \rho_c, \rho_o$  — коефіцієнти відбиття, відповідно, середній, підлоги, стін, вікон;  $\eta_o, \eta_n$  — світлова характеристика, відповідно, вікна і світлового ліхтаря;  $k_{zd}$  — коефіцієнт, який враховує затінення вікон протистоячими будинками;  $k_s$  — коефіцієнт, який враховує тип ліхтаря;  $k_n$  — коефіцієнт запасу;  $S, S_o, S_\phi$  — площа світлових проїмів загальна, при боковому і верхньому освітленні,  $m^2$ .

Нормування природного освітлення відбувається за санітарними і будівельними нормами, які встановлюють значення КПО від 1 до 10 % залежно від виробничих умов.

#### 4.2.2. Штучне освітлення

Його поділяють на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Штучне освітлення має дві системи:

- *загальне*, при якому світильники розташовані у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосовані до розміщення обладнання (загальне локалізоване);
- *комбіноване*, при якому одночасно працюють дві групи світильників: загального освітлення у системі комбінованого освітлення і місцевого освітлення, яке розташоване поряд над робочим місцем або безпосередньо на ньому, посиляють світловий потік на робочу поверхню (вони забезпечують освітлення тільки робочих місць і практично не освітлюють поверхні, що розташовані поруч).

Специфічною причиною для локалізації окремих світильників загального освітлення у виробничих приміщеннях може служити необхідність забезпечення на деяких робочих місцях освітленості у заданій площині, що відрізняється від горизонтальної, наприклад, вертикальної.

Зі збільшенням точності зорових робіт значення освітленості, яка нормується для них, збільшується, і тоді виникає необхідність розташування частини світильників поблизу об'єкта роботи. За наявності світильників тільки загального освітлення неможливо забезпечити необхідну направленість падіння світлового потоку на невеликий об'єкт, створити необхідне розподілення яскравості

на робочі поверхні або висвітлити внутрішню порожнину виробу; дуже важко боротися з відбитою блискавичністю, яка виникає при роботі із дзеркальними поверхнями.

Таким чином потреба у забезпеченні певної якості освітлення при одночасному підвищенні її економічності в цілому призводить до необхідності застосування комбінованого освітлення.

За допомогою загального освітлення у системі комбінованого створюється зазвичай не менше 10 % нормованої освітленості, чого достатньо для світлового оформлення інтер'єра в цілому і запобігання різких перепадів яскравості у полі зору. Застосування одного місцевого освітлення (без загального в системі комбінованого) категорично заборонене.

Для умов будівництва найкраще підходять системи комбінованого освітлення. Освітлення відкритих територій здійснюється світильниками або прожекторами. При освітленні світильниками необхідна менша потужність, знижується освітленість, виникають відносно невеликі тіні. Застосування прожекторних установок дозволяє освітити робочі місця з пересувним характером діяльності, при цьому значно спрощується технічне обслуговування.

Місцеві джерела освітлення на будівельному майданчику встановлюють на будинках, конструкціях, мачтах, машинах, кранах та інших високих місцях. Для всіх будівельних майданчиків та ділянок робіт при загальному рівномірному освітленні, незалежно від джерел світла, освітленість має бути не меншою за 2 лк.

Загальні вимоги до електроосвітлення зводяться до створення необхідної та рівномірної освітленості згідно з нормами стосовно роду і точності роботи, яка виконується; застосування освітлювальної арматури, що відповідає призначенню умов навколишнього середовища, і такої, що забезпечує захист від дії джерел світла; виконання електричної частини освітлювальних установок та електромережі для їх живлення таким, яке виключає можливість електричних травм.

Мережі живлення та розділення зовнішнього освітлення виконуються повітряним або кабельним способами. Всі системи зовнішнього освітлення будівельного майданчика повинні мати централізоване дистанційне управління. Доцільно застосовувати фоторелейні пристрої, які вмикають і вимикають електричне освітлення залежно від природної освітленості.

Типи світильників повинні відповідати умовам довкілля. Для електричного освітлення місць проведення зовнішніх будівельно-монтажних робіт необхідно застосовувати лампи розжарювання, газорозрядні та ксенонові.

Для загального рівномірного освітлення будівельних майданчиків при їхній ширині до 20 м застосовуються світильники з лампами розжарювання; при ширині майданчика 20—150 м — з лампами типу ДРЛ; при ширині майданчика 150—300 м — з лампами розжарювання; при ширині майданчика більше 300 м, при установленні світильників на висоті 5 м і більше — з ксеноновими лампами, що мають коефіцієнт підсилення сили світла не менше 10 — вище 300 м.

Для місцевого освітлення доцільно застосовувати прожекторні установки з лампами розжарювання та освітлювальні прилади з лампами типу ДРЛ за можливості їх встановлення на відстані не більше за 15 м від місця проведення робіт.

Застосування відкритих ламп розжарювання є небезпечним, тому їх застосовують з додатковою арматурою (розсіювачі, затінювачі тощо), яка захищає очі працюючих від надлишкової яскравості джерела світла, утворюючи захисний кут.

Висота підвішування світильників загального призначення над робочим майданчиком або на відкритих просторах залежить від потужності лампи, типу світильників, прозорості колби лампи, наявності відбивачів тощо. Висота встановлення прожектора над рівнем землі — від 4,5 до 27 м.

Електричні світильники загального освітлення за умовами електричної безпеки дозволено підвішувати над робочим місцем на висоті не менше ніж 2,5 м від землі або підлоги. У випадку необхідності підвішення світильників на висоті менше ніж 2,5 м над землею (підлогою) повинна бути виключена можливість випадкового дотику до їх струмоведучих частин або необхідно застосовувати напругу не вищу за 42 В. Усі підйомні механізми і будівельні машини мають бути оснащені освітлювальними установками для освітлення зони робіт.

Світильники приєднують до мережі шланговим проводом або ізольованим проводом, заключеним у гумовий шланг, і розміщують на надійних опорах так, аби нижня точка проводу знаходилася на висоті не менше 2,5 м над робочим місцем; 3,5 м — над проходами і 6 м — над проїздами. На висоті меншій ніж 2,5 м від



землі, підлоги або настилу електричні проводи мають бути заключені у труби або короби. Зовнішнє освітлення повинно керуватися незалежно від внутрішнього.

При проектуванні загального освітлення в зоні робочих місць відношення максимальної освітленості до мінімальної не повинно перевищувати для робіт I—III розрядів при люмінесцентних лампах — 1,5; при інших джерелах світла — 2; для робіт IV—VII розрядів — відповідно, 1,8 і 3.

Для живлення освітлювальних приладів застосовують напругу не більш 220 В при загальному освітленні: не більш 42 В — при місцевому освітленні стаціонарними світильниками, встановленими на доступній для дотику висоті; не більш 12 В — для ручних переносних світильників.

Розрахунок освітлення будівельного майданчика проводять за інструкцією із проектування електричного освітлення будівельних майданчиків.

Для забезпечення нормальних умов експлуатації механізмів і приладів усередині кабін і машинних відділень освітленість повинна бути не меншою ніж 50 лк. Для запобігання осліплення застосовують світильники розсіяного світла. Величина освітленості приладів і вказників має бути в межах 0,3—1,1 м.

Індивідуальне освітлення передбачають для кожного приладу шляхом розміщення малогабаритного світильника за його панеллю. Освітленість шкали приладу повинна плавно регулюватися до повного вимкнення.

*Аварійне освітлення* встановлюють при бетонуванні особливо відповідальних конструкцій у випадку, коли за вимогами технології перерва в укладанні бетону недопустима.

При аварійному освітленні мінімальна освітленість території підприємств повинна бути не меншою за 5 % нормованого робочого освітлення, але не меншою за 2 лк усередині будинків і за 1 лк для території підприємств.

Освітленість від аварійного освітлення на ділянках бетонування несучих і огорожувальних залізобетонних конструкцій повинна бути не меншою за 3 лк, а на ділянках бетонування мостів — 1 лк. Аварійне освітлення для евакуації людей зі споруд, які будуються, повинно забезпечувати на місцях основних проходів, підйомів і спусків усередині будов освітленість не меншу за 0,5 лк. Аварійне зовнішнє освітлення для евакуації людей повинно за-

безпечувати на місцях основних підйомів, спусків та проходів освітленість не меншу за 0,2 лк.

До мереж аварійного освітлення не допускається підключення будь-яких інших споживачів електроенергії. У випадку технічної нецільспрямованості пристрою чи неможливості мережі аварійного освітлення повинні бути передбачені інвентарні переносні електричні ліхтарі.

Живлення евакуаційного освітлення повинно здійснюватися від мережі, незалежної від мережі робочого освітлення.

Застосування спеціальної мережі аварійного освітлення не обов'язкове:

- якщо ділянку будівельного майданчика освітлюють не менше ніж три групи прожекторів, які живляться від роздільних освітлювальних щитів;
- за наявності, крім загального прожекторного, місцевого освітлення, підключеного до іншого джерела живлення.

У темну пору доби, коли необхідна охорона будівельного майданчика або ділянки виконання робіт, необхідно виділити частину світильників робочого освітлення для використання в якості охоронного.

*Охоронне освітлення* повинне передбачатися вздовж кордонів територій, що охороняються у нічний час. Освітленість повинна бути 0,5 лк на рівні землі в горизонтальній площині та на рівні 0,5 м від землі.

Вибір світильників проводиться з урахуванням таких чинників:

- безпеки, довготривалості і стабільності світлотехнічних характеристик у конкретному середовищі;
- енергетичної економічності;
- якості освітлення;
- зручності обслуговування;
- зовнішнього вигляду і вартості.

Відстань між світильниками та їх найвигідніше розташування визначається співвідношенням:

$$L = h / l, \text{ м}, \quad (4.2)$$

де  $l$  — відстань між світильниками, м;  $h$  — висота підвішування світильника, м.

Найвигідніше розташування світильників, з урахуванням світлорозподілу, може бути визначене з таблиць із довідників. Практично відстань між світильниками приймають  $L = 1,5 \dots 2 h$ .

Необхідність охоронного освітлення визначається організаціями, які ведуть будівництво й охорону територій. Охоронне освітлення повинно мати самостійне управління та живлення.

Евакуаційне освітлення передбачається за умов:

- якщо в приміщенні одночасно перебуває 100 і більше осіб;
- у виробничих приміщеннях, де в період вимкнення робочого освітлення можливе травмування людей;
- основними проходами, сходами виробничих приміщень за кількості евакуйованих більше 50 осіб. Евакуаційне освітлення повинне забезпечувати на підлозі землі в приміщеннях не менше 0,5 лк; на відкритих територіях — 0,2 лк.

Мінімальна освітленість при будівельно-монтажних роботах регламентується СН 81-70 (табл. 4.2).

Прожекторне освітлення на будівельному майданчику застосовується у тих випадках, коли не можна раціонально розмістити світильники або їхнє встановлення неможливе (під час виконання земляних робіт, великих обсягів бетонних робіт тощо). Прожектори встановлюють на стовпах, металевих стовпах, будинках або інженерних спорудах.

Заборонено встановлювати прожектори на пересувних інвентарних санітарно-побутових приміщеннях (за умовами пожежної безпеки).

Освітлювальні прилади, які встановлюються на щоглах, повинні мати пристрої, що виключають можливість їх розкачування на вітрі. При розташуванні світильників на кранах або інших високіх конструкціях повинні бути передбачені майданчики із їхнього обслуговування для запобігання ураження електричним струмом і падіння працівників.

Для освітлення робочих місць при проведенні земляних і бетонних робіт рекомендується застосовувати пересувні прожекторні установки або щогли із світильниками (рис. 4.4); кам'яних робіт — щогли із світильників (рис. 4.5) або скопичні освітлювальні щогли з висувною трубою і кронштейном, на якому закріплюють 4—6 плафонів. Стойки встановлюють на стіну споруди, що будується, віконний проїом або перекриття. Закріплюють їх на стіні за допомогою двох гвинтів. Будівельний майданчик і робочі місця

**Таблиця 4.2. Норми освітленості загального освітлення будівельних майданчиків, ділянок робіт і робочих місць (СН 81-70)**

Найменування ділянок і робочих операцій	Найменша освітленість	Освітленість нормується	
		У площині	На рівні поверхні. Додаткові вказівки
1	2	3	4
Будівельний майданчик у районі проведення будівельних і монтажних робіт	2	Горизонтальна	На рівні землі. Освітлення повинне створюватися освітлювальними приладами, встановленими не менше ніж із двох боків освітлюваного майданчика. Освітленість з кожного з боків умовної вертикальної площини, що перетинає майданчик у довільному напрямі, повинна бути не менше 0,5 лк
Автомобільні дороги на будівельному майданчику при інтенсивності руху в обох напрямках, кількість машин в 1 годину: більше 400 від 200 до 400 менше 200	3 1 0,5	Горизонтальна	На рівні землі
Земляні роботи, що проводяться сухим способом та іншими механізмами, за винятком устрою траншей і планування території	10 5	Вертикальна (з боку машиніста) Горизонтальна	По всій висоті забою і по всій висоті розвантаження  Те ж
Кладка з бетонних блоків, природного і керамічного; цегляна кладка; монтаж збірних фундаментів	10	Те ж Вертикальна в площині стіни	На рівні кладки Те ж
Бетонні роботи: бетонування колон, балок, плит покриттів, перекриттів, мостових конструкцій тощо	30	Горизонтальна	На поверхні бетону

## Продовження табл. 4.2

1	2	3	4
Бетонування великих масивів (плити укосів, земляних дамб тощо)	10	Те ж	Те ж
Стрічкові конвеєри, які подають бетон	10	У площині стрічки конвеєра	На поверхні стрічки конвеєра
Бетоновозні естакади	3	Вертикальна в будь-якій площині з двох протилежних боків	На коліях крана (без урахування дії освітлювальних приладів, встановлених на кранах)
Вантаження, установлення, підйом, кантівка, розвантаження устаткування, будівельних конструкцій, деталей і матеріалів	10	Горизонтальна	На майданчиках прийому і подачі устаткування, конструкцій, деталей і матеріалів
Вантажопідйомними кранами	10	Вертикальна	На крюку крана у всіх його положеннях з боку машиніста
Роботи такелажів	10	Горизонтальна	На майданчиках приймання і подачі вантажів
	10	Вертикальна	На крюку у всіх його положеннях
Майданчики приймання і подачі матеріалів вантажними підйомниками	10	Горизонтальна	На майданчиках
Місця завантаження, розвантаження і складування заготовленої арматури при виробництві бетонних і залізобетонних робіт	2	Те ж	На рівні землі. Освітленість нормується без урахування дії освітлювальних приладів, встановлених на кранах і машинах Те ж
	2	Вертикальна	
Збірка арматури (стикування, в'язка каркасів тощо). Станіонарні зварювальні апарати, механічні ножиці, верстати для заготівлі арматури	30	Горизонтальна	На рівні землі
	30	Вертикальна	Те ж
	50	Горизонтальна	На рівні робочих поверхонь

Закінчення табл. 4.2

1	2	3	4
Пригін готових столярних виробів (віконних палітурок, дверних полотен тощо)	50	На робочій поверхні	По всій висоті, де виконуються роботи
Покрівельні роботи	30	У площині крівлі	На рівні покрівлі
Підходи до робочих місць (сходи, ліси тощо)	5	Горизонтальна	На рівнях, майданчиках і проходах
Штукатурні роботи: в приміщенні	50	На робочій поверхні	На всіх рівнях, де виконуються роботи
під відкритим небом	30	Вертикальна	Те ж
Малярні роботи (шпаклювання, ґрунтовка, забарвлення, накатування малюнків валом тощо)	50	На робочій поверхні	Те ж. При підвищених вимогах до якості малярних робіт потрібно підвищувати освітленість до 100 лк
Підготовка до монтажу (розмітка, пробивання проходів) і монтаж електропроводки	30	На робочій поверхні	На всіх рівнях, де виконуються роботи
Розділення низьковольтних і високовольтних кабелів. Монтаж високовольтного обладнання та схем вторинної комутації	100	На робочій поверхні	На всіх рівнях, де виконуються роботи. При монтажі електрообладнання на відкритих просторах освітлення може бути зменшеним до 50 лк
Встановлення електричних приладів, освітлювальної арматури тощо: у будівлях	50	Те ж	На рівнях встановлюваного обладнання і на підлозі
назовні будівель	30		Те ж
Приміщення для зберігання малого технологічного обладнання і монтажних матеріалів	10	Горизонтальна	На рівні підлоги (землі)

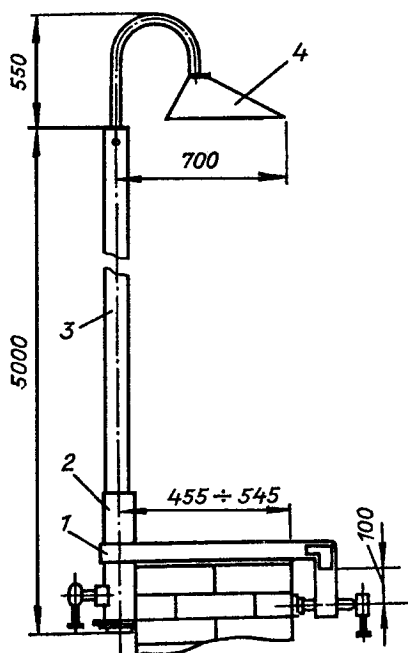


Рис. 4.4. Стойка-світильник: 1 — струбцина; 2 — труба з зажимом; 3 — щогла; 4 — світильник

монтажників можна освітлювати за допомогою металевих прожекторних мачт, які встановлюють краном, перевозять без розбирання і у випадку необхідності легко демонтують.

При будівництві багатоповерхових промислових споруд для освітлення робочих місць застосовують прожекторні установки. Їх встановлюють на перекритті для освітлення робочої зони.

Для освітлення монтажних горизонтів при будівництві багатопанельних будов застосовують телескопічні прожекторні вишки (рис. 4.6).

Розрахунок прожекторної установки зводиться до визначення кількості прожекторів для створення нормативної освітленості; вибору місць і схеми встановлення прожекторних щогл і прожекторів; визначення висоти встановлення прожекторів над освітлюваною поверхнею; оцінки кутів нахилу прожекторів у вертикальній і розвороту в горизонтальній площинах.

Розрахунок проводиться на основі нормованої освітленості у горизонтальній площині.

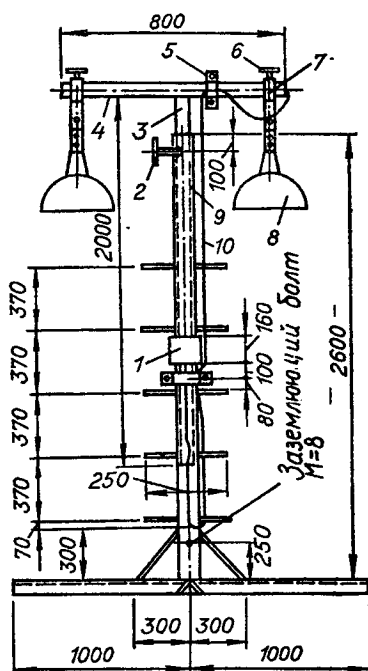


Рис. 4.5. Схема інвентарного переносного світильника:

1 — ввідна коробка; 2, 6 — гвинти; 3, 9 — щогли; 4 — поперечина; 5 — хомут; 7 — втулка; 8 — світильник; 10 — дріт

Орієнтовна кількість прожекторів  $n$ , яку необхідно встановити для створення на площі  $S$  необхідної освітленості, визначається таким чином:

1. Визначається рекомендована величина освітленості:

$$E_p = \kappa_z E_n, \text{ лк}, \quad (4.3)$$

де  $\kappa_z$  — коефіцієнт запасу, приймається за табл. 4.3;  $E_n$  — нормована освітленість, лк.

2. Визначається орієнтовна кількість прожекторів:

$$n = \frac{m E_p S}{P_\lambda}, \quad (4.4)$$

де  $m$  — коефіцієнт, який враховує світлову віддачу джерела світла, ККД прожекторів і коефіцієнт використання світлового потоку (приймають за таблицею СНіПу II-4-79);  $P_\lambda$  — потужність ламп, які застосовуються у прийнятому типі прожекторів (за паспортом);  $E_p$  — розрахункова освітленість, лк.



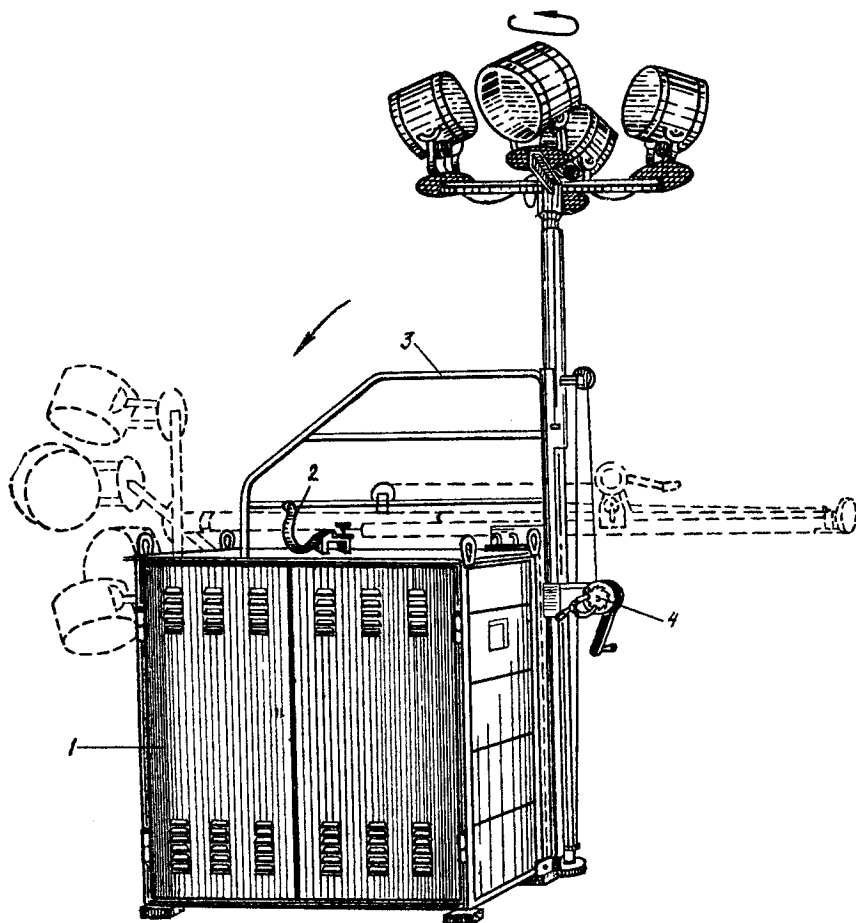


Рис. 4.6. Телескопічна прожекторна вишка: 1 — контейнер; 2 — хомут закріплення мачти; 3 — огороження; 4 — лебідка

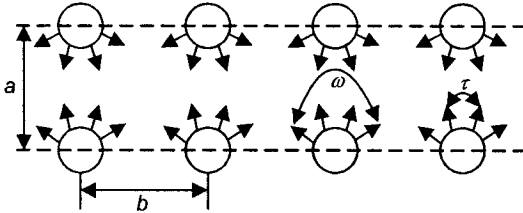
Таблиця 4.3. Визначення коефіцієнта запасу

Освітлювальні прилади	Коефіцієнт запасу $k$ ,	
	ламп розжарювання	газорозрядних ламп
Прожектори з підсиленням сили світла 5 і більше	1,5	1,7
Світильники	1,3	1,5

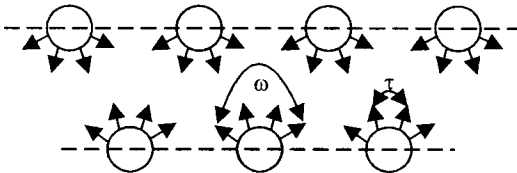
Усі коефіцієнти подані для умов очищення світильників два рази на рік.

Для будівельного майданчика рекомендується дві схеми розташування освітлювальних приладів:

— прямокутне розташування щогл:



— шахматне розташування щогл:



де  $\tau$  — кут між оптичними осями, град;  $\omega$  — кут охоплення, град;  $a$  — ширина майданчика, який освітлюється, м;  $b$  — відстань між щоглами, м.

Щогли мають бути обладнані заземлюючими пристроями, згідно з Інструкцією із проектування блискавкозахисту будинків і споруд.

Для освітлення бункерів, резервуарів, судин та інших внутрішніх просторів застосовуються переносні світильники з захисною металевою сіткою і з ізольованою рукояткою. Для переносних світильників в умовах будівництва напруга не повинна перевищувати 42(36) В, а в особливо небезпечних місцях (сирі дільниці, траншеї, шахти, колодязі, металеві резервуари, котли тощо) — не вище 12 В.

Заборонено застосовувати стаціонарні світильники в якості ручних переносних ламп.

Для розрахунку штучного освітлення застосовують три методи: точковий, метод використання світлового потоку, метод розрахунку за питомою потужністю. На рис. 4.7 наведені схеми розрахунку штучного освітлення за цими методами.

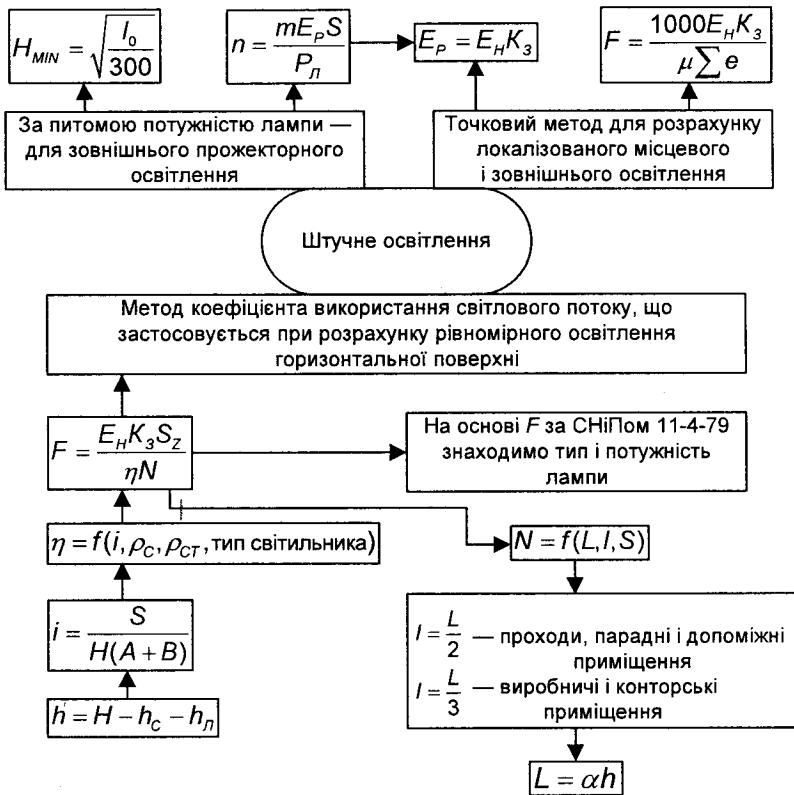


Рис. 4.7. Методи розрахунку штучного освітлення:  $E_H$  — нормована освітленість (за СНіПом II-4-79) з урахуванням характеру зорової роботи, лк;  $E_p$  — розрахункова освітленість, лк;  $K_3$  — коефіцієнт запасу (див. табл. 4.2);  $m$  — коефіцієнт, який враховує світлову віддачу джерел світла;  $P_n$  — потужність ламп у застосованих типах прожекторів, Вт;  $n$  — число прожекторів, яке необхідно встановлювати;  $S$  — площа, яку необхідно освітлити, м<sup>2</sup>;  $H_{min}$  — мінімальна висота підвісу світильника, м;  $F$  — світловий потік, лм;  $t$  — коефіцієнт впливу віддалених джерел відбитого світла;  $S_e$  — умовна освітленість, лк;  $Z$  — коефіцієнт, який враховує відношення середньої освітленості до мінімальної (~1,1);  $h$  — коефіцієнт світлового потоку — відношення потоку, що падає на поверхню до сумарного потоку всіх ламп (~0,57);  $N$  — число світильників;  $A, B, H$  — відповідно, довжина, ширина і висота приміщення, м;  $h_c$  — висота робочого місця, м;  $h_n$  — висота від

стелі до нижнього краю світильника, м;  $h$  — розрахункова висота підвісу світильника, м;  $r_c, r_{cm}$  — коефіцієнти відбиття стін і стелі, %;  $L$  — відстань між світильниками, м;  $l$  — відстань від стіни до світильника, м;  $i$  — індекс приміщення;  $d$  — коефіцієнт, який залежить від типу світильника (1,3—1,6).

Живлення світильників загального освітлення проводиться напругою не вищою за 220 В. У приміщеннях без підвищеної небезпеки вказана напруга допускається для всіх стаціонарних світильників, незалежно від висоти їх встановлення.

У приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних висота встановлення світильників над підлогою повинна бути не меншою за 2,5 м; для встановлення на меншій висоті застосовуються світильники, конструкція яких вимагає доступ до лампи без спеціальних пристосувань або використовується напруга не більша за 12 В.

При встановленні приладів загального освітлення поза приміщеннями на висоті меншій за 3 м та в приміщеннях з підвищеною небезпекою на висоті меншій за 2,5 м джерела світла огорджують для запобігання раптового дотику до них або застосовують освітлювальні прилади на напругу до 42 В. При цьому проводи у місці введення в арматуру повинні бути захищені від натягування і перетирання. Для місцевого освітлення застосовують освітлювальні прилади на напругу 42 В з арматурою, яка виключає можливість дотику до цоколя лампи. Допускається використання ручних переносних електроламп тільки заводського виготовлення, тому що їх конструкція виключає можливість дотику до струмоведучих частин. Лампа повинна бути захищена сіткою, а в особливо небезпечних, запилених та інших приміщеннях — додатковим скляним ковпаком. У приміщеннях з підвищеною небезпекою можна застосовувати лампи на напругу не вищу за 42 В, а в особливо небезпечних приміщеннях та поза ними — не вищу за 12 В. Живлення світильників з лампами напругою до 42 В відбувається тільки від понижуючих трансформаторів. Застосовувати автотрансформатори, дросельні котушки і реостати для пониження напруги заборонено.

Освітлювальні установлення на будівельних майданчиках оглядаються не рідше одного разу на тиждень, а стаціонарні у закритих приміщеннях — не рідше одного разу на місяць. При зовнішньому

огляді перевіряють: стан електромережі, кріплення проводів, відстань між проводами і конструкціями споруд, стан заземлюючих мереж, запобіжників, вимикачів тощо.

### 4.2.3. Проектування освітлення (СНіП II-4-79)

Проектування природного освітлення полягає у послідовному виконанні таких етапів:

#### 1. Нормуванні освітленості виробничого приміщення:

- визначення типу виробничого приміщення, виду робіт, які виконуються в ньому, географічного розташування об'єкта, орієнтації світлових отворів згідно зі сторонами горизонту;
- встановлення найменшого розміру об'єкта розрізнення у процесі роботи;
- визначення розряду зорових робіт;
- визначення табличної нормативної величини освітлення ( $E_n$ ).

#### 2. Коректуванні табличного значення величини коефіцієнта природнього освітлення:

- визначення зони світлового клімату для виробничих приміщень;
- визначення коефіцієнта світлового клімату;
- встановлення коефіцієнта сонячного клімату;
- розрахунок коефіцієнта природнього освітлення (КПО).

#### 3. Розрахунку необхідної площі світлових отворів для забезпечення нормативного значення КПО:

- визначення величини комплексу коефіцієнтів, що входять у формулу розрахунку необхідної площі світлових отворів;
- розрахунок площі світлових отворів;
- розрахунок необхідної площі світлових отворів.

Проектування штучного освітлення можна поділити на такі етапи:

#### 1. Нормування освітленості виробничих приміщень у темний час доби:

- визначення типу виробничого приміщення;
- визначення виду робіт;

- встановлення групи приміщень із завдань зорових робіт;
- характеристика складу повітря робочої зони;
- встановлення кольору забарвлення стін, стелі, підлоги;
- встановлення пожежо- та вибухонебезпеки виробництва;
- визначення геометричних розмірів приміщення (довжини, ширини, висоти, висоти робочої поверхні);
- встановлення необхідного типу виробничого освітлення;
- визначення найменшого розміру об'єкта розрізнення;
- встановлення розряду зорової роботи;
- визначення характеристики тону і контрасту об'єкта розрізнення;
- визначення розряду зорової роботи;
- встановлення нормативної величини штучного освітлення робочої зони.

2. Визначення допоміжних величин, необхідних для розрахунку світлового потоку лампи:

- вибір типу світильника;
- попереднє визначення кількості світильників і світлотехнічних приладів;
- розрахунок висоти виробничого приміщення до робочої поверхні;
- розрахунок індексу виробничого приміщення;
- визначення коефіцієнта використання світильника;
- визначення величин коефіцієнтів запасу і рівномірності освітлення.

3. Розрахунок сумарного світлового потоку.

4. Вибір світлового потоку лампи.

5. Вибір технічних характеристик світлотехнічної установки:

- вибір потужності світлових приладів за умовою економічності та забезпечення розрахункового світлового потоку;
- перевірка вибраних світлових приладів за умовою забезпечення нормованої освітленості робочих місць.

### **Етапи вирішення задачі розрахунку прожекторного освітлення**

1. Нормування освітленості, яку необхідно забезпечити прожекторними установками:

- деталізація цілей проектування установки та її призначення;
- вид освітлення;

- визначення виду робіт;
  - визначення розряду зорових робіт;
  - визначення розмірів об'єкта, що освітлюється;
  - встановлення освітленості горизонтальної поверхні, що нормується.
2. Визначення величин допоміжних коефіцієнтів:
- визначення значень додаткових величин;
  - визначення значень коефіцієнтів, що входять у формулу розрахунку кількості прожекторів.
3. Розрахунок технічних характеристик установки:
- вибір типу джерела світла й освітлювальних приладів;
  - розрахунок кількості прожекторів;
  - розрахунок мінімальної висоти установки прожекторів;
  - розміщення освітлювальних приладів.
4. Підбір світлотехнічних приладів.

## Питання для перевірки засвоєння матеріалу

1. В якому діапазоні довжин хвиль знаходиться видиме випромінювання?
2. Що таке “монохроматичне випромінювання”?
3. Яку довжину хвилі найбільш сприятливо відчуває око людини?
4. Що таке “технічні засоби виробничої санітарії”?
5. Що посідає особливе місце в системі загальних заходів, направлених на підвищення культури праці?
6. Чого в першу чергу вимагає гігієна праці?
7. Які види освітлення застосовують у виробничих умовах?
8. Які види робочого освітлення Ви знаєте?
9. Для чого застосовується загальне освітлення?
10. Для чого застосовується місцеве освітлення?
11. Які фактори враховують при нормуванні освітлення?
12. Що розуміють під природним освітленням?
13. Для чого введено поняття коефіцієнта природного освітлення (КПО)?
14. За якою формулою обчислюється коефіцієнт природного освітлення (КПО)?
15. Як поділяють штучне освітлення?
16. Які дві системи має штучне освітлення?
17. Які системи освітлення відповідають умовам виробництва?
18. Якою має бути освітленість для всіх будівельних майданчиків та ділянок робіт при загальному рівномірному освітленні?
19. Які загальні вимоги до електроосвітлення?
20. Яким чином приєднують до мережі світильники?
21. Згідно з якими правилами проводять розрахунок освітлення будівельного майданчика?
22. Якою повинна бути освітленість усередині кабін і машинних відділень для забезпечення нормальних умов експлуатації механізмів та приладів?
23. Якою повинна бути мінімальна освітленість території підприємств при аварійному освітленні?
24. Де передбачається охоронне освітлення?
25. З урахуванням яких факторів проводиться вибір світильників?



26. Яким співвідношенням визначається відстань між світильниками та їх найвигідніше розташування?
27. Коли передбачається евакуаційне освітлення?
28. В яких випадках застосовується прожекторне освітлення на будівельному майданчику?
29. Як проводиться розрахунок прожекторної установки?
30. Які дві схеми розташування освітлювальних приладів рекомендуються для будівельного майданчика?
31. Які методи застосовують при розрахунку штучного освітлення?

## Розділ 5

# ВИРОБНИЧИЙ ШУМ. ЗАХИСТ ВІД ЙОГО ДІЇ

### 5.1. Загальні характеристики шуму

Під час будівництва в Україні експлуатується щонайменше 35 000 машин, які створюють шум, небезпечний для слуху. Відповідно, великою є кількість працюючих на місцях із високим рівнем шуму. Це відбивається на кількості профзахворювань. Нині профзахворювання, пов'язані з погіршенням слуху, складають 52 % усіх профзахворювань, при цьому в 15 з 10 000 промислових робочих установлені порушення слуху. Серед працівників від дії шуму найбільше страждають машиністи будівельних машин, столяри, формувальники (табл. 5.1).

*Таблиця 5.1. Перелік професій з найбільшим ризиком захворювання органів слуху*

Професія	Кількість хворих на 10 000 працюючих
Столяр	61
Формувальник заводу ЗБВ	39
Бетонувальник	16
Паркетник	11
Дорожній робочий	6
Слюсар-монтажник	6
Машиніст будівельних машин	5

Основні джерела шуму в будівництві і промисловості будівельних матеріалів наведені в табл. 5.2.

Шум — це сукупність звуків різної інтенсивності та частоти, які викликають подразнювальну і шкідливу дію на організм людини. Під дією шуму в людини може змінюватися кров'яний

Таблиця 5.2. Джерела шуму на будовах

Тип машини	Рівень шуму, дБ			
	85—95	95—105	105—115	більше 115
Машини для забивання свай				*
Будівельно-монтажні пістолети				*
Пневмомолотки			*	
Бетонозмішувачі гравітаційної дії		*		
Пресувальні компресори		*		
Бульдозери		*		
Трамбувальні машини, віброплити		*		
Машини для нарізання швів у бетоні		*		
Засоби малої механізації для обрізання дерева, каменя, бетону		*		
Трактори		*		
Зварювальні апарати з дизельним двигуном		*		
Апарати аварійного електроживлення		*		
Вантажні автомобілі, крани	*			
Асфальтоукладачі	*			
Самохідні катки	*			
Самохідні грейдери	*			
Екскаватори	*			
Бетононасоси	*			
Вібраційний брус	*			
Бетонозмішувачі	*			

тиск, робота шлунково-кишкового тракту, а тривала його дія нерідко призводить до часткової або повної втрати слуху. Шум впливає на продуктивність праці робітників, послаблює увагу, викликає втрату слуху, подразнює нервову систему, в результаті чого знижується сприймання сигналів небезпеки, що може спричинити підвищення травматизму.

Звук, який розповсюджується в повітрі у вигляді продольних хвиль зі швидкістю  $C$  ( $C = \lambda f$ , де  $\lambda$  — довжина хвилі, м;  $f$  — ча-

стога звуку, Гц), називається повітряним звуком, а той, що розповсюджується у твердих тілах — структурним звуком. З поверхні твердих тіл звук може випромінюватися в повітря у вигляді повітряного звуку.

У твердих тілах можливі й інші форми хвиль. Особливе значення для розповсюдження звуку в твердих тілах мають згинні хвилі у тонких плівках. Резонанс згинних хвиль у будівельних конструкціях при використанні їх у якості звукоізолюючих і шумозахисних кожухів може призвести до погіршення ізоляції, якщо не прийняти захисних заходів.

Шум розрізняють: ударний (кування, kleпання, штампування тощо), механічний (тертя та биття вузлів і деталей машин), газо- і гідродинамічний (шум в апаратах і трубопроводах при великих швидкостях повітря, газу та рідини).

При розгляданні акустичної обстановки вивчають розповсюдження корпусного шуму, повітряного шуму у вільному просторі, повітряного шуму у замкненому просторі.

Корпусний шум виникає у твердих і рідких тілах у результаті прямого збудження коливань або збуджень, які утворюються від коливань повітря.

У практичних розрахунках для опису коливань, що випромінюються поверхнею машин, обладнання і будівель, використовують приблизні формули, моделюють звук, відбитий від конструкцій математичною моделлю.

Існує кореляційний зв'язок між рівнем вібрації і шуму для поверхонь випромінювання (корпусів машин, стін тощо) достатньо великих розмірів, тобто таких, що співставлені з довжиною хвилі низькочастотних коливань (наприклад, при частоті 50 Гц довжина звукової хвилі складає близько 7 м).

При одночасній дії декількох джерел звуку загальний рівень звукового тиску в кожній точці звукового поля визначається сумою квадратів звукового тиску окремих джерел, але цей метод досить складний, тому зазвичай використовують метод приблизних розрахунків, який є точнішим. Якщо в деякій точці звукового поля два джерела створюють рівні шуму  $L_1$  та  $L_2$ , то більший рівень звукового тиску визначає практично сумарний рівень шуму  $L$ :

$$L = L_1 + \Delta L, \text{ дБ}, \quad (5.1)$$

де  $L_1$  — більший із двох рівнів звукового тиску, тобто  $L_1 > L_2$ ;  $\Delta L$  — прирощення, яке визначається за різницею між рівнями звукового тиску двох джерел у конкретній точці звукового поля (табл. 5.3).

**Таблиця 5.3. Прирощення  $\Delta L$  до більшого рівня звукового тиску для двох джерел звуку**

$L_1 - L_2$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta L$	3	2	1,8	1,6	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7

Для визначення сумарного рівня звукового тиску за наявності більше двох джерел звуку користуються кроковим методом, тобто сумують рівні звукового тиску попарно згідно з вищенаведеним співвідношенням.

**Приклад 1.** Два однакових за величиною рівні звукового тиску:

$$L_1 = 80 \text{ дБ}, L_2 = 80 \text{ дБ}$$

$$L_1 - L_2 = 0 \text{ дБ}, \Delta L = 3 \text{ дБ}$$

$$L = 80 + 3 = 83 \text{ дБ}$$

**Приклад 2.** Два різних за величиною рівні звукового тиску:

$$L_1 = 102 \text{ дБ}, L_2 = 98 \text{ дБ}$$

$$L_1 - L_2 = 4 \text{ дБ}, \Delta L = 1,3 \text{ дБ}$$

$$L = 102 + 1,3 = 103,3 \text{ дБ}$$

**Приклад 3.** Чотири різних за величиною рівні звукового тиску:

$$L_1 = 97 \text{ дБ}, L_2 = 95 \text{ дБ}, L_3 = 94 \text{ дБ}, L_4 = 90 \text{ дБ}$$

$$L_1 - L_2 = 2 \text{ дБ}, \Delta L = 1,8 \text{ дБ}$$

$$L_{1+2} = 97 + 1,8 = 98,8 \text{ дБ}$$

$$L_3 - L_4 = 4 \text{ дБ}, \Delta L = 1,3 \text{ дБ}$$

$$L_{3+4} = 94 + 1,3 = 95,3 \text{ дБ}$$

$$L_{1+2} - L_{3+4} = 3,5 \text{ дБ}, \Delta L = 1,45 \text{ дБ}$$

$$L = 98,8 + 1,45 = 100,25 \text{ дБ}$$

У зв'язку з тим, що вухо людини має неоднакову чутливість до звуків різної частоти або різного спектра, використовують так званий рівень звуку, який визначається через коректуючий фільтр (означений як А), що моделює особливості слуху вуха людини.

Мінімальна сила звуку  $I$ , яка сприймається вухом людини, називається *порогом відчуття* ( $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>). Найвища сила звуку, перевищення якої призводить до відчуття болю, називається *больовим порогом* ( $10^2$  Вт/м<sup>2</sup>).

Діапазон звуків, який сприймається вухом людини, вкладається в шкалу від 0 до 150 дБ. Шум із рівнем 130—150 дБ може викликати механічні пошкодження органів слуху. Нешкідливий (еталонний) рівень найбільшої гучності шуму для людини складає 70 дБ (при частоті коливань 1000 Гц). Якщо розміри джерела шуму малі, незважаючи на високий рівень шуму, рівень звукового тиску буде відносно низьким через те, що джерело в цьому випадку не випромінюватиме низькочастотних складових спектра.

Знаючи поріг чутливості, больовий поріг і особливості будови вуха людини, найважливішим діапазоном подавлення шуму є область рівнів звуку від 0 до 120 дБ у смузі частот 16—20 000 Гц.

Для характеристики потужності звуку в деякій точці звукового поля використовується інтенсивність звуку  $I$ , яка представляє собою потік звукової енергії  $P$ , що протікає в цій точці звукового поля через одиницю площі площини  $S$ , розташованої перпендикулярно до напрямку розповсюдження хвилі:

$$I = \frac{P}{S}, \text{ Вт/м}^2 \quad (5.2)$$

За інтенсивністю звуку можна визначити звукову потужність  $P_0$  шляхом інтегрування по замкненій поверхні навколо джерела звуку. Її задають також звуковими рівнями і називають рівнем звукової потужності  $L_p$ .

Кількісну характеристику звука в певній точці звукового поля можна виразити звуковим тиском  $P$ , але для практичних цілей зручніше користуватися рівнем звукового тиску:

$$L = 2 \lg \frac{\tilde{P}}{\tilde{P}_0}, \text{ дБ}, \quad (5.3)$$

де  $\tilde{P}_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Н/м}^2$  (Па) — початкове значення звукового тиску, який відповідає порозу чутливості на частоті 1000 Гц.

У вільному просторі або вільному звуковому полі повітряний шум розповсюджується в усі боки, утворюючи кульову хвилю. Інтенсивність звуку і рівень звукового тиску шуму знижуються з віддаленням від джерела.

При відомих рівнях шуму —  $L_1$ ,  $L_2$  і відстані між джерелом шуму та місцем вимірювання рівня звукового тиску шуму  $r_1$  рівень звукового тиску шуму на іншій віддалі  $r_2$  визначається за формулою (при цьому  $r_2 > r_1$ ):

$$L_2 = L_1 - 20 \lg(r_1 / r_2), \text{ дБ} \quad (5.4)$$

Значення рівня звукового тиску звуку при лінійних джерелах:

$$L_2 = L_1 - 10 \lg(r_1 / r_2), \text{ дБ} \quad (5.5)$$

Рівень звукового тиску шуму знижується з проходженням звукових хвиль через поверхню, що відбиває звук.

Звукове поле у замкненому просторі характеризується явищем відбивання, і тоді у всьому приміщенні встановлюються рівномірні рівні звукового тиску.

Рівень звукового тиску всередині цієї області підвищується:

- по відношенню до вільного простору: через поверхню — до 3 дБ (просте відбиття), перед краєм — до 6 дБ (подвійне відбиття), перед кутом — до 9 дБ (потрійне відбиття);
- по відношенню до відбивної поверхні: перед плоскою — до 3 дБ, перед краєм — до 6 дБ, перед кутом — до 9 дБ;

За характером спектра шуми поділяють на:

- широкосмуговий з безперервним спектром і шириною, більшою за одну октаву;
- тональний, у спектрі якого є виражені дискретні тони, які встановлюють виміром 1/3 октавних смуг частот із перевищення рівня звукового тиску в одній смузі над сусідніми не менше, ніж на 10 дБ.

За часовими характеристиками шуми поділяють на:

- постійні, рівень звуку яких за 8-годинний робочий день змінюється не більш, як на 5 дБ;
- непостійні, рівень звуку яких за 8-годинний робочий день змінюється більше, як на 5 дБ.

Непостійний шум поділяється на: коливальний, рівень звуку якого змінюється до 5 дБ і більше, причому тривалість інтервалів, упродовж яких рівень звуку лишається постійним, складає 1 секунду і більше; імпульсний, який складається з одного чи кількох звукових сигналів, кожний тривалістю меншою за 1 секунду, при цьому рівні звуку відрізняються не більше, як на 7 дБ.

Характеристикою постійного шуму є інтегральний критерій — еквівалентний за енергією рівень звуку — рівень звуку постійного широкосмугового шуму, який має такий же середньоквадра-

тичний звуковий тиск, що й неперервний шум, протягом певного інтервалу часу:

$$L = 10 \times \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{P_a(t)}{P_0} \right), \quad (5.6)$$

де  $P_a(t)$  — значення середньоквадратичного звукового тиску з урахуванням корекції "А" шумоміра;  $P_0$  — вихідне значення звукового тиску в повітрі ( $2 \times 10^{-5}$  Па);  $T$  — час дії шуму, год.

Допустимі рівні звукового тиску (в октавних полосах частот), рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються:

- для широкосмугового, постійного і непостійного (крім імпульсного) шуму за табл. 5.4;
- для тонального та імпульсного шуму — на 5 дБ менше значень, наведених у табл. 5.4;
- для шуму, який утворюється в установках кондиціонування повітря, вентиляції та повітряного опалення — на 5 дБ менше фактичних рівнів шуму в цих приміщеннях, а в інших випадках — на 5 дБ менше за значення, вказані в табл. 5.4.

Додатково до вказаних, максимальний рівень звуку безпосереднього шуму на робочих місцях не повинен перевищувати 110 дБ, а максимальний рівень звуку імпульсного шуму — 125 дБ.

При роботі на будівельному майданчику октавні рівні звукового тиску  $L$ , дБ, визначають як суму рівнів звукового тиску  $L_i$  у вибраній розрахунковій точці від кожного джерела шуму:

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}, \text{ дБ} \quad (5.7)$$

Для джерел, які випромінюють шум у навколишнє середовище, розрахункові точки вибирають на відстані 2 м від площини вікон, наближених до житлових і побутових будинків. На території житлових мікрорайонів, лікарень, санаторіїв, шкіл, дитячих установ розрахункові точки вибирають на відстані 2 м від межі території на висоті 1,2 м від поверхні землі.

Для спрощення розрахунків рівнів звукового тиску необхідно скласти відповідно суму рівнів звукової потужності й користуватися табл. 5.5.



**Таблиця 5.4. Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях (ГОСТ 12.003-83)**

Робочі місця	Рівні звукового тиску з середньгеометричними частотами, Гц								Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення конструкторських бюро, розрахункові, програмісти, лабораторії для теоретичних робіт і обробки експериментальних даних тощо	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	68	63	55	52	50	49	60
Кімнати спостережень і дистанційного управління без голосового зв'язку по телефону	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Кімнати спостережень і дистанційного управління з голосовим зв'язком по телефону	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення типу машинописного бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення лабораторій для проведення експериментальних робіт; приміщення для розміщення шумових агрегатів ЕОМ	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємств, постійні робочі місця стаціонарних машин	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Таблиця 5.5. Просте складання і віднімання децибелів

Різниця двох рівнів звукового тиску	При складанні до більшого рівня додати	При відніманні від більшого рівня відняти
0,1	3	7
2	2	5
3	2	3
4	1	2
5	1	2
6—9	1	1
10 і більше	0	0

Таблиця 5.6. Характеристика шуму в октавних смугах

Величина	Частота, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Показник октавної полоси, дБ	78	65	52	48	44	40	35	30	25
Частотна характеристика А, дБА	-40	-25	-18	-9	-7	0	1	3	2
Рівень октавної полоси з похибкою на характеристику А, дБ	38	40	34	39	37	40	36	33	28

**Приклад**

Визначити об'єднане значення показників окремих октавних смуг по шкалі А, користуючись даними табл. 5.6.

*Рішення*

Користуючись табл. 5.6, складемо показники октавних полос попарно для кожних двох сумісних полос:

38 40 34 39 37 40 36 33 28  
42 40 42 38

За необхідності складання трьох октавних полос спочатку сумуємо показники двох суміжних полос, а потім додаємо показники третьої. У цьому випадку до суми показників рівнів 36 і 33 необхідно додати показники останньої полоси — 28, але якщо показники двох рівнів відрізняються на 10 дБ

і більше, то в результаті приймаємо більше значення. Додамо отримані показники рівнів з округлених октавних полос:

42	40	42	38
44		43	

Повторивши цю ж операцію, отримаємо:

44	43
47	

Таким чином, рівень шуму дорівнює 47 дБ.

## 5.2. Характеристика шкідливої дії шуму

Розробники будівельних машин основну увагу приділяють забезпеченню граничнодопустимих значень шуму на робочих місцях, тому виробникам необхідно вживати різних технологічних і організаційних заходів, аби значення рівня шуму поряд із будмайданчиками не перевищували граничних.

З іншого боку, шум призводить до великих економічних витрат через зниження продуктивності праці, збільшення витрат на медичне обслуговування працюючих тощо.

В Україні для характеристики шкідливої дії шуму використовуються такі величини: рівень звуку, максимальне значення рівня шуму, еквівалентний рівень звуку  $L_{екв}$ , граничні спектри звуку.

При визначенні *рівня звуку* виходять із завдань гігієни праці. У законодавчому порядку встановлено застосування частотної характеристики шуму  $A$  і часової характеристики. Зазвичай, рівень шуму задають у дБА.

При постійному за часом рівні шуму, який створює, наприклад, компресор, немає різниці між цими характеристиками. Для самохідних будівельних машин рівні шуму з частотною характеристикою вищі за рівень з часовою характеристикою на 1—3 дБ. Тільки при імпульсному характері шуму, наприклад, під час забивання свай або роботі з молотком, різниця рівнів шуму перевищує 5 дБ, а під час роботи з будівельно-монтажним пістолетом різниця рівнів шуму перевищує 15 дБ.

Для визначення шкідливої дії на людину імпульсного шуму іноді використовують *максимальне значення рівня звуку*  $L$  (рис. 5.1).

За допомогою *еквівалентного рівня звуку*  $L_{екв}$  характеризують дію шуму на людину, яка змінюється з часом. Еквівалентним рів-

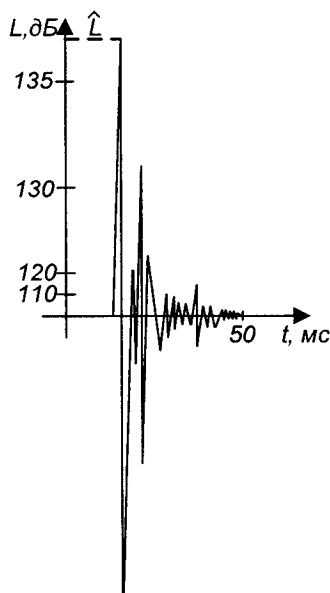


Рис. 5.1. Визначення максимального значення рівня звуку

нем звуку називають значення рівня довготривалого постійного шуму, який у межах часу спостережень  $T$  має те ж саме середньоквадратичне значення рівня звуку, що й шум, який змінюється в часі.

У деяких випадках дія шуму оцінюється за допомогою *граничних спектрів*.

Для цього необхідно визначити октавний спектр шуму, який аналізуємо, і занести його на блоки граничних спектрів (рис. 5.2) шуму. Гранична крива, що розташована над отриманим спектром дотично до нього, характеризує шум, що досліджуємо. Йому присвоюється індекс  $N$  (наприклад,  $N 100$ ), який відповідає цьому граничному спектру.

Після цього рівень шуму порівнюють із граничними значеннями, які також задаються  $N$ -числами. Перевага цього методу в тому, що за визначеним октавним спектром можна одразу вирішити питання про необхідність проведення засобів захисту від шуму. Недолік цього методу — значні втрати часу, особливо під час вимірів стохастично змінного шуму.

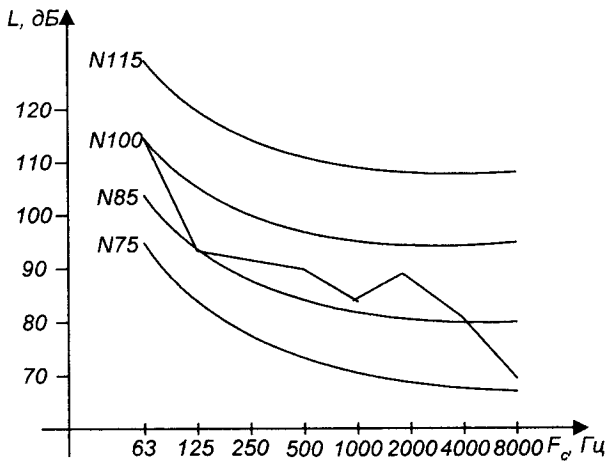


Рис. 5.2. Характеристика шуму, який досліджуємо

N-числа і рівень звуку  $L_A$  зв'язані залежністю:

$$L_A = N + 5, \text{ дБ} \quad (5.8)$$

У будівництві в основному зустрічається шум, що діє нерегулярно або довільно. Змінний шум і еквівалентний для нього рівень звуку  $L_{екв}$  не повинен перевищувати 90 дБ, а максимальне значення рівня звуку не повинно перевищувати 135 дБ.

### 5.3. Граничні значення шкідливої дії шуму та їх нормування

Граничні значення шуму в місцях перебування людей встановлені державним стандартом і стосуються таких місць перебування, як: робоче місце; транспорт; прилеглі території; приміщення житлових і суспільних будівель.

**Допустимий рівень шуму на робочому місці.** Розрізняють шум шкідливий для слуху, який заважає роботі або погіршує умови праці.

*Граничні значення шуму, які не викликають пошкодження внутрішнього вуха*

Залежно від рівня і тривалості дії шуму, розрізняють такі випадки:

1. Безперервна дія шуму постійної інтенсивності. За тривалості дії понад 5 годин робочої зміни рівень звуку не повинен перевищувати граничне значення — 90 дБ АІ. При дії шуму тривалістю менше 5 годин за зміну рівень звуку, дБ АІ, не повинен перевищувати граничні значення, наведені на рис. 5.3.

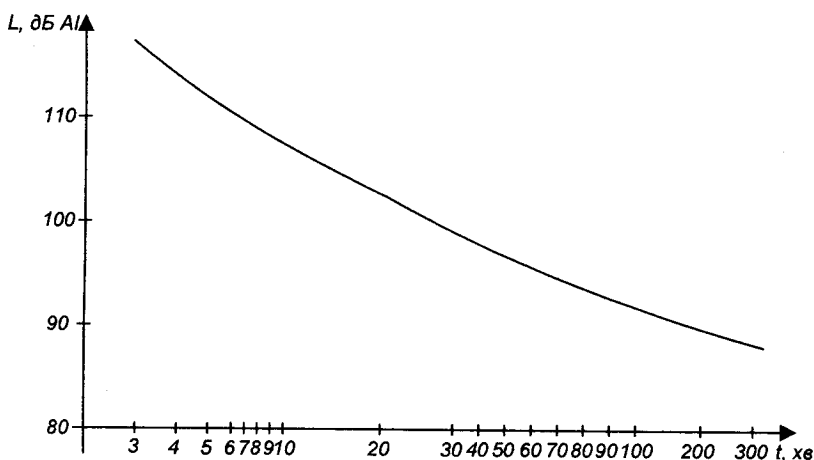


Рис. 5.3. Максимально допустимі рівні звуку залежно від тривалості його дії

Постійним у часі з погляду гігієни праці є шум, рівень звуку якого не змінюється більше ніж на 5 дБ АІ. Цю модель можна використовувати тільки в тому випадку, якщо постійний шум впливає безперервно. У випадку припинення дії звуку шум, що залишився, повинен відповідати умовам паузи при дії шуму.

2. Шум, який протягом зміни впливає на довкілля. Для випадку періодичного припинення дії постійного шуму, залежно від тривалості дії і тривалості паузи, максимально допустимі рівні звуку можна визначити за спеціальною діаграмою.

Проте, як свідчить досвід, у будівництві не трапляються такі випадки дії шуму, які можна було б віднести до цієї моделі, тому

тут цей метод оцінки не розглядається. У зв'язку з цим, пауза в дії шуму визначається за умови, що рівень звуку при безпосередній дії на вухо робітника знаходиться нижче 80 дБ АІ.

3. Нерегулярний, шум, який впливає, або довільний шум, що змінюється. У цьому випадку еквівалентний рівень звуку  $L_{екв}$  не повинен перевищувати 90 дБ АІ, а максимальне значення рівня звуку не повинно перевищувати 135 дБ, що оптимально за будь-яких ситуацій дії шуму.

**Граничні значення шуму для певних видів діяльності.** Під час виконання деяких видів робіт, а також для забезпечення умов чутності акустичних сигналів встановлені граничні значення шуму, що лежать значно нижче граничних значень, які не впливають на погіршення слуху. Так, рівень  $L_{екв}$  у приміщеннях для розумової праці не повинен перевищувати 50 дБ АІ, а рекомендоване його граничне значення — 45 дБ АІ. Для забезпечення чутності акустичних сигналів або розуміння мови рівень звуку не повинен перевищувати 85 дБ АІ.

**Допустимий шум у приміщеннях житлових і суспільних будівель.** Під час реконструкції житлових і суспільних будівель значущість граничних значень шуму зростає. Їх встановлюють окремо для денного (від 6 до 22 години) і нічного (від 22 до 6 години) часу.

Для оцінки шуму в житлових приміщеннях і спальнях необхідно перерахувати заміряний рівень звуку в порожніх приміщеннях, з рівнем звуку, який виникає в обставлених приміщеннях:

$$L_e = L_m - 10 \lg \frac{A}{10}, \text{ дБ}, \quad (5.9)$$

де  $L_e$  — рівень звуку, дБ, в обставленому приміщенні;  $L_m$  — заміряний рівень звуку в порожньому приміщенні, дБ;  $A$  — еквівалентна звукопоглинальна площа цього приміщення, м<sup>2</sup>.

**Допустимий рівень шуму на території житлової забудови.** Необхідність дотримання граничних значень шуму на території житлової забудови створює для підприємств, особливо будівельних, суттєві труднощі. Ці граничні значення обмежують максимальний і еквівалентний рівні звуку на відстані 1 м від зовнішньої стіни цього приміщення (табл. 5.7).

**Таблиця 5.7. Допустимі значення рівня шуму на території житлової забудови**

Зона	Допустиме значення $L_{екв}$ , дБ АІ		Максимальний рівень звуку, дБ АІ
	з 6 до 22 год	з 22 до 6 год	
Відпочинку і курортна	45	35	85
Житлова	50	40	85
Промислово-житлова	55	45	90
Промислова, центр міста	60	50	95

**Допустимий шум на транспортних засобах.** Для будівельної галузі оптимальними вважаються граничні значення рівня звуку на транспортних засобах (табл. 5.8), оскільки вони значно нижчі, ніж граничні значення для певних професій.

**Таблиця 5.8. Допустимі рівні звуку на транспортних засобах (робочі місця водіїв)**

Тип машини	Рівень звуку, дБ АІ	
	Максимально допустиме значення	Рекомендоване максимальне значення
Автомобілі й автобуси з масою до 2,5 т	83	78
Автомобілі й автобуси з масою більше 2,5 т	85	75
Автомобілі з причепами	80	75
Рейковий транспорт	85	80
Трактори	88	80

Виробничий шум нормується згідно з ГОСТом 12.1.003-83.

Нормуються такі параметри шуму: рівень сили звуку або сила звуку в децибелах  $L_{дб}$ ; середньоквадратичні звукові тиски, які вимірюються на лінійній характеристиці шумоміра (або шкалі "С") в октавних полосах частот із середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц. Одиницею вимірювання рівня гучності є фон.



## 5.4. Засоби захисту від шуму

Захист від шуму, згідно з ГОСТом 12.1.003-83, повинен досягатися розробленням шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів колективного захисту за ГОСТом 12.1.029-80 і засобів індивідуального захисту за ГОСТом 12.4.051-81, а також будівельно-акустичними методами.

Заходи із захисту від шуму повинні передбачатися і вживатися під час розроблення технологічних процесів, конструювання, виготовлення та експлуатації машин і обладнання, проектування і будівництва виробничих будівель і споруд, а також під час організації робочих місць.

Для орієнтовної оцінки акустичної досконалості машини можна користуватися відношенням звукової потужності, яку вона випромінює, до загальної потужності машини (її акустичний ККД). Якщо потужність, що випромінюється, складає  $10^{-5}$  потужності машини — вона акустично досконала. Необхідно, щоб звукова потужність випромінення складала  $10^{-8}$  загальної потужності.

Основний нормативний документ, що встановлює вимоги до будівельно-акустичного методу боротьби з шумом — СНіП II-12-77, який містить норми і правила проектування шумоглушіння будівельно-акустичними, будівельними, архітектурно-планувальними методами і загальні вимоги до проектування заходів із шумоглушіння; порядок проведення акустичних розрахунків; вміст шумових характеристик джерел шуму, норми допустимого шуму й основні принципи визначення рівнів зворотного тиску в розрахункових точках, порядок розрахунку необхідного зниження шуму і вказівки із вибору, розрахунку і проектування шумопоглинаючих конструкцій, пристроїв і заходів.

У зв'язку з тим, що найбільшу небезпеку при будівництві створюють будівельні машини і механізми, розглянемо більш детально засоби захисту від шуму для них.

## 5.5. Шумові характеристики будівельних машин і засоби захисту

Методи визначення шумових характеристик викладені в ГОСТах 12.1.023-80, 12.1.024-84, 12.1.025-81 і 12.1.028-80.

Згідно з СН 1102-73, зовнішній шум будівельно-дорожніх машин, тракторів і вантажних машин на відстані 7,5 м від осі руху машин повинен відповідати ГОСТу 19357-74 (табл. 5.9).

*Таблиця 5.9. Допустимі рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку*

Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
99	92	86	83	80	78	76	74	85

В екскаваторах, самохідних кранах, машинах для будівництва доріг, вантажних автомобілях основним джерелом шуму є двигун внутрішнього згоряння. Рівень шуму від робочого і ходового обладнання, а також від окремих елементів будівельних машин менший за рівень шуму від двигуна.

Основними джерелами шуму екскаватора (рис. 5.4) є: вентилятор системи охолодження 1, система впуску 2, система випуску 3, двигун (механізм газорозподілення, процес згоряння) 4, силова передача 5.

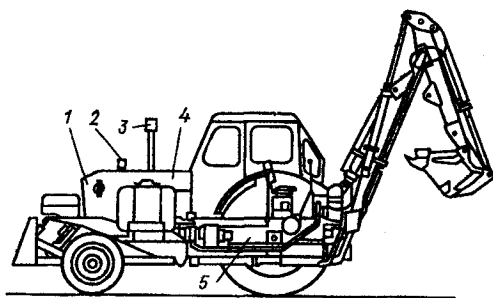


Рис. 5.4. Основні джерела шуму екскаватора (трактора)

Спектри шуму основних джерел будівельних і дорожніх машин представлені на рис. 5.5.

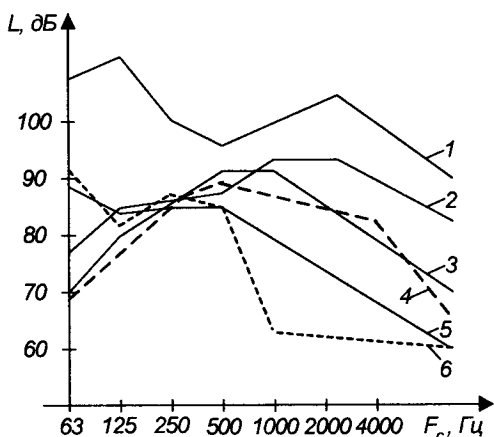


Рис. 5.5. Спектри шуму основних джерел будівельних і дорожніх машин: 1 — вихлоп двигуна; 2 — корпус двигуна; 3 — система гідравліки; 4 — вентилятор; 5 — трансмісія; 6 — всмоктування двигуна внутрішнього згорання

Середній рівень звуку на відстані 1 м від поверхні корпусу дизеля при роботі в режимі максимальної потужності складає:

$$\bar{L}_A = 30 \lg n / d + (55 \dots 60), \text{ дБА}, \quad (5.10)$$

де  $n$  — частота обертання колінчатого валу, об./хв;  $d$  — діаметр поршня, мм.

Рівень звукової потужності на характеристиці А дизеля,

$$L_p = 57 + 10 \lg(n_n P) + 30 \lg(n_p / P), \text{ дБА}, \quad (5.11)$$

де  $P$  — номінальна потужність двигуна, кВт;  $n_n$  — номінальна частота обертання двигуна, об./хв;  $n_p$  — робоча частота обертання двигуна, об./хв.

Рівень шуму впуску двигунів внутрішнього згорання складає:

$$L_{en} = 45 \lg v_n + 80, \text{ дБА}, \quad (5.12)$$

де  $v_n$  — середня швидкість поршня, м/с.

$$L^{kab} = 10 \lg \left( 10^{0,1L_{об}^{kab}} + 10^{0,1L_{вихл}^{kab}} \right), \text{ дБА}, \quad (5.13)$$

де  $L_{об}^{kab}$ ,  $L_{вихл}^{kab}$  — шум, відповідно, двигуна і вихлопу в кабіні, дБ.

Повітряний шум на робочому місці (рис. 5.6):

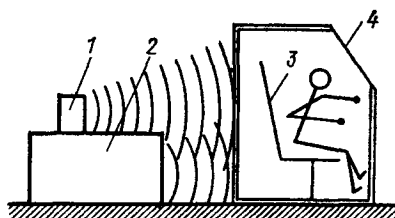


Рис. 5.6. Розрахункова схема для визначення повітряного шуму:  
1 — вихлоп; 2 — корпус двигуна; 3 — робоче місце; 4 — кабіна

Крім того, рівень шуму можна визначити за формулою:

$$L = 20 \lg(v/v_0), \text{ дБА}, \quad (5.14)$$

де  $v$  — коливальна швидкість джерела шуму, см/с;  $v_0$  — коливальна швидкість, що відповідає пороговому рівню шуму, тобто  $v_0 = 5 \times 10^{-6}$  см/с.

У тих випадках, коли для гучних вузлів машин неможливо застосувати звукоізоляційні кожухи або надійно звукоізолювати приміщення, застосовують звукоізолюючі кабіни або екрани. У них чи за ними перебуває оператор із випробування, наприклад, двигунів внутрішнього згорання. Екрани виготовляють із суцільних щитів, облицьованих звукопоглинаючим матеріалом поверхні, яка повернена до джерела шуму. Ефективність екранів значно збільшується при сполученні їх із звукопоглинаючим облицьованням приміщення.

В умовах виробництва звукоізолюючі кабіни застосовують для укриття робітників від загального шуму в цеху і безпосереднього спостереження з них за виробничим процесом. У цьому випадку виробничим процесом керують дистанційно. Розрахунок стаціонарних звукоізоляційних кабін проводять за методикою, викладеною в СНіПі II-12-77.

У самохідних машинах кабіна для водія-машиніста одночасно обладнана тепло- і звукоізоляційним пристроєм робочого місця.

Рівні звукового тиску в кожній точці звукового поля кабіни самохідної машини (рис. 5.7) від різних джерел складаються за законом енергетичного сумування:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{-0,1L_i}, \text{ дБА} \quad (5.15)$$

де  $L_{\Sigma}$  — сумарний рівень звукового тиску в точці звукового поля самохідної машини (повітряний шум), дБ;  $L_i$  — рівень звукового тиску, який створюється в конкретній точці звукового поля  $i$ -м джерелом, дБ;  $n$  — кількість джерел.

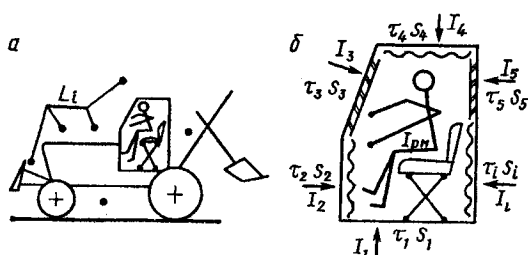


Рис. 5.7. Схема до розрахунку рівнів звукового тиску:  
а — звукове поле; б — звукоізоляція кабіни

Рівень звукового тиску  $L_i$  визначають, виходячи з рівня звукової потужності джерела і направленості випромінювання шуму, а точніше при випромінюванні за сферою:

$$L_i = L_{p,i} - 20 \lg(a/a_0) + 10 \lg 4\pi - ПН, \text{ дБ}, \quad (5.16)$$

при випромінюванні за напівсферою:

$$L_i = L_{p,i} - 20 \lg(a/a_0) + 10 \lg 2\pi - ПН, \text{ дБ}, \quad (5.17)$$

де  $L_{p,i}$  — рівень звукової потужності  $i$ -го джерела, дБ;  $a$  — відстань від центру вимірювальної поверхні джерела до цієї точки поля, м;  $a_0$  — опорний радіус, м;

$ПН$  — показник направленості в цьому напрямку, дБ;  $ПН = L - \bar{L}$  (де  $L$  — рівень звукового тиску в октаві, замірваний у цьому напрямку, дБ;  $\bar{L}$  — середній рівень звукового тиску в октаві на тій же відстані від джерела, дБ).

Залежно від акустичної характеристики кабіни, рівень звукового тиску можна знизити шляхом заміни матеріалу огороження кабіни. Тоді інтенсивність звуку на робочому місці в кабіні буде складати:

$$I = I_e + I_n + I_p, \text{ Вт/м}^2, \quad (5.18)$$

де  $I_n$  — інтенсивність звуку, який пройшов через огороження кабіни, Вт/м<sup>2</sup>;  $I_e$  — інтенсивність звуку, який випромінюється в результаті вібрації огороження кабіни (вторинний шум), Вт/м<sup>2</sup>;  $I_p$  — інтенсивність розсіяного

звуку в кабіні в результаті багаторазових відбивань від внутрішніх поверхонь, Вт/м<sup>2</sup>.

Враховуючи, що кабіна повністю віброізолювана від рами самохідної машини, можна вважати, що  $I_s = 0$ . З рис. 5.7 — звукова енергія, яка проходить через огороження кабіни:

$$I_n = \sum I_i A_i \tau_i, \text{ Вт/м}^2, \quad (5.19)$$

де  $I_i$  — інтенсивність звуку, який падає на  $i$ -те огороження, Вт/м<sup>2</sup>;  $A_i$  — площа цього огороження, м<sup>2</sup>;  $\tau_i$  — коефіцієнт звукопроникності огороження.

Звукова енергія, яка поглинається звукоізоляцією огороження:

$$I_{\text{ног}} = I_{\kappa} A_{\Sigma} \alpha_{cp}, \text{ Вт/м}^2, \quad (5.20)$$

де  $I_{\kappa}$  — інтенсивність звуку в кабіні, Вт/м<sup>2</sup>;  $A_{\Sigma}$  — загальна площа огороження, м<sup>2</sup>;  $\alpha_{cp}$  — середній коефіцієнт звукопоглинання внутрішніх поверхонь кабіни.

Звукова енергія, яка пройшла через огороження кабіни, повинна дорівнювати звуковій енергії, яка поглинається в кабіні, тобто  $I_{\text{ног}} = I_{\kappa}$ .

Тоді:

$$\sum I_i A_i \tau_i = I_{\kappa} A_{\Sigma} \alpha_{cp}, \quad (5.21)$$

звідси, рівень звукового тиску на робочому місці в кабіні буде складати:

$$L_k = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n A_i 10^{-0,1(L_{\Sigma_i} - R_i)}}{A_{\Sigma} \alpha_{cp}} \leq L_{\text{дон}}, \text{ дБ}, \quad (5.22)$$

де  $L_{\Sigma_i}$  — сумарний рівень звукового тиску, що падає на  $i$ -те огороження;  $R_i$  — звукоізолююча здатність  $i$ -го огороження, яка дорівнює  $R_i = 10 \lg \frac{1}{\tau}$  або  $\tau = 10^{-0,1R}$ ;  $\alpha_{cp}$  — середній коефіцієнт звукопоглинання;  $\alpha_{cp} = \alpha'_{cp} + \tau$ , де  $\alpha'_{cp} = (A_1 \alpha_1 + A_2 \alpha_2 + \dots + A_n \alpha_n) / S_{\Sigma}$ ;  $A_1, A_2, \dots, A_n$  — площі окремих ділянок огорожень кабіни, м<sup>2</sup>, які мають коефіцієнти звукопоглинання відповідно  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ ;  $L_{\text{дон}}$  — допустимий рівень звукового тиску, дБ, за ГОСТом 12.1.003-83.

Звукоізолюючі конструкції огорожень кабін будівельних машин виготовляють одностінними. Звукоізолюючими елементами огороження можуть бути металеве огороження (зовнішня стінка), вібродемпфіруюче покриття, звукопоглинаючий матеріал і захисна плівка або картон (внутрішня стінка). Звукоізолююча кабіна дозволяє знизити шум від 20 до 30 дБ у середніх і високочастотних діапазонах.

## Питання для перевірки засвоєння матеріалу

1. Що являє собою шум?
2. Які розрізняють різновиди шуму?
3. Де виникає корпусний шум?
4. Яким чином визначається загальний рівень звукового тиску в кожній точці звукового поля при одночасній дії декількох джерел звуку?
5. Що таке “порог больового відчуття”, або “порог чутливості”?
6. Яка мінімальна сила звуку сприймається вухом людини?
7. Що таке допустимі рівні звукового тиску?
8. Який діапазон звуків, сприймаються вухом людини?
9. Для характеристики чого використовується інтенсивність звуку  $I$ ?
10. За якою формулою визначається інтенсивність звуку  $I$ ?
11. Як поділяють непостійний шум?
12. Що є характеристикою постійного шуму?
13. Які величини використовують для характеристики шкідливої дії шуму?
14. Що характеризують за допомогою еквівалентного рівня звуку  $L_{екв}$ ?
15. Яким виразом можна користуватися для орієнтовної оцінки акустичної досконалості машини?
16. До яких значень дозволяє знизити шум звукоізолююча кабіна?



---

---

## Розділ 6

# ВИРОБНИЧА ВІБРАЦІЯ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД НЕЇ

### 6.1. Загальна характеристика вібрації

Застосування вібраційних машин і технологій у декілька разів пришвидшує технологічні процеси, покращує якість продукції, що виготовляється, дозволяє значно знизити трудові та енергетичні витрати, матеріалоемність процесів і машин, а також реалізувати технології, які без застосування вібраційної техніки практично неможливі (наприклад, виготовлення залізобетонних виробів, укладення та ущільнення бетону в монолітних конструкціях, поглинання свай і шпунта, дроблення, руйнування твердих основ і покриттів, ущільнення ґрунтових і штучних основ і покриттів тощо). Таким чином, будівництво, як жодна інша галузь, насичене джерелами вібрації, яка має негативну дію.

Допустимий рівень коливань технічних об'єктів (машин, будинків, споруд), які піддаються вібрації, визначається: фізіологічною дією коливань на людей, міцністю, стійкістю і довготривалістю конструкцій, впливом коливань на технологічні процеси і виробництво; необхідністю збереження достатньої жорсткості та нормованих значень деформацій і згинів.

З усіх видів механічних дій для технічних об'єктів найбільш небезпечною є вібраційна дія. Знакозмінна напруга викликає вібрацію, сприяє накопиченню пошкоджень у матеріалах, появі тріщин і руйнуванню. При полігармонійній дії найнебезпечнішими є гармоніки, які можуть викликати резонанс об'єкта.

Здатність об'єкта не руйнуватися при вібраціях називають віброміцністю, а здатність нормально функціонувати — вібростійкістю. Мета віброзахисту технічних об'єктів — підвищення їх віброміцності та вібростійкості.

Вібрація — коливання частин виробничого обладнання та трубопроводів, яке відбувається за незадовільного їх закріплення, поганого балансування частин машин і устаткування, яке рухається й обертається, роботи ударних механізмів тощо. Вібрація характеризується: частотою коливань (Гц), амплітудою (мм або мкм), прискоренням (м/с). При частоті коливань більше 25 Гц вібрація негативно діє на нервову систему, що може призвести до розвитку важкого нервового захворювання — вібраційної хвороби.

До шкідливих робіт на будівництві, які утворюють вібрацію, належать роботи, пов'язані з використанням пневматичних ручних машин, вібраторів паркетно-стругальних і шліфувальних машин, роботи із вбивання свай, розпушення мерзлих ґрунтів тощо.

Вібрацію розрізняють:

- загальну (вібрація конструкції або агрегату, на яких перебуває людина);
- місцеву (вібрація, яка виникає від ручної машини, що знаходиться в руках людини, або елемента машини).

Загальній вібрації піддаються робітники, що обслуговують екскаватори, бульдозери, автогрейдери, дробильні установки, віброущільнювальні пристрої тощо. Впливу місцевої вібрації піддаються робітники, які обслуговують пневмоінструмент або електроінструмент ударної чи обертової дії, ручні вібратори. На виробництві часто трапляються випадки комбінованої дії вібрації: загальної і місцевої.

Функціональні порушення, які пов'язані з дією вібрації на людину, проявляються в погіршенні зору, зміні реакції вестибулярного апарату (порушення координації рухів, викликання галюцинацій тощо), більш швидкій втомлюваності. Хворобливі відчуття від вібрації виникають при прискоренні, вищому 5 % від прискорення сили тяжіння, тобто при  $g = 0,05 \times 10 = 0,5 \text{ м/с}^2$ . Особливо шкідливі вібрації з частотами, близькими до частот власних коливань тіла людини, більшість яких знаходиться в межах 6—30 Гц.

Резонансні частоти окремих частин тіла такі, Гц:

Очі	12—27	Голова	8—27
Горло	6—12	Обличчя	4—27
Груди	2—12	Поперек	4—14
Ноги, руки	2—8	Живіт	4—12

За напрямком дії вібрації поділяють на діючу вздовж осі ортогональної системи координат:

- $X, Y, Z$  — при загальній вібрації (рис. 6.1);
- $X_p, Y_p, Z_p$  — для кожної вібрації,

де вісь  $X_p$  співпадає з віссю місць скоплення (наприклад, рукоятки), вісь  $Y_p$  лежить на площині, утвореній віссю  $X_p$  з напрямком подавлення або докладення сили (рис. 6.2),  $Z$  — вертикальна вісь, перпендикулярна опорній поверхні;  $X$  — горизонтальна вісь від спини до грудей;  $Y$  — те ж, від правого плеча до лівого.

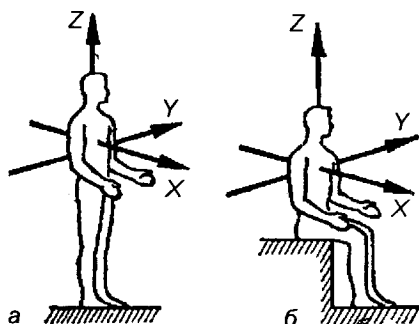


Рис. 6.1. Напрямок координатних осей при загальній вібрації:  
а — положення стоячи; б — положення сидячи

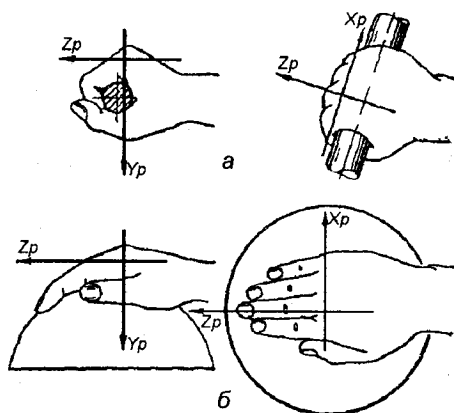


Рис. 6.2. Напрямок координатних осей при локальній вібрації:  
а — при охопленні циліндричних поверхонь; б — при охопленні сферичних поверхонь

Категорії загальної вібрації, яка діє на операторів різних машин, за ГОСТом 12.1.012-88, такі:

1 — трактори, автомобілі вантажні (в тому числі тягачі, самоскиди), будівельно-дорожні машини (в тому числі бульдозери, скрепери, грейдери, катки тощо), снігоочишувачі;

2 — екскаватори (в тому числі роторні), крани, прохідні бурильні установки, шляхові машини, бетоновкладальники;

3 — виробничий транспорт, верстати метало- і деревообробні, електричні машини, насоси і вентилятори, бурові вишки, обладнання промисловості будівельних матеріалів.

Щодо дії на людину всього спектра механічних коливань, цікавість викликають тільки певні частотні діапазони:

— при загальній вібрації, що передається на людину через ноги, таз або спину, частотний діапазон — 1—90 Гц;

— при локальній вібрації, що передається через руки, частотний діапазон — 2,8—2800 Гц;

Для практичних задач і оцінки дії вібрації на людину в Україні використовують винятково віброприскорення  $a$  або їх середньоквадратичне значення  $\tilde{a}$ , що зумовлено специфікою вимірів. Але для розрахунків і аналізу коливальних систем доцільно застосувати силу  $F$  і віброшвидкість  $\tilde{v}$ .

Іноді використовуються рівні величин:

— рівень віброшвидкості:

$$L_v = 20 \lg \frac{\tilde{v}}{\tilde{v}_0}, \text{ дБ}, \quad (6.1)$$

де  $\tilde{v}_0 = 5 \times 10^{-8}$  м/с — загальноприйняте початкове значення;

— рівень віброприскорення:

$$L_a = 20 \lg \frac{\tilde{a}}{\tilde{a}_0}, \text{ дБ}, \quad (6.2)$$

де  $\tilde{a}_0 = 3 \times 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup> — загальноприйняте початкове значення.

Вібрація виникає при коливанні тіл навколо положення, що встановлено, під дією зовнішніх сил, наприклад, при русі будівельних машин по нерівних дорогах, при роботі з ручним пневматичним інструментом, унаслідок робочого циклу поршня, ударів або тертя інструмента з деталлю, що обертається. Механічні

коливання передаються на людину через підлогу, сидіння, спинку у вигляді загальної вібрації, через рукоятки або елементи управління на руки робочого.

У будівництві трапляються періодичні коливання, які виникають, наприклад, при русі поршня двигуна внутрішнього згоряння (рис. 6.3).

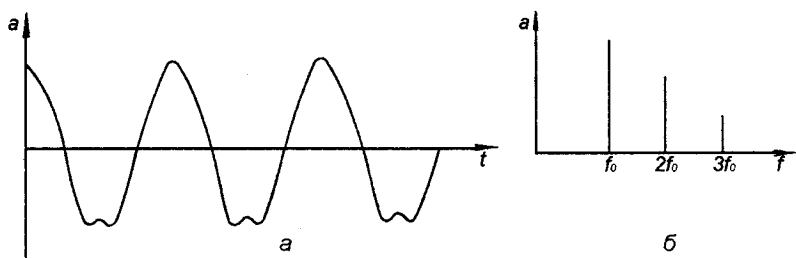


Рис. 6.3. Види коливань

Механічні удари і пов'язані з ними механічні коливання часто трапляються на виробництві, наприклад, при роботі із засобами малої механізації (відбійними молотками, інструментом для забивання цвяхів, загортання шурупів) або при русі машин по нерівній місцевості. Механічним ударом називають процес, тривалість якого, тобто час передачі енергії, значно менша за період власних коливань системи, яка піддається впливу. Ударна дія визначається площею імпульсу в часі.

Будівельні машини при пересуванні по будмайданчику або роботі створюють широкий частотний спектр механічних коливань, що впливає на людей. Він складається з: періодичних складових (коливання двигуна); випадкових складових (коливні елементи конструкцій, нерівності на проїжджій частині); стрибкоподібних складових (робочий хід механізму, наприклад, захоплення ґрунту ковшем екскаватора, процес вантаження фронтним навантажувачем, вибоїни при русі автомобілів).

Разом усі ці складові утворюють частотну суміш, яка через сидіння передається на водія.

При використанні в будівництві різних засобів малої механізації на руку передається вібрація. Зазвичай, це періодичні ударні імпульси з випадковими складовими, які через рукоятки або корпус інструмента впливають на робітника. Ця вібрація визначається

ся, з одного боку, принципом дії механізованого інструмента, наприклад, ударами поршня пневматичного молотка, роботою кулачкового механізму, а з іншого боку — наявністю тертя або ударів робочого інструмента на матеріал, який обробляється. Внаслідок різного принципу дії і конструктивного виконання ручні засоби малої механізації можуть мати різні частотні спектри.

При роботі з ручними машинами на руку можуть передаватися досить сильні коливання. Особливо високу вібраційну дію створюють відбійні молотки, бурильні машини ударної дії, електро-молотки. Ручні машини з інструментом, що обертається, або обертаючої дії створюють набагато менший рівень вібрації. Рівень передачі на руки оператора вібрації при роботі з ручними машинами залежить від типу машини, умов експлуатації, навантаження, технічного стану, типу інструмента і матеріалу, який обробляється (рис. 6.4).

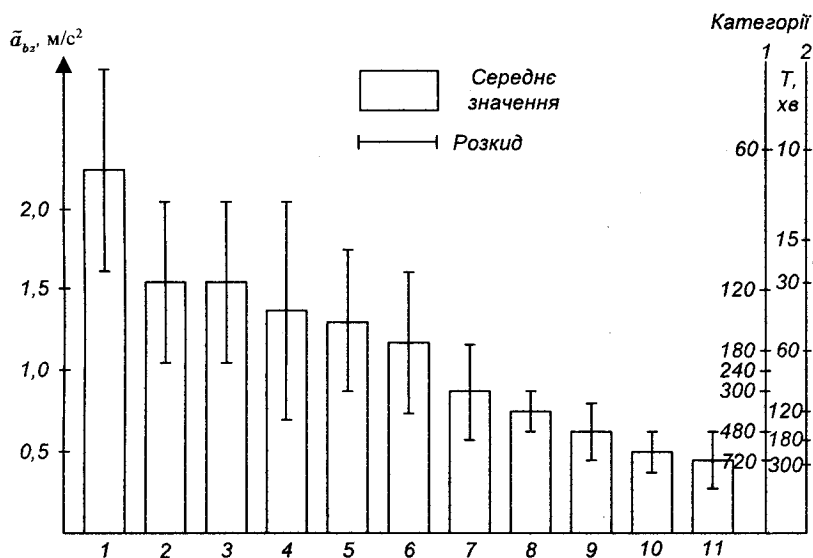


Рис. 6.4. Рівні загальної вібрації

Для зменшення дії вібрації на працівників необхідно виділити основні джерела вібрації в будівництві, які створюють коливання, вищі за граничні значення, і заміряти їх на робочих місцях.

Рівень загальної вібрації особливо високий на самоскидах, автобетонозмішувачах, вантажних автомобілях, бульдозерах, тракторах, у зв'язку з чим допустима добова тривалість дії вібрації на людину відносно невелика.

Вібрація, яка виникає залежно від типу машини, умов експлуатації, режимів роботи, навантаження і технічного стану, має середній діапазон розкидання значень 32 %.

Потрібно враховувати також передачу вібрації через ґрунт. Наприклад, машини із забивання паль викликають надто сильні коливання ґрунту в частотному діапазоні близько 15 Гц, проте вже на відстані в декілька метрів від джерела вібрації вони не є безпечними для здоров'я. Для навколишніх будівель необхідно враховувати навіть незначну вібрацію, оскільки в разі резонансу вона може викликати вібрацію тіла людини й коливання елементів конструкцій, меблів, а також інших предметів у квартирі.

## 6.2. Нормування вібрації

Для забезпечення віброзахисних умов праці існує гігієнічне нормування вібрації.

Дія вібрації на організм людини визначається чотирма основними характеристиками вібропроцесу: інтенсивністю, спектральною вмістом, тривалістю дії, направленістю дії.

Показниками *інтенсивності* є середньоквадратичні або амплітудні значення віброприскорення, віброшвидкості або вібропереміщення, які заміряні на робочому місці.

Для стандартних порогових значень прийняті такі величини параметрів:

- вібропереміщення  $U_0 = 8 \times 10^{-12}$  м;
- віброшвидкості  $V_0 = 5 \times 10^{-8}$  м/с;
- віброприскорення  $A_0 = 3 \times 10^{-3}$  м/с<sup>2</sup>.

Зі швидкістю  $V_0$  коливається покриття, яке випромінює звукову енергію на порозі чутливості ( $P_0 = 2 \times 10^{-5}$  Па).

Для різних видів вібрації, особливих умов її дії або за сумісної дії загальної та місцевої вібрації допустимі значення параметрів, які нормуються, встановлюються технічними умовами. Базова частота меж спектра для загальної вібрації дорівнює 63 Гц, а для місцевої — 125 Гц.

Граничнодопустимі рівні (ГОСТ 12.1.012-88) загальної вібрації встановлюються для швидкості як в абсолютних, так і у відносних величинах за спектром частот, які включають 6 октавних частотних смуг із середньгеометричними значеннями частот 2, 4, 8, 16, 31,5, 63 Гц, за амплітудою переміщення при гармонічних коливаннях 3,11 — 0,005 мм і за середньквадратичним значенням швидкості від 11,2 до 2 мм/с.

Граничнодопустимі величини місцевих вібрацій при частоті обертання 1200—6000 хв<sup>-1</sup> дорівнюють 20—100 Гц з амплітудою коливань 1,5 — 0,005 мм.

### 6.3. Захист від вібрації

У техніці вібрація зустрічається не тільки як шкідливе, а й таке, що супроводжує технологічний процес, явище. Розглянемо методи боротьби лише зі шкідливою вібрацією, безпосередня дія якої на обладнання чи споруду призводить до їх передчасного зношення, недопустимого навантаження або зниження якості, а при дії на людину на робочому місці чи в побуті шкодить здоров'ю.

Захист людини і технічних об'єктів від шкідливої дії вібрації здійснюється вживанням комплексу заходів, що відповідають ГОСТу 26568-85.

Класифікація методів віброзахисту наведена на рис. 6.5. Віброактивність джерел коливань визначається конструкцією, технологією виготовлення та умовами експлуатації.

Основні конструктивні засоби зменшення віброактивності такі:

- встановлення оптимального співвідношення між енергетичними габаритами і вібростатичними параметрами (в основному, на стадії проектування);
- певна реалізація засобів зменшення збуджуючих сил, що забезпечується зменшенням динамічних реакцій машин, верстатів і обладнання шляхом їх зрівноваження (найчастіше зрівноваження жорстких і гнучких роторів);
- відповідність власних частот коливань об'єкта частотам збуджуючих сил (відбудовуються проміжні рами, кронштейни, підшипники тощо);
- раціональне komponування об'єкта техніки: вузлів із відносно низьким рівнем вібрації, використання роторних конструкцій замість кривошипно-латунних, відмова від редукторних



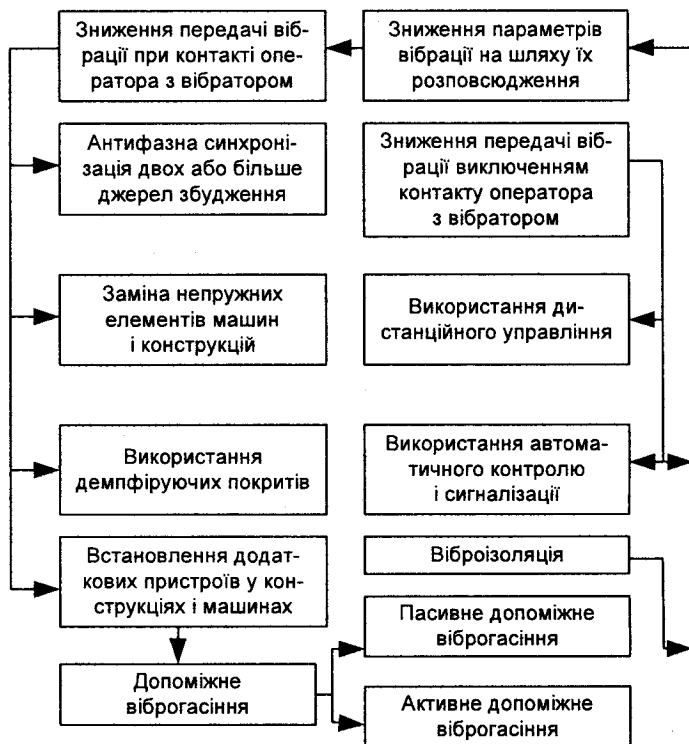


Рис. 6.5. Класифікація методів віброзахисту



- передач на користь прямолінійних приводів, засувів, електро- і гідродвигунів, які мало шумлять тощо;
- моноблочна конструкція приводних пристроїв, вертикальне розташування плоских роторів, максимально можливе їх полегшення і забезпечення симетрії системи відносно осі обертання;
  - використання засобів віброізоляції і вібропоглинання: внутрішня амортизація за рахунок багат шарової конструкції корпусів, спецвкладок під підшипники з матеріалів із високим декрементом затухання, гнучких прокладок, шинопневматичних і ресорних пристроїв, які встановлюються між корпусом і станковим механізмом;
  - виготовлення деталей технічних пристроїв з матеріалів із високими демпфіруючими якостями: пластиків, металургічних сплавів марганцю і міді, нікелевотитанових сплавів тощо;
  - покращення технології виготовлення машин — підвищення точності оброблення і збирання, застосування малошумлячих підшипників тощо.

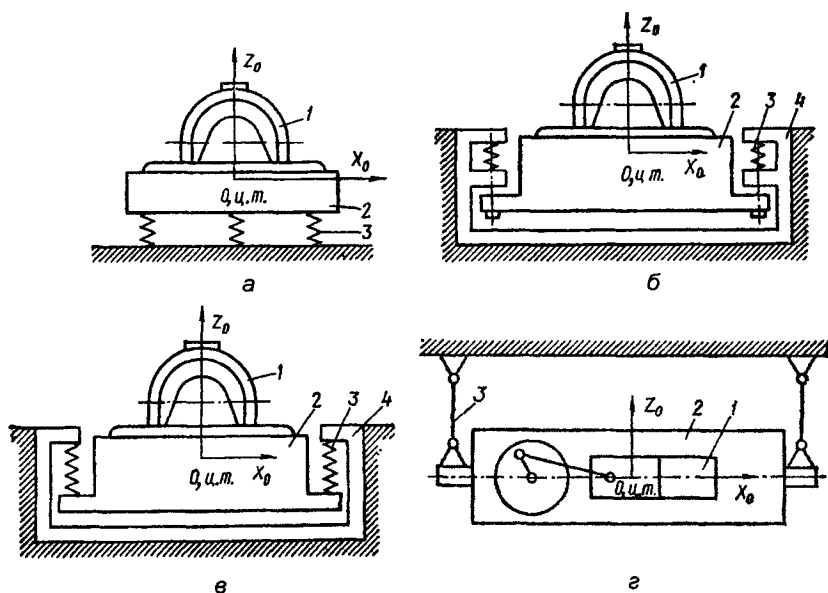
Віброізоляція поділяється на *силову* (активну), коли зменшують дію на основу джерела збудження коливань, і *кінематичну* (пасивну), коли об'єкт захищають від коливань конструкціями, які його підтримують.

Деякі конструктивні схеми віброізоляції показані на рис. 6.6.

**Гасники** застосовуються для зменшення різних видів коливань — поперечових, повздовжніх, закручуючих, які виникають у робочому або запуско-зупинному режимі роботи машини — джерелі коливань, а також коливань, які викликані вітром тощо.

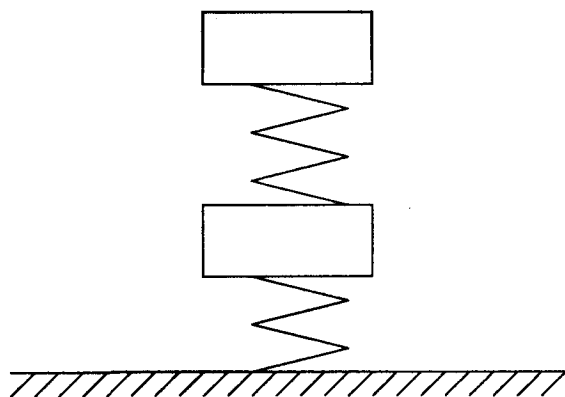
Для гасіння коливань об'єктів у будівництві використовують:

- динамічні гасники (без або з затуханням) — пружинні, маятникові, з обертовим маятником (рис. 6.7);
- демпфери (гасники підвищеного опору) — пневматичні, вітрового тертя, сухого тертя, електромагнітні;
- ударні гасники — односторонньої дії з нульовим зазором, маятникові, з від'ємним нульовим зазором, пружинні тощо;
- обмежувачі коливань.



**Рис. 6.6. Принципові схеми віброізоляції машин:**

*a* — на опорах; *б* — з підвісними стрижнями і пружинами, які працюють на стиснення; *в* — з підвісними стрижнями і пружинами, які працюють на розтягування; *г* — з підвісними шарнірними стрижнями; 1 — машина; 2 — функціональний блок; 3 — віброізолятор; 4 — підфундаментний короб (корито)



**Рис. 6.7. Динамічна схема віброгасіння**

Віброзахист людини забезпечується:

- зниженням віброактивності джерела підвищеної вібрації на стадії проектування, при виготовленні та експлуатації;
- застосуванням віброзахисних пристроїв — віброізолюючих основ і платформ, віброзахисних килимків, рукавиць, взуття тощо.
- регламентацією умов праці оператора — скорочення залежності тривалості робочого дня, додаткові перерви, вибір технологічного режиму;

Приклади передачі вібрації тілу людини наведені на рис. 6.8.

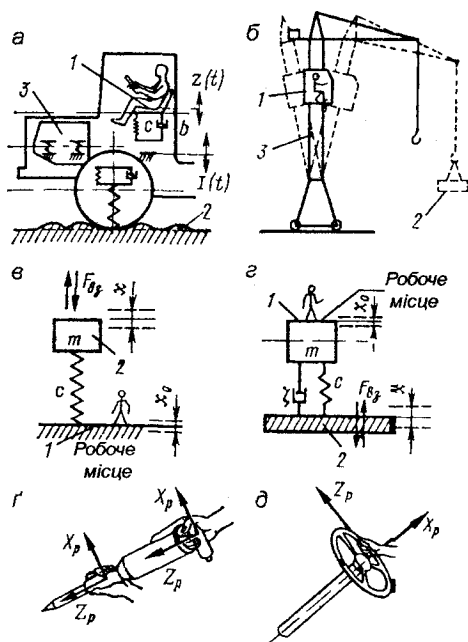


Рис. 6.8. Приклади передачі вібрації тілу людини

За формою використання засоби індивідуального віброзахисту оператора поділяються: для рук — рукавиці; для ніг — спецвзуття; для тіла — нагрудники, спецкостюм (ГОСТ 12.4.002-74).

## **6.4. Оптимізація конструктивно-динамічних параметрів вібраційних машин**

Основним напрямком, що може забезпечити значне підвищення ефективності вібраційних процесів у будівництві, їх вібро- і шумобезпечність, є використання ефекту динамічного посилення коливань, тобто не стільки міцності, сили і кількості коливань, скільки динамічних властивостей системи в цілому для відтворення необхідних і найбільш ефективних режимів роботи.

Іншими словами, потрібний перехід на оптимальні в широкому змісті (конструкції, динаміка, технологічні режими) вібраційні системи і машини, що широко використовують принцип резонансного посилення динамічних впливів.

Чим у більшому ступені реалізуються рухи машин і динамічних коливальних систем у режимі резонансу, тим ефективніше використовуються коливальні і вібраційні процеси при менших вимушених зусиллях. У зв'язку з тим, що цю проблему не завжди легко реалізувати, створення найбільш раціональних машин і технічних систем доцільно поділити на такі етапи: вибір принципової схеми динамічних впливів, що забезпечує раціональне вібраційне поле для цього технологічного процесу; синтез динамічної системи, що забезпечує найбільш повне використання її динамічних властивостей для отримання максимального техніко-економічного і соціального ефекту; оптимізація технологічних параметрів функціонування машин; оптимізація конструктивних параметрів, що забезпечують задані технологічні параметри і надійність формування системи.

Прийняття найкращих рішень із кожного етапу й ув'язка їх в єдиному процесі вимагають розроблення оптимальних методів синтезу, розрахунку і вибору параметрів складних динамічних систем.

Реалізації оптимальних динамічних систем сприяє розроблення:

- принципів синтезу динамічних активних вібраційних систем з мінімальними збудливими зусиллями і максимальним технологічним ефектом;
- методів розрахунку, моделювання й опису динамічно активних багатомасних резонансних систем простими й адекватними залежностями;

- інтегральних і точних методів урахування впливу комплексу сил опорів коливанням, що надзвичайно важливо для розрахунку резонансних систем;
- надійного узагальненого критерію ефективності вібровпливу;
- у вигляді оптимізаційної моделі оптимальних режимів вібровпливів.

В основу цього може бути покладено:

- посилення коливань за рахунок ефекту резонансу дозволяє значно спростити конструкції вібраційних технічних систем, отримати досить просто реалізовані ефективні траєкторії руху мас коливання, полічастотні режими вібрації, завдяки використанню динамічних властивостей багатомасних вібраційних систем;
- досить коректні дані для теорії і практики рішення динамічних параметрів резонансних вібраційних технічних систем можливі тільки при врахуванні всього комплексу сил, що діють у системі (пружні, інерційні та дисипативні), які мають місце як у машині, так і в середовищі, яке обробляється;
- порівняння ефективності вібраційних технічних систем різного принципу дії повинно ґрунтуватися на критеріях вібровпливів, що відображають реальне силове поле в середовищі, яке піддається динамічному впливу;
- практичні розрахунки багатомасних резонансних динамічних систем можуть бути суттєво спрощені і “відкриті” для інженерного аналізу при описі їх у вигляді математичних моделей на основі застосування математичних методів планування для рішення й аналізу систем диференціальних рівнянь.

При попередній оцінці оптимальності прийнятих принципових технічних рішень для вібраційних машин і технологій можна керуватися засадами, що характеризують кількісне та якісне використання таких показників:

- рівня динамічних властивостей системи чи рівня використання системою динамічного посилення реалізованих рухів за рахунок ефекту резонансу;
- характеру реалізованого вібраційного поля і рівня його відповідності необхідним оптимальним законам руху;

- рівня імпульсних і ударних впливів;
- рівня динамічної стабілізації рухів (самосинхронізація);
- рівня надійності системи, обчислювальної за кількістю найбільш відповідальних агрегатів, вузлів і деталей;
- відношення складності адекватного опису моделі динамічної системи до її конструктивної складності, причому складність опису моделі характеризується числом рівнянь, а конструктивна складність — величиною зворотної надійності;
- відношення величин нормованих соціальних показників до їх фактичних значень (наприклад, оцінка рівня шуму, вібрації тощо).

Прийоми оптимізації конструктивних параметрів можуть бути реалізовані як завдяки внесенню в систему нових властивостей, що визначають її динамічну активність (наприклад, багатомасні резонансні установки — для формування збірних залізобетонних виробів, розпушувачі — для мерзлих ґрунтів, системи дозування сипучих вантажів), так і завдяки використанню властивій системі динамічних властивостей (ущільнення й оцінка ступеня ущільнення ґрунтів тощо).

## 6.5. Віброізоляція стаціонарних машин

Стаціонарні машини (вібраційне устаткування для формування залізобетонних виробів, вентилятори, металооброблюючі верстати, ковальсько-пресове устаткування) встановлюють на фундаменти з пристроєм віброізоляції.

Методика розрахунку віброізоляції стаціонарних машин викладена в ГОСТі 12.4.093-80 “Вібрація. Машини стаціонарні. Розрахунок віброізоляції підтримуючої конструкції”. Метою цього розрахунку є визначення значень динамічних сил, які передаються підтримуючою конструкцією від машини через віброізолятори, і рівень її вібрації; визначають також параметри вібрації самої машини і порівнюють отримані результати з критерієм якості віброізоляції.

За знайденою жорсткістю віброізоляторів визначають їхні конструктивні параметри.

Для розрахунку віброізоляторів (пружинних, циліндричних і гумових) використовують такі вихідні дані:  $C_{zi}$ ,  $C_{xi}$ ,  $C_{yi}$  — жорсткості



віброізоляторів за напрямками осей Z, X, Y, Н/м;  $F$  — силове навантаження на віброізолятор, Н.

Конструктивні розміри пружини визначають за ГОСТом 13765-68 “Пружини гвинтові циліндричні стисні і розтяжні зі сталі круглого перетину. Методика визначення розмірів пружин”.

Розрахунок пружин на стійкість ведуть за формулою:

$$C_{xi} = C_{yi} = \frac{C_{zi}(3,5 - 1,5\lambda/h)}{(1 + \lambda/h)(1,3 + h^2/d_0^2)}, \quad (6.3)$$

де  $\lambda$  — робоча деформація пружин, м;  $h$  — висота пружини при робочій деформації, м;  $d_0$  — середній діаметр пружини, м.

Пружини перевіряють на стійкість у випадках, зазначених у табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Спосіб закріплення пружини

Спосіб закріплення пружини	$\lambda_{кр}$	$h/d_0$
Кінці пружини закріплені жорстко	$\frac{5}{6}h_0(1 - \sqrt{1 - 6,5(d_0/h_0)^2})$	2,55
Нижній кінець закріплений, верхній може переміщуватися по вертикалі	$\frac{5}{6}h_0(1 - \sqrt{1 - 26(d_0/h_0)^2})$	5,1

Примітка:

$\lambda_{кр}$  — критична деформація пружини при втраті стійкості, м;  $h_0$  — висота пружини у вільному стані, м. Приймають:  $\lambda \leq (0,4 \dots 0,5)\lambda_{кр}$ .

У ході розрахунку гумових віброізоляторів спочатку визначають площі їхнього поперечного перерізу  $A$ , виходячи з умови міцності:

$$A \geq F/\sigma, \text{ м}^2, \quad (6.4)$$

де  $\sigma$  — статична напруга в гумі, Н/м<sup>2</sup>.

Потім знаходять робочу висоту віброізолятора  $h_{роб}$ :

$$h_{\text{роб}} = E_{\delta} A / C_z, \text{ м}, \quad (6.5)$$

де  $E_{\delta}$  — динамічний модуль пружності гуми, Н/м<sup>2</sup>;  $C_z$  — лінійна жорсткість віброізолятора в напрямку осі Z, Н/м.

Далі визначають повну висоту віброізолятора  $h$ :

$$h = h_{\text{роб}} + (1/8)B, \text{ м}, \quad (6.6)$$

де  $B$  — значення, прийняте залежно від типу поперечного перерізу віброізолятора.

Наприклад, для квадратного перетину зі стороною  $a$  приймають  $B = a$ ; для круглого з діаметром  $d$  —  $B = d$ ;  $h$  — повинно бути не менше 0,375  $B$  і не більше 1,8  $B$ .

У результаті визначають жорсткість віброізоляторів квадратного і круглого перетину в напрямку осей X і Y:

$$C_x = C_y = AG_{\delta} / h, \text{ Н/м}^2, \quad (6.7)$$

де  $G_{\delta}$  — динамічний модуль зсуву гуми, Н/м<sup>2</sup>.

Для стаціонарного устаткування з вертикальними змушуючими силами застосовують пружинні віброізолятори (для ізоляції низьких і високих частот), гумові (прокладки з ребристих чи дірчастих плит) і комбіновані, що складаються зі сталевих пружин і гумових елементів. Останні передбачаються у тих випадках, коли для віброізоляції одних сталевих пружин недостатньо.

## 6.6. Захист від вібрації ручних машин

При роботі з пневматичними й електричними ручними машинами виникають вібрації, що передаються через рукоятки і корпуси на руки робітників, а в деяких випадках і на ноги через середовище, яке обробляється (наприклад, при роботі з трамбуваннями і вібраторами).

Протягом одного періоду коливання  $T$  пневматичного ручного молотка на його корпус діють такі сили:

$$FT - \beta I' - \bar{I}_y - I_e = 0, \quad (6.8)$$

де  $F$  — сила натискання руки робітника на рукоятку;  $I'$  — силовий імпульс, обумовлений тиском у нижній порожнині пневмомолотка;  $\beta$  — відношення

площ торця хвостовика інструмента до торця ударника;  $\bar{I}_y$  — імпульс, що передається ударнику при зіткненні з хвостовиком інструмента;  $I_a$  — імпульси, що виникають при контакті корпусу пневмомолотка з інструментом.

З цього рівняння випливає, що для зниження вібрації на корпусі необхідно зменшити  $\bar{I}_y$ , тобто масу ударника. З цієї метою змінюють конфігурацію ударника чи роблять його комбінованим — із сталі з зовнішньою втулкою з легкого полімеру. Крім того, для зниження вібрації застосовують рукоятки з віброгасильниками чи амортизуючими пристроями. У ручних машинах обертальної дії для зниження вібрації передбачають втулки та проктори на рукоятках, а також облицьовують рукоятки пінополіуретаном. Крім того, для захисту рук застосовують рукавиці з прокладками, що амортизують.

Зараз передбачають заходи для зниження вібрації шляхом різних інженерних рішень. Так, у пневматичних машинах ударної дії для зниження сили віддачі в конструкціях встановлюють додатковий поршень, що рухається. В ручних електричних машинах застосовують компресорно-вакуумні ударні механізми, що виключають зіткнення бойка і поршня.

Гігієнічні характеристики вібрації при роботі з ручними машинами викладені в ГОСТі 12.1.012-78, загальні вимоги безпеки — у ГОСТі 12.2.010-75 “Машини ручні пневматичні” і ГОСТі 12.2.013-75 “Машини ручні електричні”.

## 6.7. Захист від вібрації на баштових кранах

Для нормального функціонування баштових кранів найбільші труднощі виникають у зв'язку з необхідністю зменшення горизонтальних низькочастотних коливань металевих конструкцій баштових кранів, вантажозахопних пристроїв і їх конструктивних елементів.

При дослідженні особливостей роботи баштових кранів з поворотними колонами було виявлено, що вони мають частоту коливань 0,4—5 Гц з відхиленням верху веж і голівок стріли на 12—15 см і прискоренням цих точок 200—300 см/с<sup>2</sup>. Так, на крані МБТК-80У при вильоті стріли 16 м і висоті підвіски гаку 32 м з масою вантажу 5 т в умовах гальмування при спуску горизон-

тальне прискорення складало 410 см/с<sup>2</sup>, а вертикальне — 340 см/с<sup>2</sup>. У зв'язку зі значним перевищенням нормативного прискорення в машиністів і проявлялася морська хвороба.

Наявність низькочастотних коливань металокопункцій баштових кранів може призводити до порушення діяльності вестибулярного апарату в машиністів. Під час роботи машиністи кранів не повинні піддаватися впливу різких струсів, поштовхів і надмірного розгойдування. Тривалість поштовхів повинна бути меншою ніж 0,03 с, а прискорення не повинно перевищувати 30 м/с<sup>2</sup>.

При проектуванні баштового крану необхідно перевіряти значення горизонтальних і вертикальних прискорень верху колони при коливанні крану; у випадку перевищення безпечних меж прискорення параметри крану необхідно переглянути.

Середньоквадратичні відхилення випадкових складових динамічних навантажень, що виникають при роботі механізмів крану, визначають згідно з нормативами. Швидкості (прискорення) у місцях кріплення кабіни крановика не повинні перевищувати гігієнічних норм за ДСТ 12.1.012-78\* (СТ СЕВ 1932-79, СТ СЕВ 2602-80).

У ГОСТі 13994-81 "Крани баштові будівельні" середні квадратичні відхилення випадкових складових динамічних навантажень, що виникають при роботі механізмів (підйомі вантажу, повороті та пересуванні крана), визначають за формулою:

$$S_{di} = 5\sqrt{\lambda_j} v_j K_{yj} V_i, \text{ м}, \quad (6.9)$$

де  $v_j$  — номінальна швидкість переміщення вантажу розглянутим механізмом, м/с;  $\lambda_j$  — середнє число включень розглянутого механізму;  $K_{yj}$  — коефіцієнт, що враховує досконалість системи керування розглянутого механізму;  $V_i$  — величина, значення якої, а також значення  $\lambda_j$  і  $K_{yj}$  приймають за значенням ГОСТом залежно від режиму роботи крана.

При оцінці динамічного навантаження на вантажозахватні пристрої необхідно мати на увазі, що в умовах нормальної експлуатації серйозне значення має, головним чином, тільки вертикальне динамічне навантаження при роботі механізму підйому вантажу, тому що при роботі механізмів пересування крану й обертання його поворотної частини воно не перевищує 5—6 % статичного.

## 6.8. Віброізоляція автомобільних і тракторних двигунів

Двигун внутрішнього згоряння, підвішений на пружних елементах (амортизаторах) до рами автомобіля чи трактора, є коливальною механічною системою з шістьма ступенями вільності.

Джерелами коливань двигуна є: перекидаючий момент, невірноважені сили, моменти сил інерції і збурювання, що передаються двигуну від дороги. При розгоні та гальмуванні автомобіля чи трактора також виникають додаткові сили, що впливають на двигун.

Для зниження коливань (вібрації), що передаються від двигуна до рами, передбачають віброізоляцію — амортизатори, які встановлені між двигуном і рамою. У більшості випадків застосовують гумометалеві амортизатори, в яких арматуру кріплять до гуми способом вулканізації. Ці амортизатори працюють на стиск, зсув чи на обидва зусилля одночасно. Гуму застосовують марок 7-1847 і 7-2959 на основі натурального каучуку.

Вихідними даними для розрахунку віброізолятора є: кількість циліндрів, кут розвалу між рядами циліндрів, маса двигуна  $m$ , схема підвіски двигуна і число обертів двигуна  $n$ ,  $\text{хв}^{-1}$ .

Розрахунок слід проводити за такою послідовністю:

1. Визначають основну частоту перекидаючого моменту:

$$f_{o.m} = 1,5n / 60, \text{ Гц} \quad (6.10)$$

2. Обчислюють власну частоту двигуна на амортизаторах:

$$f_{c.a} = f_{o.m} / a, \text{ Гц}, \quad (6.11)$$

де  $a = 3 \dots 4$ .

3. Визначають динамічну жорсткість амортизаторів у вертикальному напрямку:

$$C_{zg} = m\omega_0^2 = m(2\pi f_{c.a})^2, \text{ Н/м}, \quad (6.12)$$

де  $\omega_0$  — власна кутова частота,  $\text{с}^{-1}$ .

4. Знаходять фактор форми амортизатора:

$$\Phi = A_n / A_c, \quad (6.13)$$

де  $A_n, A_c$  — навантажена і вільна площа амортизатора (для вантажних автомобілів  $\Phi = 0,5 \dots 0,8$ ).

5. Визначають статичну жорсткість амортизатора:

$$C_{zc} = C_{zg} / \alpha, \text{ Н/м}, \quad (6.14)$$

де  $\alpha$  — коефіцієнт пропорційності, який для гуми 7-1847 дорівнює 1,3, а для гуми 7-2959 — 1,5.

6. Обчислюють статичну жорсткість кожного амортизатора:

$$C_{zci} = C_{zc} / i, \text{ Н/м}, \quad (6.15)$$

де  $i$  — кількість підвісок двигуна.

7. Знаходять деформацію амортизатора під дією сили тяжіння двигуна:

$$\Delta h = mg / C_{zci} i, \text{ см}, \quad (6.16)$$

де  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

8. Визначають мінімальну висоту амортизатора:

$$h_{min} = \Delta h / 0,15, \text{ см}, \quad (6.17)$$

за умови, що  $\Delta h / h \leq 0,15$ ,

де  $h$  — висота амортизатора.

9. Обчислюють площу поперечного перерізу амортизатора:

$$A = (C_{zci} h_{min}) / 6G(1 + \Phi^2), \text{ м}^2, \quad (6.18)$$

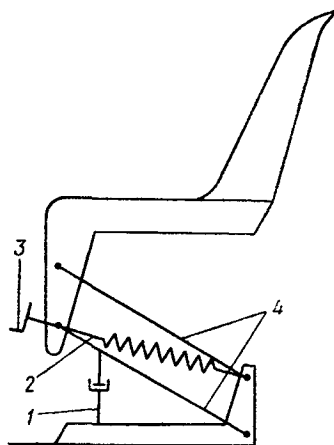
де  $G$  — модуль зсуву, МПа, який для гуми 7-1847 дорівнює 0,5, для гуми 7-2959 — 0,7.

Використовуючи ці дані, визначають лінійні розміри амортизатора.

## 6.9. Розрахунок віброізоляції робочого місця операторів самохідних машин

Робочі місця (сидіння) операторів самохідних будівельно-дорожніх машин, вантажних автомобілів і тракторів повинні забезпечувати санітарно-гігієнічні умови для тривалої роботи водіїв. Сидіння повинне зм'якшувати поштовхи, удари і вібрації, що перевищують гігієнічні характеристики і норми вібрації за ДСТом 12.1.012-78\* (ВІД СЕВ 1932-79, СТ СЕВ 2602-80).

Типова схема підресорювання сидіння водія (рис. 6.9) складається з таких елементів: направляючого механізму, що з'єднує місце водія з рамою ходової частини машини (виконує роль кінематичного і силового зв'язку, складається з паралелограмних важелів і забезпечує стабільність вертикального положення корпусу водія при коливанні машини); пружини; регулювального гвинта для зміни твердості пружини залежно від маси тіла водія; гідроамортизатора, що поглинає коливання сидіння.



**Рис. 6.9. Підресорне сидіння:** 1 — гідроамортизатор; 2 — пружина; 3 — гвинт регулювання; 4 — направляючий механізм

Вимоги до віброізоляції сидіння водія викладені в ДСТ 12.2.011-75\*, ДСТ 12.2.019-86\* (СТ СЕВ 5071-85, СТ СЕВ 5080-85, СТ СЕВ 5605-86), ОСТ 37.001.413-86, ДСТ 20062-81\* Е (СТ СЕВ 4701-84), ДСТ 21398-75\*.

Розрахунок віброізоляції робочого місця операторів самохідних машин виконується відповідно до ДСТ 25571-82 на стадії проектування з метою перевірки параметрів вібрації сидінь, обладнаних віброізолятором, на відповідність вимогам державних і галузевих стандартів.

Джерелом коливань сидіння служать коливання його основи (кінематичне порушення).

Вихідними даними для розрахунку є: характеристика коливань основи сидіння; маса оператора, що приходить на сидіння; маса підресорної частини сидіння; розрахункова схема коливальної системи «оператор — сидіння»; характеристики сил, що виникають у коливальній системі; вільний хід сидіння.

Характеристика коливань основи задається:

- при гармонійних коливаннях — амплітудою і частотою віброшвидкості (віброприскорення) основи;
- при полігармонійних коливаннях — амплітудами і частотами гармонійних складових віброшвидкості (віброприскорення) основи;
- при випадкових стаціонарних коливаннях — спектральною щільністю віброшвидкості (віброприскорення) основи.

Характеристики коливань основ сидіння задаються за галузевими стандартами і технічними умовами.

Розрахунок віброізоляції ведуть для маси операторів ( $70 \pm 18$ ) кг. На сидіння приходиться  $5/7$  маси оператора, який сидить ( $m_x$ ).

Масою підресорної частини сидіння є сума мас елементів конструкції, що переміщуються в процесі роботи щодо основи сидіння.

Розрахункова схема коливальної системи “оператор — сидіння” визначається конструкцією віброізоляції сидіння і прийнятною коливальною системою тіла людини — оператора.

Система, що розглядає тіло людини як тверде тіло, а масу його і сидіння як єдину, показана на рис. 6.10, а. Система, що розглядає тіло людини як лінійну одномасову коливальну систему, що володіє твердістю й опором, за лінійної системи віброізоляції, показана на рис. 6.10, б.

Коливальну систему тіла людини для конкретного виду машин вибирають за галузевими стандартами і технічними умовами.

Характеристики сил, що виникають у пасивній коливальній системі: величина сили, що відновлює; величина дисипативної сили; абсолютна величина дисипативної сили сухого тертя.

Характеристики обумовлюються конструкцією системи віброізоляції сидіння і визначаються експериментально чи розрахунком.

#### Приклад

Вихідні дані:

$m_c = 16,5$  кг;  $m_x = 80 \times 5/7$  кг;  $c = 6520$  Н/м;  $b = 700$  Н  $\times$  с/м (див. рис. 6.8).

Характеристикою кінематичного збудження служить  $\frac{dy}{dt}$ , причому

$$\left( \frac{dy}{dt} \right)_a = 0,126 \text{ м/с}; f = 4 \text{ Гц.}$$



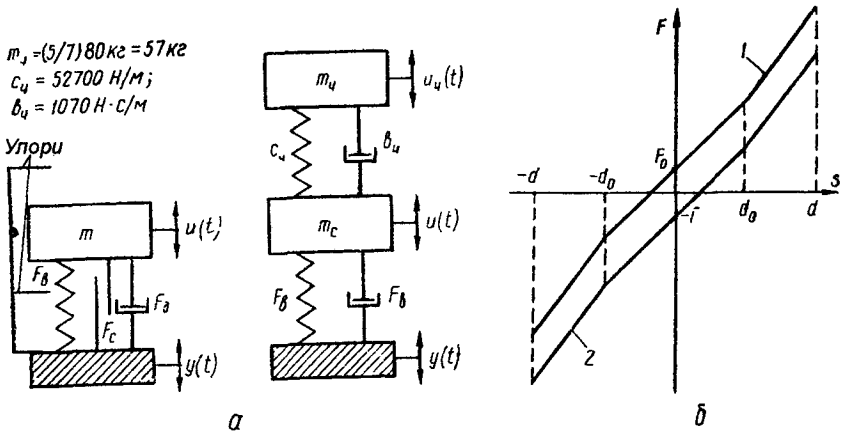


Рис. 6.10. Розрахункові схеми “оператор — сидіння” (а) і найпростіші характеристики при навантаженні та розвантаженні цієї системи (б): 1 — навантаження; 2 — розвантаження

Допоміжні величини визначають із Додатка 1 (формула Д. 7):

$$m = 16,5 + 57,0 = 73,5 \text{ кг}; \quad \omega_0 = \sqrt{6520/73,5} = 9,42 \text{ с}^{-1};$$

$$\beta = 700/2\sqrt{6520/73,5} = 0,5;$$

$$\omega = 2\pi 4 = 25,1 \text{ с}^{-1}; \quad \omega/\omega_0 = 25,1/9 = 2,67.$$

Рішення.

Підрахуємо коефіцієнти передачі (Додаток 1), формули Д. 8, Д. 9:

$$\mu_s = 2,67^2 / \sqrt{(1 - 2,67^2)^2 + (2 \times 0,5 \times 2,67)^2} = 1,1;$$

$$\mu_u = \sqrt{[1 + (2 \times 0,5 \times 2,67)^2] / [(1 - 2,67^2)^2 + (2 \times 0,5 \times 2,67)^2]} = 0,5$$

Визначимо  $K_{\text{еф}}$ :  $K_{\text{еф}} = 1/0,5 = 2$ .

Система віброізоляції дає зниження амплітуди віброшвидкості в два рази. Збудження відповідає випадку першого рядка табл. 2 (Додаток 1), тому

$$v_a = 0,5 \times 0,126 = 0,063 \text{ м/с};$$

$$a_a = 0,5 \times 0,126 \times 25,1 = 1,6 \text{ м/с}^2;$$

$$s_a = 1,1 \times (0,126 / 25,1) = 0,005 \text{ дБ}.$$

Частота  $f = 4$  Гц знаходиться в октаві зі середньгеометричною частотою 4 Гц, тоді за формулами Д. 11 Додатка 1:

$$\bar{v}(4) = 0,063 / 1,41 = 0,045 \text{ м/с};$$

$$\bar{a}(4) = 1,6 / 1,41 = 0,13 \text{ м/с}^2;$$

$$L_v(4) = 20 \lg [0,045 / (5 \times 10^{-8})] = 119 \text{ дБ.}$$

## 6.10. Будова гасників коливань та їх робочі характеристики

У системах підвіски і віброзахисту транспортних машин усе ширше застосовують пристрої-регулятори, що змінюють робочі характеристики пружних елементів і гасників коливань залежно від змінних параметрів машин і різних антропометричних параметрів (ріст, будова, маса тощо) людини-оператора. Це викликано підвищенням вимог до якості транспортних машин в умовах збільшення їх вантажопідйомності і швидкостей руху, а також нормуванням рівнів допустимих вібрацій згідно з ДСТ 12.1.012-78\* (СТ СЕВ 1932-79).

Амортизатори транспортних машин поділяють на такі види:

- пристрої, що гасять, з непружною основою;
- пружні пристрої з дією, що гасить, — металеві ресори (листові), неметалеві пристрої (газ, гума тощо) та електромагнітні безконтактні підвіски;
- пристрої, що гасять, із пружними властивостями.

Залежно від реалізованих фізичних принципів розсіювання механічної енергії коливань розрізняють фрикційні гасники (зовнішнє тертя), гідравлічні амортизатори (внутрішнє тертя, обумовлене в'язкістю), пневматичні і гумові амортизатори, що мають пружність (міжмолекулярний опір).

На практиці найчастіше зазначені сили використовуються спільно.

Згідно з класифікацією пристроїв, що гасять, розрізняють: багато- і малолістові ресори (без прокладок і з прокладками між листами, у тому числі з фрикційними вставками), гумокордні пневматичні пристрої, пневмогідравлічні і гідравлічні ресори, а також пластмасові і комбіновані ресори. До ресор належать пневматичні шини коліс і пневмокотки (без регулювання і з регулюванням

тиску газу), а також діафрагмові, балонні та рукавні пневмоелементи (з додатковою камерою і без неї, у тому числі з дроселюванням газу між камерами). Пневмогідролічні пристрої поділяють на найпростіші (без протитиску) і з протитиском.

Крім того, до гасників коливань належать спеціальні динамічні антивібратори з тертям, шарніри направляючих пристроїв тощо. Усі перераховані пристрої суттєво відрізняються робочими характеристиками, які потрібно вміти визначати й якими необхідно вміти керувати для забезпечення високого рівня якості транспортних машин.

До фрикційних гасників коливань можна віднести всі листові ресори транспортних машин. Листові ресори забезпечують комплексне використання пружних сил і сил міжлистового тертя, вони служать для захисту підресорених мас від ударів з боку великих нерівностей дороги і для гасіння коливань. Принцип дії фрикційного гасника коливань заснований на використанні зовнішнього тертя і зношуванні поверхонь, що труться, обумовлює нестабільність його робочих характеристик при експлуатації.

Існує два основних способи оптимізації чи зниження негативного впливу фрикційних сил у ресорі: зменшення числа пар тертя і значень коефіцієнтів зчеплення і тертя.

Перший спосіб оптимізації робочих характеристик реалізується завдяки використанню пружних опор і впровадженню малолистових ресор зниженої металоємності (рис. 6.11), що мають також інші переваги перед багатолістовими ресорами.

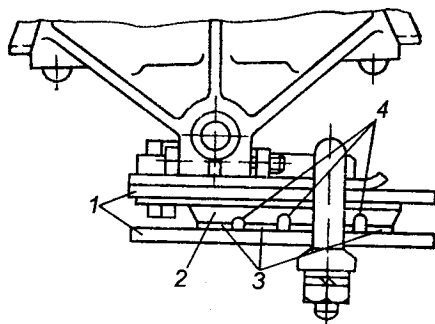


Рис. 6.11. Фрикційний гасник у малолистовій ресорі: 1 — литі ресори; 2 — гумовий блок; 3 — асбофрикційні елементи; 4 — поперечні канавки

Другий спосіб допускає зниження і стабілізацію коефіцієнтів зчеплення і тертя. Це досягається застосуванням пластмасових антифрикційних прокладок на кінцях аркушів. Найменші коефіцієнти зчеплення і тертя ковзання забезпечують фторопласти, що відрізняються винятково високою стабільністю.

Теоретичними й експериментальними дослідженнями встановлено, що найменш матеріаломісткі і найбільш компактні за однакової потужності гідравлічні гасники — гідроамортизатори (рис. 6.12). Вони піддаються регулюванню і мають стабільність робочих характеристик у широкому інтервалі частот коливань (до 20 Гц). Ці переваги властиві також пневмогідравлічним і гідравлічним пружним пристроям з дією, що гасить.

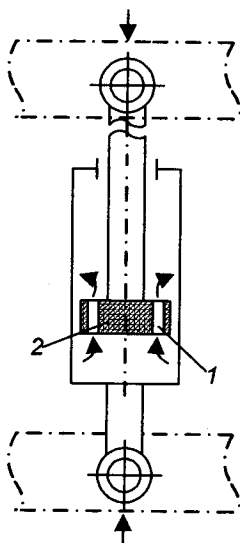


Рис. 6.12. Принципова схема гідроамортизатора: 1 — канали; 2 — поршень

При виникненні різких коливань рами ходової частини зростає опір гідроамортизатора, тому що рідина в ньому не встигає проходити через канали в поршні. У результаті виникаючого гідравлічного гальмування гасяться коливання штока і зв'язаних з ним конструктивних елементів.

Гідроамортизатор схожий за поршневи́й насос. Відмінність полягає в тому, що рідина перекачується тільки всередині гасника з однієї камери в іншу по замкненому колу циркуляції. Тому амортизатори належать до одного з різновидів об'ємних гідравлічних машин, що працюють при середніх і високих тисках (телескопічні — при 3,0—7,5 МПа, важелеві — при 15—30 МПа).

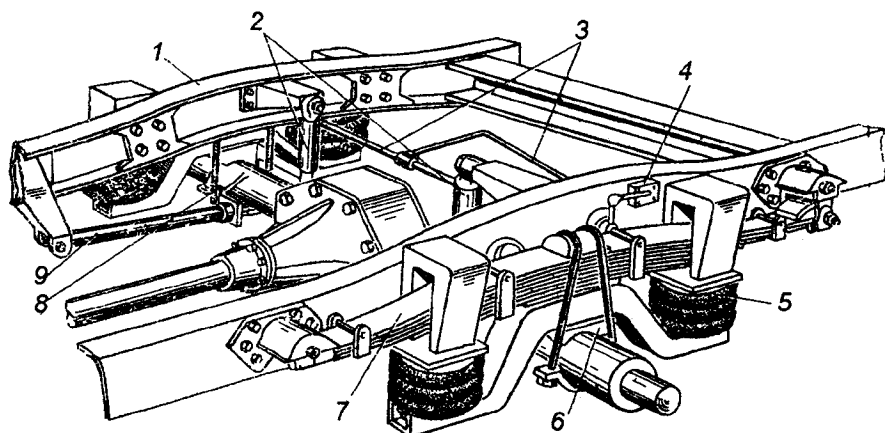
Необхідний тиск досягається вибором конструктивних розмірів дроселюючої системи, що є сукупністю всіх прохідних каналів (постійно відкритих і перекритих клапанами), що поєднують одну робочу камеру з іншою чи робочі камери з допоміжними. Дроселююча система повинна бути так розрахована і виконана, щоб при всіх режимах роботи, включаючи екстремальні, забезпечувалася задана характеристика опору і необхідна інтенсивність гасіння коливань. Однією з найважливіших умов забезпечення надійності гідроамортизатора є застосування високоякісних робочих рідин.

Радикальне підвищення якості гідроамортизаторів може бути досягнуто завдяки впровадженню напівавтоматично й автоматично регульованих конструкцій.

У дорожньо-будівельних машинах успішно застосовують пасивну гідропневматичну систему віброізоляції й активну електрогідравлічну віброзахисну систему.

Комбінована ресорно-пневматична підвіска представлена на рис. 6.13. Листова ресора є одночасно пружним пристроєм, що гасить і направляє. У системах підвіски з використанням кручених пружин, торсионів, пневматичних пружних елементів застосовують гідравлічні гасники коливань — гідроамортизатори. Крім того, гідроамортизатори встановлюють у системах віброзахисту (у підвісках кабіни, сидіннях, апаратурі тощо).

У несучих системах транспортних машин рекомендується застосовувати підвищений непружний опір — демпфірування, у тому числі кероване.



*Рис. 6.13. Комбінована ресорно-пневматична підвіска:*

1 — рама; 2 — регульовані телескопічні гідроамортизатори;  
 3 — сполучні трубки (від пневмопідвіски); 4 — регулятор положення кузова; 5 — пневматичні балони (додаткові пружні елементи); 6 — невідресорена маса ведучого моста; 7 — листовая ресора; 8 — обмежник ходу віддачі (сталевий трос); 9 — реактивна штанга

## 6.11. Ультразвук

Дія ультразвуку (при механічній обробці матеріалів, зварюванні, лудженні тощо) відбувається через повітря і безпосередньо при дотику людини до предметів. Фізіологічна дія ультразвуку викликає у тканинах людини тепловий ефект (підвищення температури), змінний тиск, втомлюваність, біль у вухах, порушує рівновагу та розвиває невроз і гіпотонію.

Для захисту організму людини від дії ультразвукових коливань насамперед запобігають безпосередньому контакту з ними частин тіла й обмежують розповсюдження звукової енергії (як при захисті від шуму) шляхом влаштування екранів і звукоізолюючих кожухів.

Ультразвукові коливання поділяють на:

— низькочастотні ( $1,12 \times 10^4$  до  $1,0 \times 10^5$  Гц), які розповсюджуються повітрям і контактним шляхом;

— високочастотні ( $1,0 \times 10^5$  до  $1,0 \times 10^9$  Гц), які розповсюджуються тільки контактним шляхом;

Характеристикою ультразвуку, який створюється коливанням повітряного середовища в робочій зоні, є рівні звукового тиску в дБ в 1/3 октавних смугах із середньгеометричними частотами від 12,5 до 100 кГц. Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях не повинні перевищувати нижченаведених значень (ГОСТ 12090-80) (табл. 6.2):

*Таблиця 6.2. Допустимі рівні звукового тиску в Дб для ультразвуку*

Середньгеометричні частоти 1/3 октавних смуг, кГц	12,5	16,0	20,0	25,0	31,5—100,0
Рівень звукового тиску, дБ	80	90	100	105	110

Характеристикою ультразвуку, який передається контактним шляхом, є пікове значення віброшвидкості в частотному діапазоні від  $1,0 \times 10^5$  до  $1,0 \times 10^9$  Гц або його логарифмічний рівень, дБ, який визначається за формулою:

$$L_v = 20 \lg \frac{U}{U_0}, \quad (6.19)$$

де  $U$  — пікове значення віброшвидкості, м/с<sup>2</sup>,  $U_0$  — опорне значення віброшвидкості, яке дорівнює  $5 \times 10^6$  м/с<sup>2</sup>.

Допустимі рівні ультразвуку в зонах контакту рук та інших частин тіла оператора з робочими органами приладів і установок не повинні перевищувати 110 дБ.

Допускається перерахунок віброшвидкості на вихідну допустиму потужність з урахуванням навантаження — 0,1 Вт/см<sup>2</sup>.

Заходи із захисту від ультразвуку аналогічні вищенаведеним заходам із захисту від шуму та вібрації.

## Питання для перевірки засвоєння матеріалу

1. Що називають "віброміцністю"?
2. Що таке "вібростійкість"?
3. Яка мета віброзахисту технічних об'єктів?
4. Що таке "вібрація"?
5. Чим характеризується вібрація?
6. Як розрізняють вібрацію?
7. Як поділяють вібрацію за напрямком дії?
8. Які існують категорії загальної вібрації, що діє на операторів будівельних машин?
9. Якими характеристиками вібропроцесу визначається дія вібрації на організм людини?
10. Які основні конструктивні засоби зменшення віброактивності?
11. Як поділяють віброізоляцію?
12. Що таке "силова (активна) віброізоляція"?
13. Що таке "кінематична (пасивна) віброізоляція"?
14. Для чого застосовують гасники?
15. Що використовують для гасіння коливань об'єктів у будівництві?
16. Чим забезпечується віброзахист людини?
17. Що сприяє реалізації оптимальних динамічних систем?
18. Назвіть джерела коливань двигуна.
19. Що є вихідними даними для розрахунку віброізолятора?
20. З яких елементів складається типова схема підресорювання сидіння водія?
21. На які види поділяють амортизатори транспортних машин?
22. Як поділяють ультразвукові коливання?
23. Яку фізіологічну дію викликає ультразвук у тканинах людини?
24. Якого значення не повинні перевищувати допустимі рівні ультразвуку в зонах контакту рук та інших частин тіла оператора з робочими органами приладів і установок?
25. Які Ви знаєте міри захисту від ультразвуку?



---

---

## Розділ 7

# РАДІАЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА У БУДІВНИЦТВІ ТА ЗАХИСТ ВІД ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

### 7.1. Загальна характеристика радіаційної небезпеки

Нині у будівництві широко використовуються радіоактивні речовини — речовини, у склад яких входять природні або штучні радіоактивні ізотопи. Іонізуючі якості і проникна здатність радіоактивних ізотопів (які характеризуються видом випромінювань, що випускаються; числом частинок або квантів, що випромінюються при розпаді одного атома, і періодом напіврозпаду) дають можливість їх застосування для блокуючих пристроїв, які забезпечують безпеку при експлуатації різних будівельних машин, для визначення густини, вологості й однорідності бетонів і ґрунтів, для запобігання накопичення статичних зарядів електрики. Радіоактивні ізотопи дозволяють вести нагляд за ходом різних реакцій, технологічних процесів, можуть застосовуватися для дослідження фільтрації води в ґрунтах, що має неабияке значення для гідротехнічного будівництва. В умовах будівельного майданчика, на підприємствах будівельної індустрії і промисловості будівельних матеріалів застосовують зазвичай закриті джерела випромінювання, коли радіоактивні речовини заключені в оболонку.

Радіоактивне та іонізуюче випромінювання — це електромагнітне або порпускулярне самовільне випромінювання  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -частинок, нейтронів і рентгенівських променів. Шкідлива дія можлива шляхом зовнішнього (якщо людина піддається дії тільки в той період, коли вона знаходиться поблизу джерела випромінювання) і внутрішнього (коли радіоактивна речовина потрапляє всередину організму людини) безперервного опромінення протягом тривалого часу.

Біологічна дія радіовипромінювань залежить від отриманої дози опромінення за тривалий період. Тому санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами і джерелами іонізуючих випромінювань визначають граничнодопустимі дози (ГДД) випромінювання гамма-променями та іншими видами радіоактивного випромінювання і граничнодопустимими концентраціями (ГДК) радіоактивного ізотопу в одиниці об'єму або маси.

ГДД опромінення встановлюється залежно від джерел випромінювання радіоактивних речовин, що застосовуються: гамма- і рентгенівські промені, протони й альфа-частини, теплові нейтрони тощо. Згідно з НРБ-76 граничнодопустима доза зовнішнього опромінювання персоналу: 5 Бер на рік, 100 мБер на тиждень, 17 мБер на день.

Санітарними нормами допускається одноразова доза зовнішнього опромінення — 3 Бер у будь-який час кварталу за умови, що річна доза не перевищить 5 Бер. Сумарна доза  $D$  для професійного опромінення не повинна перевищувати:  $D \leq 5(N - 18)$ , Бер, де  $N$  — вік людини, років; 18 — вік початку професійного опромінення, років.

Сумарна доза до 30 років у жодних випадках не повинна перевищувати 60 Бер.

Профілюючі заходи із запобігання радіаційної небезпеки:

- забезпечення герметичності захисних пристосувань (контейнерів) при знаходженні джерела в неробочому приміщенні з указанням знаку радіаційної небезпеки;
- застосування працівниками екранів і маніпуляторів, а при роботі з джерелами активністю 0,2 моля і більше — дистанційного керування;
- направлення пучка випромінювання джерела в неробочому стані повинно бути в бік землі, а якщо це неможливо — на зовнішню стіну приміщення, в якій немає вікон;
- застосування перевірених приладів, що серійно випускаються;
- дотримання правил роботи з апаратами-випромінювачами (заборонено проводити будь-які маніпуляції з апаратом, об'єктом просвічування і касетою під час експонування);
- винесення на максимальну відстань обслуговуючого персоналу та усунення сторонніх осіб під час роботи джерела.

Радіоактивні й іонізуючі випромінювання, зазвичай, не відчуються людиною, тому для їх виявлення і визначення концентрації

в робочій зоні й на одязі застосовуються різні методи дозиметричного і радіометричного контролю: іонізаційний, сцинтиляційний, фотографічний і хімічний.

*Іонізаційний метод* реєстрації вимірювання базується на здатності газів дією радіоактивних випромінювань ставати провідником електричного струму.

*Сцинтиляційний метод* базується на здатності деяких твердих і рідких речовин люмінескувати під дією радіоактивних випромінювань. При проходженні альфа- і бета- частинок або гамма-кванта через такі речовини внаслідок іонізації атомів виникає спалах світла, який називається сцинтиляцією.

*Фотографічний метод* базується на здатності фотоемulsійного шару під дією радіоактивних випромінювань темніти після проявлення. Ступінь потемніння залежить від дози опромінення.

*Хімічний метод* базується на здатності деяких розчинів змінювати свій колір під дією іонізуючих випромінювань. Густина фарбування визначається денситометром.

Методами радіометричного контролю визначається забрудненість повітря, одягу, поверхонь предметів і приміщення радіоактивними речовинами, а дозиметричним контролем — індивідуальні дози опромінення осіб, які працюють з радіоактивними речовинами та інтенсивність потоків випромінювання на робочих місцях.

Для дозиметричного і радіометричного контролю застосовують апаратуру, яка за своїм призначенням поділяється на дві групи: індикаторні прилади, призначені, основним чином, для швидко визначення джерел радіовипромінювання, і вимірювальні — для кількісних вимірювань дози і потужності опромінення.

До засобів індивідуального захисту від радіоактивного випромінювання належать: пневмокостюми, пластикові бахили, гумові рукавиці, комбінезони, респіратори, плівкові хлорвінілові фартури, щитки й окуляри для очей тощо.

Усі, хто поступив на роботу, пов'язану з застосуванням радіоактивних речовин, проходять медичний огляд, а повторний медогляд проводиться через 6 місяців або через рік, залежно від характеру роботи.

На всіх підприємствах і в організаціях, де використовуються радіоактивні речовини, має бути організована служба радіаційної безпеки, завдання якої — вести контроль за охороною праці і безпекою робіт у полях іонізуючих випромінювань.

## 7.2. Правила та норми радіаційної безпеки

Для забезпечення безпечних умов під час роботи з радіоактивними речовинами й іншими джерелами іонізуючих випромінювань розроблені і діють “Норми радіаційної безпеки (НРБ-76)” і “Основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами і іншими джерелами іонізуючих випромінювань (ОСП-72)”.

У НРБ-76 прийняті такі визначення:

- поглинута доза випромінювання визначається як енергія, яка поглинута одиницею маси речовини, що опромінюється, Дж/кг;
- граничнодопустима доза (ГДД) — найбільше значення індивідуальної дози за рік, яке за рівномірної дії протягом 50 років не викликає в стані здоров'я персоналу (категорії А) негативних змін;
- границя дози (ГД) — гранична еквівалентна доза за рік для обмеженої частини населення (категорія Б);
- потужність експозиційної дози — доза, віднесена до одиниці часу.

У вказаних нормах із допустимих основних дозових границь встановлені такі категорії опромінюваних людей:

- категорія А — персонал;
- категорія Б — населення області, держави.

У порядку зменшення радіочутливості прийняті три групи критичних органів:

- I група — все тіло, червоний кістковий мозок;
- II група — м'язи, щитовидна залоза, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, легені, кристалик ока та інші органи, за винятком тих, які належать до I і III груп;
- III група — шкіра, кісткова тканина, передпліччя і стопи.

Для кожної категорії осіб, які опромінені, встановлені три класи нормативів: основні дозові границі, допустимі рівні і контрольні рівні.

В якості основних дозових границь залежно від групи критичних органів для категорії А встановлена граничнодопустима доза за рік ГДД, а для категорії Б — границя дози за рік, ГД. Ці дози наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1. Нормування опромінення

Найменування границь доз зовнішнього і внутрішнього опромінення за рік	Дозові границі, Бер, для груп критичних органів		
	I	II	III
Граничнодопустима доза для категорії А, ГДД	5	15	30
Границя дози для категорії Б, ГД	0,5	1,5	3

Потужність дози опромінення  $P$ , яка використовується при проектуванні захисту від зовнішніх потоків іонізуючих випромінювань, наведена в табл. 7.2.

Таблиця 7.2. Потужність дози опромінення

Категорії осіб, які опромінюються	Призначення приміщень	Проектна потужність дози $P$ , мБер/рік, при	
		$t = 36$ год/тижд.	$t = 41$ год/тижд.
Категорія А	Приміщення постійного перебування персоналу	1,4	1,2
	Приміщення, в яких персонал перебуває не більше 18 год у тиждень	2,8	2,4
	Приміщення, які не обслуговуються	28	24
	Будь-які інші приміщення	0,1	0,1
Категорія Б	Будь-які приміщення і територія поза межами промислової зони	0,03	0,03

### 7.3. Засоби захисту від іонізуючих випромінювань

Заходи радіаційної безпеки полягають у захисті від зовнішніх потоків випромінювання, запобіганні поширенню радіонуклідів у робочі приміщення, відповідному плануванні й оздобленні приміщень, організації радіаційного контролю і санітарно-пропускного режиму, використанні засобів індивідуального захисту і проведенні дезактиваційних робіт.

Захист від зовнішнього опромінювання досягається зміною фактора часу, відстані до джерела та екрануванням. Для ефективного захисту в цьому випадку необхідно знати спектральний склад випромінювання, його потужність, відстань до джерела, на якому перебувають робітники, час перебування під дією випромінювання (див. табл. 7.1).

**Характеристика захисних матеріалів.** Для захисту стаціонарних установок від іонізуючих випромінювань їх ізолюють в окремих приміщеннях. У цьому випадку стіни, стеля, підлога, оглядові вікна та інші огороження виготовляють із захисних матеріалів (наприклад, бетону, цегли, свинцевого скла). У пересувних установках захист від джерел випромінювання здійснюють у вигляді захисних кожухів, екранів, ширм із свинцю, вольфраму, сталі. Для захисту від випромінювання високих енергій використовують речовини з малим атомним номером.

**Захист від  $\alpha$ -частинок.** Пробіг  $\alpha$ -частинок у повітрі і більш щільних матеріалах, зважаючи на значну іонізуючу здатність частинок і зв'язану з нею швидко втрату енергії, малий. Для газів ці пробіги досягають кількох сантиметрів, для більш щільних матеріалів — кількох мікрон. Тому відстань близько 10 см від джерела  $\alpha$ -випромінювання або робота у спецодезії і в рукавичках гарантує захист від зовнішнього  $\alpha$ -випромінювання.

Товщина захисного екрану для повного поглинання потоку  $\alpha$ -частинок повинна бути не меншою за довжину пробігу їх у матеріалі, з якого виготовлений цей екран (рис. 7.1, а).

Пробіг  $\alpha$ -частинок у матеріалі визначають за формулою:

$$R_{\alpha} = 0,56R_{\beta}A^{1/3} / (10^3 \rho), \text{ см}, \quad (7.1)$$

де  $R_\beta$  — пробіг  $\alpha$ -частинок у повітрі, який визначається за формулою  $R_\beta = 0,309 E_{\alpha 2}$ , см, при  $t = 15^\circ\text{C}$  і  $p = 760$  мм рт. ст.;  $E_\alpha$  — енергія  $\alpha$ -частинок, МеВ (при  $E_\alpha \leq 10$  МеВ);  $A$  — атомна маса речовини екрану;  $\rho$  — густина речовини екрану, г/см<sup>3</sup>.

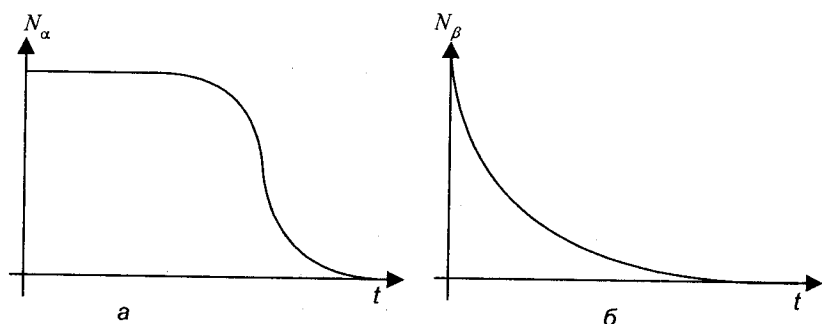


Рис. 7.1. Типова крива поглинання:  
а —  $\alpha$ -частинок, б —  $\beta$ -частинок у речовині

Часто екран замінюють еквівалентним шаром повітря — відстанню повітряного середовища від джерела  $\alpha$ -частинок до апарату.

**Захист від  $\beta$ -частинок.** Для ефективного захисту від зовнішнього  $\beta$ -випромінювання застосовують виготовлені з плексиглазу, алюмінію або скла захисні конструкції товщиною, яка перевищує максимальний пробіг  $\beta$ -частинок  $R_\beta$ . Величина  $R_\beta$  залежно від енергії  $\beta$ -частинок  $E_\beta$ , яка змінюється від декількох мікрон — для  $0,15 < E_\beta < 0,8$  МеВ і до кількох сантиметрів — для  $0,8 < E_\beta < 10$  МеВ. У цьому випадку двошаровий екран встановлюють з боку оператора і він захищає від впливу випромінювання  $\beta$ -частинок.

Товщину захисного екрану від дії цих частинок також приймають не меншою за довжину пробігу цих частинок у матеріалі екрану (рис. 7.1, б).

Спочатку визначають пробіг  $\beta$ -частинок, г/см<sup>2</sup>, в алюмінію за емпіричними формулами:

$$R_{\beta Al} = 0,407 E_\beta^{1,38} \quad \text{при } E_\beta < 0,8 \text{ МеВ};$$

$$R_{\beta Al} = 0,542 E_\beta - 0,133 \quad \text{при } E_\beta > 0,8 \text{ МеВ}, \quad (7.2)$$

де  $E_\beta$  — енергія  $\beta$ -частинок, МеВ.

Максимальний пробіг  $\beta$ -частинок,  $\text{г}/\text{см}^2$ , у екрані з алюмінію:

$$R'_\beta = R_{\beta Al} \frac{Z_{Al} / A_{Al}}{Z / A}, \quad (7.3)$$

де  $Z_{Al}$  і  $A_{Al}$  — відповідно, порядковий номер і атомна маса алюмінію;  $Z$  і  $A$  — те ж, речовини екрану.

Максимальний пробіг  $\beta$ -частинок у будь-якому матеріалі екрану буде складати:

$$R_\beta = R'_\beta / \rho, \text{ см}, \quad (7.4)$$

де  $\rho$  — густина матеріалу екрану,  $\text{г}/\text{см}^3$ .

У цьому випадку застосовують двошаровий екран. З боку оператора встановлюють екран, розрахований на захист від дії випромінювання  $\beta$ -частинок.

**Захист від  $\gamma$ -випромінювання.** У джерелі випромінювання  $I$  (рис. 7.2, а) інтенсивність вузького пучка  $\gamma$ -випромінювання складає  $I_0$ . Після проходження  $\gamma$ -випромінювання через речовину товщиною  $t$  інтенсивність випромінювання в точці  $D$  буде дорівнювати:

$$I = I_0 e^{-\mu \times t}, \quad (7.5)$$

де  $\mu$  — лінійний коефіцієнт послаблення, який характеризує відносне послаблення  $\gamma$ -випромінювання при проходженні через шар речовини товщиною  $1 \text{ см}$ ,  $\text{см}^{-1}$ .

Наведене рівняння графічно представлено на рис. 7.2, б. Із графіка випливає, що крива послаблення інтенсивності  $\gamma$ -випромінювання не пересікається з віссю абсцис. Звідси, потік  $\gamma$ -випромінювання не може бути повністю поглинутий. У цьому випадку можна лише послабити інтенсивність випромінювання в будь-яку кількість раз. Характер послаблення  $\gamma$ -випромінювання суттєво відрізняється від характеру послаблення  $\alpha$  і  $\beta$ -частинок, які можуть бути повністю поглинуті захисним екраном.

Графік на рис. 7.2, б свідчить про те, що при проходженні  $\gamma$ -випромінювання через екран товщиною  $\Delta_{0,5}$  інтенсивність випромінювання послаблюється в 2 рази і буде дорівнювати  $0,5I_0$ , а при  $\Delta_{0,1}$  —  $0,1I_0$ . Коли діафрагми між джерелом випромінювання (рис. 7.2, в) та екраном відсутні, потік випромінювання буде розсіюватись, і в цьому випадку розглядається геометрія широкого пучка  $\gamma$ -випромінювання.



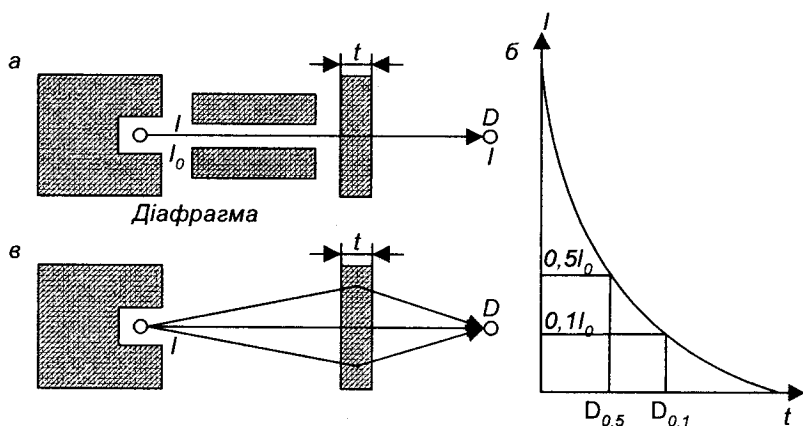


Рис. 7.2. Взаємодія  $\gamma$ -випромінювання з речовиною:

*а* — схема проходження вузького пучка через речовину;  
*б* — графік залежності послаблення інтенсивності випромінювання  $I$  від товщини речовини; *в* — геометрія широкого пучка випромінювання

Проведемо розрахунок захисту із кратності послаблення  $K$  від  $\gamma$ -випромінювання конкретних радіоактивних джерел із застосуванням номограм.

За номограмою на рис. 7.3 розраховують захист від  $\gamma$ -випромінювання  $^{60}\text{Co}$ , г/см<sup>3</sup>, із кратності послаблення свинцем ( $\rho = 11,34$  г/см<sup>3</sup>) і залізом ( $\rho = 7,89$  г/см<sup>3</sup>).

Кратність послаблення  $\gamma$ -випромінювання визначають за формулою:

$$K = P / P_0, \quad (7.6)$$

де  $P$  — фактична потужність експозиційної дози, мР/год;  $P_0$  — граничнодопустима потужність експозиційної дози, мР/год, вибирається з табл. 7.2.

Далі за номограмою на рис. 7.3, виходячи з необхідної величини  $K$  і матеріалу екрана, визначають товщину  $t$ , см, захисного екрана.

*Розрахунок захисту за кратністю послаблення за універсальними таблицями Н. Г. Гусєва.*

За табл. 7.3 визначають товщину екрана із свинця для різної кратності послаблення  $K$   $\gamma$ -випромінювання (широкий пучок).

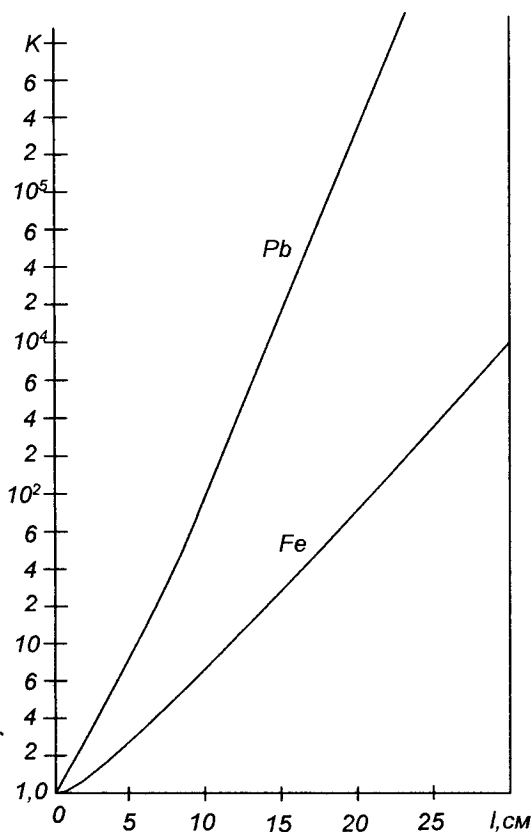


Рис. 7.3. Номограма для розрахунку захисту від  $\gamma$ -випромінювання за кратністю послаблення свинцем і залізом

Потужність експозиційної дози, що створюється незахищеним джерелом на заданій відстані, мР/год, визначається за формулою:

$$P = M \times 8,4 / (R^2 \times 10^4), \quad (7.7)$$

де  $M$  —  $\gamma$ -еквівалент радіоактивного джерела, Ра; 8,4 —  $\gamma$ -постійна радію при платиновому фільтрі товщиною 0,5 мм,  $P \times \text{см}^2/\text{год} \times \text{мКи}$ ; відстань від джерела випромінювання, см;  $M$  і  $R$  задаються за умовою розрахунку.

Далі визначають кратність послаблення  $K$  за формулою:

$$K = P / P_0 \quad (7.8)$$

Таблиця 7.3. Залежність кратності послаблення від товщини екрана

K	Енергія $\gamma$ -випромінювання, МеВ				
	0,1	0,5	1,25	4,0	10,0
	Товщина захисту зі свинцю, см				
50	0,4	2,6	7,2	10,5	12,3
100	0,5	3,0	8,45	12,1	15,7
$10^4$	1,05	5,9	16,1	23,4	27,0
$10^7$	1,7	10,1	27,5	39,9	49,5

За значенням і заданою енергією  $\gamma$ -випромінювання в МеВ у табл. 7.3 знаходять товщину, см, захисного екрана.

Для захисту від нейтронного випромінювання використовують захисні конструкції, які містять матеріали з малою атомною масою (воду, поліетилен та ін.), оскільки під час зіткнення з ядром атома захисної речовини нейтрон тим більше втрачає суттєву частину своєї енергії, чим ближче маса ядра до маси нейтрона. Цей процес супроводжується виділенням  $\gamma$ -кванта. Отже, паралельно необхідно передбачати захист від  $\gamma$ -випромінювань.

**Розрахунок безпечних відстаней і часу опромінення людини.** В окремих випадках виготовляти захисні пристрої від опромінення буває недоцільно, тоді організують роботу, створюючи безпечні відстані і час опромінення обслуговуючого персоналу. В цьому випадку обмежують час перебування персоналу під дією випромінювання з таким розрахунком, щоб тижнева доза опромінення не перевищувала граничнодопустиму за нормами НРБ-76.

Оскільки інтенсивність випромінювання змінюється обернено пропорційно квадрату відстані до джерела випромінювання, дотримуючись необхідної відстані, можна в багатьох випадках забезпечити надійний захист від випромінювання без застосування екранів, які створюють незручності в роботі. Нерідко це можливо за рахунок застосування техніки з дистанційним управлінням, роботів і маніпуляторів.

Безпечна відстань  $R$  від джерела випромінювання і безпечний час  $t$  визначають за формулами:

$$P = \frac{M \times 8,4}{R^2 \times 10^4} = \frac{QK_\gamma}{R^2 \times 10^4}; \quad D = \frac{M \times 8,4t}{R^2 \times 10^4} = \frac{QK_\gamma t}{R^2 \times 10^4}, \quad (7.9)$$

де  $P$  — потужність експозиційної дози на відстані  $R$ , см, від джерела,  $P/\text{год}$ ;  $D$  — експозиційна доза на відстані  $R$  м від джерела,  $P$ ;  $M$  —  $\gamma$ -еквівалент радіоактивного джерела, мг-екв Ra;  $t$  — час роботи з радіоактивними джерелами, год;  $Q$  — активність радіоактивного джерела, мКи;  $K_\gamma$  —  $\gamma$ -постійна радіоактивного нукліда,  $P \times \text{см}^2/(\text{год} \times \text{мКи})$ ; 8,4 —  $\gamma$ -постійна радію при платиновому фільтрі товщиною 0,5 мм,  $P \times \text{см}^2/(\text{год} \times \text{мКи})$ .

За початкові дані при розрахунку можна приймати  $R$  або  $t$ . Задаючись однією із цих величин, визначають іншу за вказаними формулами.

Для контролю якості зварювання трубопроводів застосовують  $\gamma$ -апарат РІД-21Г. При транспортуванні його поміщують у спеціальний контейнер зі свинцевим захистом.

Для зберігання  $\gamma$ -апарата на будівельно-монтажній ділянці застосовують ділянкове (напівстаціонарне) сховище (рис. 7.4). Воно розраховане для зберігання  $\gamma$ -апарата в аварійному стані, тобто з відкритим затвором.

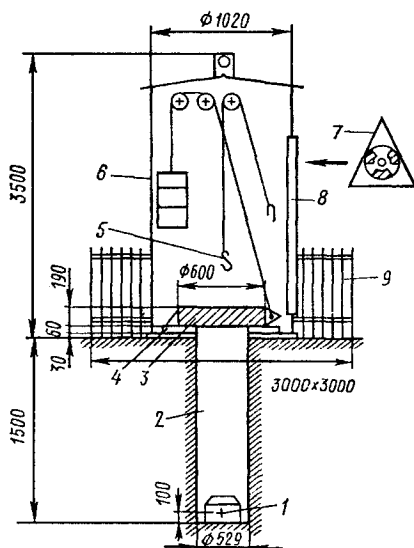


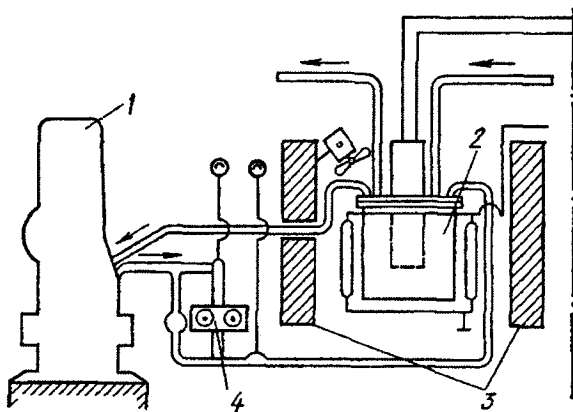
Рис. 7.4. Схема пристрою ділянкового напівстаціонарного сховища  $\gamma$ -апарата

Гамма-апарат 1 з джерелом випромінювання з цезія-137 з радіаційним виходом 2 г-екв Ra розташований в трубі 2 з товщиною стінки 10 мм. Колодязь-труба закривається чугунною кришкою 3, яка кладеться на додатковий захист із сталюого кільця 4

з зовнішнім діаметром 800 мм. Кришка колодязя врівноважується вантажем 6. Для опускання і підйому апарата існує гак 5. На входних дверях у сховище 8 зображений знак радіаційної небезпеки 7. Сховище має огороження 9.

Для дослідження зносу деталей машини, зокрема в двигунах внутрішнього згоряння, застосовують метод радіоактивних індикаторів (помічених атомів). У цьому випадку в поверхню деталей, що труться, попередньо вводять радіоактивні ізотопи. При роботі таких деталей продукти їх зносу разом з радіоактивними частинками потрапляють у мастило, яке стає радіоактивним. За інтенсивністю випромінювання мастила визначають величину і швидкість зносу деталей.

Стенд для подібного досліду компонують за схемою (рис. 7.5) з експериментальним двигуном 1 і фільтром 2. Радіоактивне мастило подають з двигуна в фільтр за допомогою насоса 4. Для створення безпечних умов праці лаборантів фільтр оточений бетонно-свинцевим екраном 3.



**Рис. 7.5. Схема автономної установки прокачування змазки через спеціальний фільтр**

#### Приклад

Для контролю якості зварних швів магістральних трубопроводів застосовують *g*-дефектоскоп ГУП-Сs-2-1. Дефектоскопіста разом із приладом розміщують на спеціальному пристрої всередині трубопровода.

Дослідженням було встановлено, що найбільшому опроміненню дефектоскопіст піддається в ділянці тазу. Необхідно визначити допустимий об'єм роботи дефектоскопіста.

### Рішення

Згідно з НРБ-76, граничнодопустима доза зовнішнього опромінення персоналу — це 5 Бер на рік, що складає 100 мБер за тиждень, або 17 мБер за день при шестиденному робочому тижні.

Граничнодопустиму дозу опромінення дефектоскопіста протягом робочого дня визначають із рівняння

$$D = 2D_{уст} + n(D_{np} + 2D_{mp}), \quad (7.10)$$

де  $D$  — допустима доза опромінення дефектоскопіста по НРБ-76, мБер/день;  $D_{уст}$  — доза опромінення, яка отримується ним при виконанні роботи із транспортування дефектоскопа до трубопровода і його встановленню. Цифра 2 означає, що ця робота виконується двічі (напочатку роботи і вкінці). За даними дослідження,  $D_{уст} = 0,25$  мР, де  $n$  — кількість стиків при просвічуванні;  $D_{np}$  — доза опромінення дефектоскопіста при підготовці до просвічування і під час просвічування.

За даними дослідження,  $D_{np} = 0,36$  мР, де  $D_{mp}$  — доза опромінення при транспортуванні дефектоскопа до наступного шва;  $D_{mp} = 0,01$  мР.

Підставивши відомі величини в наведене рівняння, визначимо допустимий обсяг роботи дефектоскопіста:

$$17 = 2 \times 0,25 + n(0,36 + 2 \times 0,01) = 4,1 + n \times 0,38$$

Звідси,  $n = 34$  шви в день.

Враховуючи можливість внутрішніх джерел випромінювань для забезпечення захисту від опромінювання, особливу роль відіграють ЗІЗ і особиста гігієна. Комплекс засобів індивідуального захисту вміщує: спецодяг (комбінезон), спецбілизну, шкарпетки, спецвзуття, рукавиці, паперові рушники і носові хусточки разового використання, засоби захисту органів дихання. Дезактивацію спецодягу і білизни необхідно проводити у спецпральнях до рівня забруднення, який не перевищує нормативних значень.

Для контролю дотримання норм радіаційної безпеки, а також отримання інформації про дозу опромінення робітників необхідно перевіряти: склад радіоактивних речовин у воді та повітрі, у тому числі у виробничих та житлових приміщеннях; рівень забруднення радіоактивними речовинами приміщень, обладнання, шкіряних покривів та одягу працюючих, транспортних засобів і продуктів харчування.

Дозиметричний контроль здійснюється за допомогою дозиметричних приладів. Для вимірювання  $\gamma$ -випромінювань — мікрорентгенметр МРП-1, прилад ИФКУи та ін.; для  $\beta$ -випромінювання — прилади КИД-1, ИКС, КД-1, ИД-1, ДК-02 та ін.; потужності доз  $\beta$ - та  $\gamma$ -випромінювань кишеньковий радіометр РК-02 та ін.; для вимірювання концентрацій  $\alpha$ - та  $\beta$ -активних аерозолів у повітрі — установка РВ-4 та ін.; для виявлення наявності радіоактивних речовин — радіометр СРП-2.

## **Питання для перевірки засвоєння матеріалу**

1. *Що представляють собою радіоактивне та іонізуюче випромінювання?*
2. *Від чого залежить біологічна дія радіоактивних випромінювань?*
3. *Залежно від чого встановлюють граничнодопустимі дози опромінювання?*
4. *Яка одноразова доза зовнішнього опромінювання допускається санітарними нормами?*
5. *Якого значення не повинна перевищувати сумарна доза до 30 років при всіх випадках?*
6. *Назвіть профілюючі заходи із запобігання радіаційної небезпеки.*
7. *На чому оснований іонізаційний метод реєстрації вимірювання?*
8. *На чому оснований сцинтиляційний метод реєстрації вимірювання?*
9. *На чому оснований фотографічний метод реєстрації вимірювання?*
10. *На чому оснований хімічний метод реєстрації вимірювання?*
11. *Що належить до засобів індивідуального захисту від радіоактивного випромінювання?*
12. *Назвіть три групи критичних органів.*
13. *За допомогою яких приладів здійснюється дозиметричний контроль?*



---

## Розділ 8

# ЗАХИСТ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НАДВИСОКИХ ЧАСТОТ (НВЧ)

### 8.1. Джерела випромінення НВЧ та їхня дія на організм людини

Надвисокочастотні електровакуумні прилади (магнетрони, клістрони, лампи біжучої хвилі, лампи зворотної хвилі тощо) міліметрового, сантиметрового і дециметрового діапазону, які є джерелом НВЧ-енергії, знайшли широке застосування в радіоастрономії і зв'язку (телеметрії, радіолінійних і космічних системах зв'язку, телебаченні, радіоуправлінні). У будівництві для тих чи інших галузей застосування апаратури НВЧ використовують різні піддіапазони частот (табл. 8.1).

За кордоном застосовують також поділ на діапазони НВЧ: L (0,39—1,55 ГГц); S (1,55—5,20 ГГц); R, LS (1,7—2,6 ГГц); H (3,95—5,85 ГГц); C (5,85—8,20 ГГц); X (5,2—11 ГГц); XN (5,40—8,20 ГГц); W, XB (7,02—10,1 ГГц); Ku, Y (12,4—18 ГГц).

Конструкції установок НВЧ значною мірою визначаються частотою електромагнітних коливань, на яких працюють.

При експлуатації і випробовуваннях генераторів НВЧ-енергії джерелом випромінювань є: генератор електромагнітних коливань, випромінювальні системи — антена або еквівалент антени, відкритий кінець хвилеводу. Крім того, випромінення НВЧ-енергії можуть проникати через нежорсткість фланцевих з'єднань НВЧ-тракту, через хвилекоаксіальні переходи, через місця катодних виводів генеруючих приладів, конструктивні отвори в елементах хвильового тракту, через вікна агрегатів, установок і нещільності дверей установок, де знаходяться джерела надвисокої енергії.

Нині в різних галузях науки і техніки широко застосовуються електромагнітні випромінення (ЕМП) різних видів (табл. 8.2).

Таблиця 8.1. Діапазони радіохвиль і радіочастот

Поділ хвиль (назва і призначення)	Довжина хвиль	Назва діапазону відповідно до довжини хвилі	Частоти	Поділ частот за МККР	
				№ діапа- зону	Назва і скорочення діапазону
Наддовгі хвилі (НДХ)	10—100 км	Міраметрові хвилі	3—30 кГц	4	Дуже низькі радіо- частоти (ДНЧ)
Довгі хвилі	1—10 км	Кілометрові хвилі	30—300 кГц	5	Низькі радіочастоти (НЧ)
Середні хвилі (СХ)	100—1000 м	Гектометрові хвилі	300—3000 кГц	6	Середні частоти (СЧ)
Короткі хвилі (КХ)	10—100 м	Декаметрові хвилі	3—30 МГц	7	Високі радіочастоти (ВЧ)
Ультракороткі хвилі (УКХ)	1—10 м	Метрові хвилі	30—300 МГц	8	Дуже високі радіо- частоти (ДВЧ)
	0,1—1 м	Дециметрові хвилі	300—3000 МГц	9	Ультрависокі ра- діочастоти (УВЧ)
	1—10 см	Сантиметрові хвилі	3—30 ГГц	10	Надвисокі радіочастоти (НВЧ)
	1—10 мм	Міліметрові хвилі	30—300 ГГц	11	Гранично високі радіочастоти
	0,1—1,0 мм	Дециміліметрові хвилі	300—3000 ГГц	12	
Оптичні інфра- червоні хвилі	$2,5 \times 10^{-4} — 0,1$ мм		$3000 — 1,2 \times 10^5$ ГГц		
Видиме світло	$4 \times 10^{-4} — 2,5 \times 10^{-4}$ мм		$7,5 \times 10^6 — 1,2 \times 10^5$ ГГц		
Оптичні ультра- фіолетові хвилі	$10^{-4} — 4 \times 10^{-4}$ мм		$7,5 \times 10^6 — 3 \times 10^6$ ГГц		

Таблиця 8.2. Види електромагнітних випромінювань

Вид випромінювання	Довжина хвилі або заряд частинок	Галузь застосування і умови утворення
I. Радіохвилі: ВЧ: довгі середні короткі  УВЧ  ЗВЧ: дециметрові сантиметрові міліметрові	10—3 км 3 км—100 м 100—10 м  10—1 м  1 м—10 см 10—1 см 1 см—1 мм	Промисловість: термічне оброблення металів і неметалів, радіомовлення, радіозв'язок, медицина  Радіомовлення, радіозв'язок, телебачення, медицина  Радіолокація, радіоастрономія, радіоуправління, зв'язок, телекомунікації
II. Світлові і граничні з ними промені: інфрачервоні  видимі  ультрафіолетові	346—0,76 мкм  0,76—0,4 мкм  0,4—0,2 мкм	За наявності відкритого вогню в сонячному спектрі, плавлення металів. Штучне і природне освітлення. Зварювання, електроплавлення, сонячний спектр тощо
III. Лазерне (монохроматичне)	Від ультрафіолетового до інфрачервоного діапазону	Промисловість, зв'язок, наукові дослідження, медицина тощо
IV. Іонізуюче: рентгєнівські гамма-промені  альфа-частинки бета-частинки позитрони нейтрони	$2 \times 10^{-3} — 7,1 \times 10^{-6}$ мкм $7,1 \times 10^{-6} — 1,9 \times 10^{-6}$ мкм  позитивний негативний позитивний —	Промисловість, наукові дослідження, атомні електростанції, медицина тощо

Кожний тип випромінювання має особливості фізичного характеру і біологічної дії.

Ступінь негативної дії електромагнітних полів НВЧ залежить від інтенсивності опромінення, часу його дії, відстані до джерела, довжини хвилі джерела й індивідуальних особливостей людини.

Надвисока частотна енергія, яка падає на поверхню тіла людини, частково відбивається, а поглинена енергія проходить у поверхневі тканини на глибину 2—3 см. Ступінь відбивання від поверхні тіла людини залежить від товщини жирового складу в ділянці, що опромінюється. Такі органи, як головний і спинний мозок мають незначний жировий шар, а очі — зовсім його не мають і, як результат, ці органи, в першу чергу, зазнають найбільшого впливу.

Довготривала і систематична дія НВЧ-енергії на працівників із інтенсивністю, що перевищує граничнодопустимі величини, призводить до функціональних змін в організмі. Ці зміни проявляються в порушенні складу нервової і серцево-судинної системи: з'являється головний біль, дратівливість, порушується сон, гальмується пульс, підвищується тиск; при опроміненні очей можлива катаракта (помутніння кристалика ока).

Дія на організм людини НВЧ високої інтенсивності пов'язана, в основному, з тепловим ефектом і призводить до посиленого кровотоку в органах, що запобігає їх надлишковому перегріванню.

Біологічна активність електромагнітних полів (ЕМП) збільшується зі зменшенням довжини хвилі; найвища активність ЕМП — у діапазоні НВЧ.

Так, наприклад, у початковій фазі спостерігається підвищене збудження, а потім зниження біоелектричної активності мозку, порушення умовно-рефлекторної діяльності, погіршення роботи серцевого м'яза.

Функціональні порушення в ранній стадії, які викликані біологічною дією електромагнітних полів, поновлюються, якщо заборонити контакт з випроміненням або покращити умови праці.

Вивчаючи умови праці в галузі будівництва, гігієністи прийшли до висновку, що робітники — розробники ЗВЧ-приладів і установок — найчастіше зв'язані з мікрохвильовим опроміненням, яке в негативних умовах може викликати професійне захворювання.

## 8.2. Граничнодопустимі норми опромінювання

З метою забезпечення здоров'я працюючих і попередження профзахворювань граничнодопустимі рівні (ГДР) напруженості і густини потоку енергії ЕМП регламентуються ГОСТом ССБТ

### 12.1.006-84 “Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности”.

З метою запобігання профзахворюванням при роботі з генераторами НВЧ-енергії санітарними правилами визначені гранично-допустимі рівні опромінення надвисокочастотною енергією на робочих місцях. Електромагнітне поле характеризується двома нерозривно пов'язаними складовими: електричною та магнітною.

Для дециметрових, сантиметрових і міліметрових хвиль НВЧ робоче місце, зазвичай, знаходиться в хвильовій зоні, тобто на відстані значно більшій від довжини хвилі, де електромагнітне поле вже сформоване і розповсюджується у вигляді хвилі. У цьому випадку дотримується суворе співвідношення між електричною і магнітною складовими поля. Тому в діапазоні НВЧ для кількісної оцінки опромінення електромагнітними полями прийнята інтенсивність опромінення, яка виражається у величинах густини потоку середньої потужності в просторі цієї ділянки.

Усі високочастотні установки мають бути обладнані таким чином, щоб на робочих місцях і в місцях імовірного перебування працівників інтенсивність опромінення в діапазоні частот 60 кГц — 300 МГц не перевищувала таких граничнодопустимих значень.

#### 1. За електричною складовою, В/м:

- 50 — для частот від 60 кГц до 3 МГц;
- 20 — для частот від 3 МГц до 30 МГц;
- 10 — для частот від 30 МГц до 50 МГц;
- 5 — для частот від 50 МГц до 300 МГц.

#### 2. За магнітною складовою, А/м:

- 5 — для частот від 60 кГц до 1,5 МГц;
- 0,3 — для частот від 30 МГц до 50 МГц.

У діапазоні частот 300 МГц — 300 ГГц ЕМП розповсюджуються у вигляді біжучої хвилі, і в цьому випадку виконується чітке співвідношення електричної і магнітної складових поля. Тому в цьому діапазоні для кількісної оцінки випромінювання ЕМП прийнята інтенсивність опромінення, яка виражена в величинах густини потоку енергії (ГПЕ) в просторі.

Граничнодопустиму густину потоку енергії на робочих місцях і в місцях імовірного перебування персоналу встановлюють, виходячи з допустимого значення енергетичного навантаження на організм і часу перебування.

Густина потоку потужності — це енергія, яка проходить в 1 с через 1 м<sup>2</sup> поверхні і виражається у ватах на квадратний метр (Вт/м<sup>2</sup>) або в мікроватах на квадратний сантиметр (мкВт/см<sup>2</sup>).

Граничнодопустимі рівні інтенсивності опромінення НВЧ-енергією на робочих місцях такі:

- за інтенсивності опромінення не вище 10 мкВт/см<sup>2</sup> дозволяється робота протягом усього робочого дня;
- за інтенсивності опромінення від 10 до 100 мкВт/см<sup>2</sup> дозволяється робота не більше 2 годин у день;
- за інтенсивності опромінення в межах 100—1000 мкВт/см<sup>2</sup> дозволяється робота не більше 15—20 хвилин у день з умовою обов'язкового застосування індивідуальних засобів захисту (спецхалати, окуляри). Але в усіх випадках вона не повинна перевищувати 10 Вт/м<sup>2</sup>, а за наявності ще рентгєнівського випромінєння і високої температури (більшої за 28 °С) — 1 Вт/м<sup>2</sup>.

ГДР густини потоку енергії, Вт/м<sup>2</sup>, розраховують за формулою:

$$ГПЕ = W/T, \quad (8.1)$$

де  $W$  — нормоване значення допустимого енергетичного навантаження на організм, яке дорівнює:  $2 \text{ Вт} \times \text{л}/\text{м}^2$  ( $200 \text{ мкВт} \times \text{л}/\text{см}^2$ ) — для всіх випадків опромінєння, виключаючи опромінєння від антен, що обертаються і сканують;  $20 \text{ Вт} \times \text{л}/\text{м}^2$  ( $2000 \text{ мкВт} \times \text{л}/\text{см}^2$ ) — для випадків опромінєння від антен, що обертаються і сканують;  $T$  — час перебування в зоні опромінєння, год.

Вказані допустимі величини не диференційовані по діапазонах довжини хвиль і належать до міліметрових, сантиметрових і дециметрових діапазонів тому, що дослідження стану здоров'я персоналу не дали диференційованої різкої клінічної картини залежно від дії мікрохвиль різного діапазону.

Крім того, кінцевий біологічний ефект при кожному діапазоні довжин хвиль (мм, см, дм), зазвичай, однаковий — реакція центральної нервової системи.

Санітарними нормами встановлені граничнодопустимі рівні: напруженості електричного поля (центральна складова ЕМП), які виражаються середньоквадратичним значенням, і густини потоку енергії, які виражаються середнім значенням, залежно від частоти, довжини хвилі і режиму випромінєння (табл. 8.3).

Граничнодопустимі рівні (ГДР) електромагнітних полів для будівельної техніки нормуються окремо таким чином:

— для діапазону частот 48—1000 МГц:

$$E_{ГДР} = 21f^{-0,37}, \quad (8.2)$$

де  $E_{ГДР}$  — граничнодопустимий рівень напруженості електричної складової, В/м;  $f$  — несуча частота каналу зображення або супроводу, МГц.

Таблиця 8.3. Граничнодопустимі рівні електромагнітних полів

Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль	Граничнодопустимі рівні, В/м
Кілометрові хвилі (низькі частоти)	30—300 кГц	10—1 км	25
Гептаметрові хвилі (середні частоти)	0,3—3 МГц	1—0,1 км	15
Декаметрові хвилі (високі частоти)	3—30 МГц	100—10 м	31 гλ, де λ — довжина хвилі, м
Метрові хвилі (надвисокі частоти НВЧ)	30—300 МГц	10—1 м	3

Санітарними нормами встановлена обов'язкова періодичність перевірки рівня густини потоку енергії на робочих місцях, яка створюється НВЧ-джерелом. Замірювання мають проводитись один раз на два місяці, а також після кожного порушення захисного екранування установок НВЧ і при кожній зміні умов праці. Якщо в приміщенні проводяться роботи не на навантаження, а на випромінення у відкритий простір, то замірювати слід і в суміжних приміщеннях.

Замірювання проводяться при максимальній робочій потужності генератора НВЧ, за винятком, коли робота генератора при максимальній потужності може призвести до недопустимого переопромінення працюючих (тоді замірювання проводяться при зменшенні потужності генератора в  $N$  разів з подальшим перемноженням виміряної густини потоку потужності на  $N$ ).

Для визначення густини потоку потужності необхідно знати ефективну поверхню вимірювальної антени, яка зв'язана з коефіцієнтом підсилення антени співвідношенням:

$$S_{ef} = G\lambda^2/4\pi, \text{ см}^2, \quad (8.3)$$

де  $S_{ef}$  — ефективна поверхня антени, см<sup>2</sup>;  $G$  — коефіцієнт підсилення антени;  $\lambda$  — довжина хвилі у відкритому просторі, см.

Тоді густина потоку енергії  $P$  у вимірювальній антені, з урахуванням затухання у високочастотному тракті:

$$P = k_r P_{cep} / S_{эф}, \text{ мВт/см}^2, \quad (8.4)$$

де  $P_{cep}$  — потужність, яка приймається антеною, мкВт;  $k_r$  — коефіцієнт затухання.

У випадку, коли величина потоку потужності мала, то атенюатор вимикається і попередня формула має такий вираз:

$$P = P_{cep} / \mu S_{эф}, \text{ мВт/см}^2, \quad (8.5)$$

де  $\mu$  — коефіцієнт корисної дії термісторної головки до вимірювача малої потужності (дається в паспорті приладу).

### Правила безпеки при роботі з установками НВЧ

В установках випробування, тренування НВЧ-приладів, а також при експлуатації НВЧ-приладів, крім випромінення надвисокої енергії, працівники потрапляють під дію рентгенівського випромінення різного рівня, озону й окислів азоту, тому необхідно передбачити і захист від цих чинників.

Кожна установка НВЧ перед здаванням в експлуатацію повинна прийматися комісією, яка затверджується головним інженером. Комісія проводить огляд установки, перевіряє її відповідність вимогам техніки безпеки і відповідну документацію:

- протокол вимірювання опору заземлення;
- протокол вимірювання опору ізоляції;
- протокол вимірювання рівня рентгенівських і НВЧ-випромінювань;
- планування встановлення обладнання, затверджене головним інженером підприємства;
- інструкцію з ОП;
- наявність необхідних екранів та індивідуальних засобів захисту, їх паспорти.

За відповідності установки, стенда, агрегата вимогам безпеки складається акт прийняття, обладнання допускається до експлуатації.

Персонал, який обслуговує установки НВЧ, має пройти спецкурс навчання безпечних методів праці з подальшою перевіркою знань спеціальною комісією з присвоєнням кваліфікаційної групи.

Перед допуском до обслуговування НВЧ-установок залежно від виду робіт працівники проходять інструктаж на робочому місці.

До роботи на установках НВЧ допускаються люди не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд.



Усі працівники 1 раз на рік проходять періодичні медогляди з обов'язковим аналізом крові, оглядом невропатолога, терапевта й окуліста. Працівники, які зайняті на регулюванні, настройці, випробуванні й обслуговуванні генераторів сантиметрового і дециметрового діапазону хвиль, на вимірювальних генераторах при роботі з відкритими випромінювачами тих же діапазонів хвиль (від 1 до 100 см включно) користуються додатковою відпусткою (12 робочих днів). При інтенсивності опромінення від 0,5 до 10 мквт/см<sup>2</sup> і більшій 10 мквт/см<sup>2</sup> встановлюється семигодинний робочий день і додаткова відпустка — 12 робочих днів.

### 8.3. Захист від дії випромінювань надвисоких частот

При експлуатації високочастотного обладнання всередині виробничих приміщень зниження напруженості електромагнітного випромінювання досягається такими методами:

- захист часом — обмеження часу перебування людини в електромагнітному полі, залежить від інтенсивності опромінення або напруженості ЕМП (табл. 8.4);
- захист відстанню застосовується при неможливості послабити інтенсивність опромінення в заданій зоні іншими методами: збільшують відстань між джерелом випромінювання та обслуговуючим персоналом;
- добре виконане екранування джерела й усунення нещільності у фланцевих з'єднаннях, фідерів, зазорів у обшивці корпусів, нещільних електричних контактів;
- проведення дистанційного контролю й управління роботою передавачів з екранованого приміщення;
- засоби індивідуального захисту.

*Таблиця 8.4. Граничнодопустима напруженість електричної складової поля промислової частоти*

Напруженість електромагнітного поля, кВ/м	5	10	15	20	25
Допустимий час перебування, хв	тривалий	180	90	10	5

Залежно від типу джерела випромінення, його потужності, характеру, технологічного процесу може застосовуватися один із вищезазначених методів або будь-яка їх комбінація.

Розглянемо детально всі заходи захисту.

Зменшення випромінення безпосередньо від джерела при регулюванні, налаштуванні, випробуваннях генераторів НВЧ і передавальних установок здійснюється за допомогою поглиначів потужності (еквіваленту антен). Поглинання енергії еквівалентами антени здійснюється в результаті затухання електромагнітної хвилі вздовж поверхні навантаження, а також в об'ємі самого навантаження. Розроблені типи поглиначів, які поглинають потужність випромінення від доль до сотень ват. У табл. 8.5 подана характеристика найпоширеніших у промисловості поглиначів.

Таблиця 8.5. Характеристика поглиначів

Марка поглинача	Робочий діапазон частот, МГц	Коефіцієнт стоячої хвилі	Максимальна потужність що поглинається, Вт/год	Вхід
ЗИС—5	150—375	1,25	5	Коаксійний 75 см
ЗИС—100	150—375	1,30	100	Коаксійний 75 см
УАЕ—5	352—666	1,20	5	Коаксійний 75 см
УЕА—10	352—666	1,25	100	Коаксійний 75 см
ЕИК—1—250	2500—3750	1,25	250	Коаксійний 50 см
ЕАВ—1—250	2500—3750	1,25	250	Хвилевідний 72 × 34 мм
52И—Е1	8600—9600	1,20	250	Хвилевідний 22,9 × 10,2 мм

Типові поглиначі виконуються в ступеневій, конусоподібній або клиноподібній формах для забезпечення кращого коефіцієнта стоячої хвилі.

У цих пристроях енергія поглинається шляхом розсіювання в спеціальних заповнювачах. Заповнювачі готують із суміші графіту з цементом, піском, гумою; карбонального заліза з бокситом або керамікою тощо. При великих і середніх потужностях НВЧ-енергії застосовують водяні поглиначі. Крім вказаних поглиначів, для відводу енергії застосовують відгалужувачі, помножувачі потужності, феритові вентиля, хвилевідні послаблювачі тощо, які також дозволяють значно зменшити опромінювання робочих місць.

**Екранування джерел випромінення** проводиться за допомогою металевих суцільних або сітчастих екрануючих пристроїв, екранів з поглинальним покриттям. Форма, тип, розміри, матеріал екрануючого пристрою залежать від того, чи має місце безпосереднє випромінення від джерела або “паразитне” (невикористане), направлене або ненаправлене, безперервне або імпульсне, та яка величина потужності, що випромінюється.

Суцільні металеві екрани, як відбивачі, забезпечують надійне екранування при будь-яких інтенсивностях НВЧ-полів і застосовуються тоді, коли відбивальні екрани не впливають на режим роботи випромінювача, наприклад, коли існують витоки через щілини, вікна, від катодних виводів магнетронів тощо. Враховуючи, що повне відбиття електромагнітної хвилі забезпечується матеріалами з високою електропровідністю (метали), суцільні екрани можна виготовлювати з тонкої металевої фольги. Так, при товщині металевого екрана в 0,01 м поле НВЧ послаблюється приблизно на 50 дБ, тобто в 100 000 разів. Суцільні металеві екрани можуть використовуватися як захисні кожухи на НВЧ-прилади і на установки для замкнутих камер.

Коли із технологічних причин не можна застосувати суцільний екран, використовують сітчасті екрани, які дають послаблення потужності до 1000 разів.

Для екранування вікон камер, кабін, устаткування і приміщень застосовують прозоре скло, яке покривають відбивальним шаром — напівпровідниковим двоокисом олова ( $\text{SnO}_2$ ), що послаблює НВЧ-потужність у діапазоні довжини хвилі від 0,8 до 150 см на 30 дБ.

У виробничих приміщеннях, де застосовуються металеві екрани, бажано використовувати радіопоглинальні покриття для зменшення відбивання випромінювань НВЧ у простір і особливо на робочі місця. У табл. 8.6 наведені найбільш поширені радіопоглинальні матеріали.

Найбільш поширеними є магнітодіелектричні пластини ХВ (це пориста гума, заповнена карбоніальним залізом із впресованою латунною сіткою), але вони вузькодіапазонні. Створення ж широкодіапазонного радіопоглинального матеріалу призводить до збільшення товщини, що, натомість, збільшує вагу матеріалу, а це створює незручності при проектуванні екрануючих засобів, кабін, камер тощо.

Таблиця 8.6. Характеристики радіопоглинальних матеріалів

Назва матеріалу	Тип, марка	Робочий діапазон, мм	Коефіцієнт відбиття металу	Послаблення потужності, яка проходить, %	Примітки
Гумові килимки	B2Ф—2 B2Ф—3 BKФ—1	0,8—4	2	98	Гумові листи з шипами висотою 8—10 см
Магнітодіелектричні пластини	XB—0,8 XB—7,0 XB—3,2 XB—6,0 XB—10,0	0,8—10	2	98	Вузькодіапазонний матеріал
Поглиняльні пластини на основі полістиролу	“Болото”	0,8—100 3—100	1—2	98—99	—
	ВРПМ		1—2	98—99	—
Поглиняльні пластини на основі деревини	“Луч”	1—500	1—3	97—99	—
Текстоліт графітований	№ 369—61	0,8—16	До 50	50—70	—
Фарба	HTCO014-003	0,8—16	До 50	65—85	—

Екранування робочого місця біля джерела здійснюється ширмами, щитами, шторами тощо. З боку випромінювального джерела, з метою уникнення відбивання і розсіювання, екран обов'язково покривають радіопоглинальним матеріалом.

Джерело випромінювання можна розмістити в екранованій камері, а пульт управління вивести назовні, або навпаки, якщо цього вимагають умови роботи, зробити екрановану кабінку для персоналу з внутрішнього боку покритою радіопоглинальними покриттями. Для екранування можна застосовувати також м'які екрани зі спеціальної тканини. Екрани обов'язково заземлюються.

Індивідуальні засоби захисту:

- радіозахисні окуляри за інтенсивності опромінення більше  $0,1 \text{ мВт/см}^2$  зі скла, покритого відбивальною світлопрозорою плівкою напівпровідникового двоокису олова. Оправа

виконана з пористої губчастої гуми, обклеєна металізованою тканиною;

- індивідуальні екрани з металізованих матеріалів;
- відповідний захисний одяг виготовляється із спеціальної тканини (артикул 4381) — тонкого ізолюваного металевого дроту (0,5 мкм), скрученого з бавовняними нитками.

Бавовняні нитки заповнюють проміжки між металевими дротами і надають тканині густини й еластичності. Послаблення потужності в діапазоні 3—150 см тканина дає не менше 25 дБ.

### **Вимоги до виробничих приміщень і технологічного процесу**

Виробничі приміщення, де встановлені установки НВЧ-потужності, повинні відповідати вимогам санітарних норм проектування виробничих підприємств СН 245-71, а саме: роботи із налаштування, регулювання і випробовування установок НВЧ, а також їхня експлуатація повинна проводитися в окремих приміщеннях, де категорично забороняється розміщення аналогічних установок. У цих приміщеннях забороняється перебування осіб, які не пов'язані з їх обслуговуванням.

**Діючі генератори й установки НВЧ з номінальною потужністю більшою за 10 Вт** рекомендується розміщувати в приміщеннях з капітальними стінами, які покриті радіопоглинальними матеріалами. Залежно від потужності установок НВЧ вибирається товщина стін і перекриттів таким чином, щоб НВЧ-енергія не потрапляла в суміжні приміщення і було найменше відбиття від стін і перекриттів. Наприклад, капітальна цегляна стіна будівлі товщиною в 70 см у трьохсантиметровому діапазоні дає послаблення потужності 21 дБ, в десятисантиметровому діапазоні — 16 дБ, масляна фарба відбиває до 30 % електромагнітних хвиль.

Установки більшої потужності та установки, які працюють на випромінення, необхідно розміщувати в екранованих камерах з поглинальним покриттям, а пульт управління їх має бути винесений за межі камери.

При обладнанні установок у загальних залах їх необхідно розміщувати таким чином, щоб при можливому порушенні захисного екранування була виключена дія однієї установки на іншу, а також дія сумарної інтенсивності на працівників.

**При випробуваннях НВЧ-приладів малої потужності** необхідно здійснювати такі засоби захисту:

1. Вводити в склад лінії передач НВЧ від генератора до приладу, що випробовуємо, з комплектом змінних послаблювачів, які забезпечують послаблення потужності до величин:
  - не більше 200 мкВт — для дециметрового діапазону;
  - не більше 25—20 мкВт — для сантиметрового діапазону;
  - не більше 2 мкВт — для міліметрового діапазону.
2. При заміні приладів, що випробовуємо, без виключення генераторів НВЧ вводити послаблювачі на повне послаблення потужності.
3. Усі випробовування приладів проводити в таких умовах, щоб густина потоку потужності на робочому місці не перевищувала граничнодопустимі рівні (ГДР).

**При випробуванні НВЧ приладів середньої і великої потужності необхідно дотримуватися таких засобів захисту:**

- випробовування проводити за умови їх роботи при навантаженні, яке відповідає такій потужності;
- не знімати навантаження з лінії передач при працюючому генераторі;
- не стежити очима за катодом генератора НВЧ без захисних окулярів і шолома;
- не визначати наявності генерувальної потужності за тепловим ефектом на руку;
- до початку роботи провести контрольне заміррювання густини потоку потужності на можливих місцях витоку НВЧ-енергії і на робочому місці.

**Майданчики для розміщення проєктованих установок НВЧ-енергії необхідно вибирати з урахуванням потужності передавачів, характеристик спрямованості випромінювання, висоти розташування і конструктивних особливостей антен, рельєфу місцевості, функціонального призначення, прилеглих територій, висоти забудови для того, щоб рівні електромагнітних полів на території, призначеній для забудови, не перевищували граничнодопустимих рівнів.**

**З метою захисту населення від впливу електромагнітних полів, які створюють установки НВЧ-енергії, встановлюються санітарно-захисні зони і зони обмеження забудови.**

Корпус установки з джерелом НВЧ-енергії має бути таким, щоб через нього не проходили випромінювання з інтенсивністю, більшою за ГДР.

Для антенних полів радіоцентрів складається карта напруженості електромагнітних полів на антенному полі з зазначенням місць, де напруженість не перевищує ГДР, і ставиться знак “Пройти тут”. Відповідальні посадові особи мають суворо стежити за часом перебування працівників у місцях, де існує електромагнітне опромінення.

## Питання для перевірки засвоєння матеріалу

1. Від яких параметрів залежить ступінь негативної дії електромагнітних полів НВЧ?
2. З яким ефектом пов'язана дія на організм людини НВЧ високої інтенсивності?
3. Поясніть поняття "густина потоку потужності"?
4. Якими мають бути граничнодопустимі рівні інтенсивності опромінення НВЧ-енергією на робочих місцях?
5. Наведіть і поясніть формулу розрахунку граничнодопустимих рівнів густини потоку енергії.
6. Яким чином нормуються граничнодопустимі рівні (ГДР) електромагнітних полів для будівельної галузі?
7. Які обов'язки має комісія, що приймає установку НВЧ перед пуском в експлуатацію?
8. Якими методами досягається зниження напруженості електромагнітного випромінювання при експлуатації високочастотного обладнання всередині виробничих приміщень?
9. За допомогою чого проводиться екранування джерел випромінювання?
10. Чим здійснюється екранування робочого місця біля джерела НВЧ?
11. Наведіть приклади індивідуальних засобів захисту від НВЧ випромінювання.
12. Які засоби захисту необхідно використовувати при випробуваннях НВЧ-приладів?
13. З урахуванням яких параметрів необхідно вибирати майданчики для розміщення проєктованих установок НВЧ-енергії?



---

---

## Розділ 9

# БЕЗПЕКА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АПАРАТІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ

### 9.1. Вимоги безпеки до апаратів, які працюють під тиском

Вимоги безпеки, які висуваються до обладнання, виготовлення та експлуатації посудин, що працюють під тиском, визначені “Правилами обладнання, безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском”. Ці правила поширюються й на інші, найбільш небезпечні за можливими наслідками вибухів місткості: посудини, що працюють під надлишковим тиском понад 0,07 МПа (кгс/см<sup>2</sup>); цистерни і діжки для зберігання й перевезення зріджених газів, рідин і сипких матеріалів, випорожнення яких відбувається під тиском газу понад 0,07 МПа; балони для перевезення і зберігання стиснених, зріджених чи розчинених газів під тиском понад 0,07 МПа. Чинні Правила не поширюються на посудини і балони місткістю до 25 л, в яких добуток місткості (літри) на робочий тиск (кгс/см<sup>2</sup>) дорівнює не більше 200.

Після реєстрації посудин, що працюють під тиском, у територіальних органах Держгіртехнагляду інженер-контролер Держгіртехнагляду видає дозвіл на їх експлуатацію на основі технічного огляду (внутрішнього і зовнішнього) і гідравлічного випробування до запускання в роботу, періодичного огляду в процесі експлуатації і дострокового огляду. Внутрішній і зовнішній огляд (з метою визначення стану внутрішніх і зовнішніх поверхонь та впливу середовища на стінки посудин) повинен проводитися не рідше одного разу на чотири роки. Гідравлічні випробування необхідно здійснювати не рідше одного разу у вісім років. Для посудин, що працюють при температурі стінки 200—400 °С пробний тиск повинен перевищувати робочий у 1,5 раза, а при температурі стінки понад 400 °С — у 2 рази.

Згідно з вимогами Правил, посудину, що працює під тиском, слід зупинити з появою ознак аварійної ситуації, підвищенні тиску в посудині понад норму, незважаючи на дотримання всіх, зазначених в інструкції, вимог; несправності запобіжних клапанів; виявленні у посудинах тріщин, вигинів, значного утоншення стінок, пропусків чи запотіння у зварювальних швах, протікання у заклепкових і болтових з'єднаннях, розривів прокладок; виникненні пожежі, що загрожує посудині; несправності манометра і неможливості визначити тиск за іншими приладами, несправності (відсутності) передбачених проектом запобіжних і блокуючих пристроїв, контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматики.

До обслуговування таких посудин допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та атестацію кваліфікаційної комісії, а також інструктаж із безпеки обслуговування посудин.

Особи, які обслуговують посудини, що працюють під тиском, повинні проходити перевірку знань щорічно, а інженерно-технічні працівники — раз у три роки. Перевірку знань здійснює комісія під головуванням інженера-контролера Держгіртехнагляду. Облік атестації і періодичних перевірок із знання правил та інструкцій Держгіртехнагляду веде механік у спеціальному журналі (форма 15) (табл. 9.1).

Таблиця 9.1. Форма 15

№ з/п	П.І.Б.	Назва кваліфікації	Свідоцтво про складання правил				Дата проведення чергового іспиту		
			№	дата	ким видано	термін дії			

## 9.2. Руїнування та травматизм при вибухах

У процесі вибуху при фізичному чи хімічному перетворенні речовини миттєво виділяється велика кількість енергії.

При вибуху посудин чи систем із надлишковим тиском газу розвивається потужність, Вт:

$$P = W/t, \quad (9.1)$$

де  $W$  — робота вибуху при адіабатичному розширенні газу, Дж;  $t$  — час дії вибуху, з (порядку 0,1).

Робота вибуху:

$$W = \frac{V_{p_1}}{m_a - 1} \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m_a - 1}{m_a}} \right], \quad (9.2)$$

де  $V$  — об'єм посудини (початковий об'єм газу), м<sup>3</sup>;  $p_1$  — початковий тиск газу в посудині, Па;  $p_2$  — кінцевий (атмосферний) тиск газу, Па;  $m_a$  — показник адіабати (наприклад, для повітря  $m_a = 1,41$ ;  $m_a = C_p/C_v$ , де  $C_p$  — гранична теплоємність газу при постійному тиску, Дж/(кг°С));  $C_v$  — те ж, при постійному об'ємі.

При вибуху парового котла в ньому різко знижується тиск і вода, що знаходиться в ньому, миттєво випаровується. Обсяг, який займає ця пара, буде приблизно в 700 разів більший, ніж обсяг води, що випарувалася. Особливо небезпечний вибух посудин з горючими газами, тому що, крім руйнування устаткування і будинків, виникає пожежа.

При вибуху посудин, апаратів і устаткування з надлишковим тиском можливі важкі поранення, переломи кісток, струс мозку тощо.

### 9.3. Парові та водогрійні котли

У будівництві застосовують парові котли з метою отримання пари для теплової обробки залізобетонних виробів і конструкцій.

Для ремонту шин і камер ходового устаткування будівельних і дорожніх машин, вантажних автомобілів використовують парові вулканізаційні апарати, а при направленні зношених деталей у водному середовищі — пароутворювачі.

При недостатній кількості води в котлі стінки котла перегріваються, тому що теплота гарячих газів, яка розрахована на нагрівання і випаровування води, не відводиться. У результаті механічна міцність металу стінок котла зменшується й утворюються випуклості. З підвищенням тиску в котлі в місцях випуклостей з'являються тріщини і котел вибухає.

Вибухи парових котлів — миттєве вивільнення енергії перегрітої води і зниження тиску до атмосферного.

Чим більше води в котлі на одиницю поверхні нагріву, тим більше акумульованої в ній теплоти і тим вибухонебезпечніший котел. Якщо котел правильно спроектований і виготовлений згідно з технічними умовами, при вмілому обслуговуванні та контролі посудина під тиском ніколи не вибухне.

Причинами вибуху можуть бути:

- перевищення розрахункового тиску через несправні запобіжні клапани;
- зниження рівня води, яке призводить до того, що стінки, які нагріваються, перестають охолоджуватися водою;
- зношеність установки через тривалу експлуатацію;
- порушення технічних вимог експлуатації;
- недоліки конструкції і невідповідність матеріалу розрахунковим параметрам.

Парові котли з топкою, котли-утилізатори, котли-бойлери підлягають контролю Держгірнагляду, якщо робочий тиск у них перевищує 68,65 кПа. Водогрійні котли з топкою також підлягають контролю, якщо температура в них більше ніж 115 °С. Установки з тиском меншим за 68,65 кПа підлягають перевірці технічною адміністрацією будівельних підприємств.

В умовах будівництва виникає необхідність у провірочному розрахунку котла при введенні його в експлуатацію. У цьому випадку необхідно керуватися нормами розрахунку, затвердженими Держгірнаглядом України.

З теорії пластичності відомо, що величину граничного тиску для порожніх циліндрів, що піддаються дії внутрішнього тиску (для умови пластичності Сен-Венана-Треска), визначають із рівняння:

$$p^* = 100\sigma_T \ln(d_n / d_g), \text{ Па}, \quad (9.3)$$

де  $\sigma_T$  — межа текучості матеріалу при одноосьовому розтягуванні;  $d_n$  і  $d_g$  — зовнішній і внутрішній діаметри циліндра.

З цієї рівності отримане рівняння для визначення граничного тиску циліндричного елемента:

$$p^* = 200t\sigma_T d_{cp}, \text{ Па} \quad (9.4)$$

За правилами Держгірнагляду, кожний паровий котел обладнується: запобіжними клапанами; манометрами (робочим і контрольним); водовказівними приладами, термометрами; запірним

вентилем і зворотним клапаном на нагрівальній лінії живлення котла водою; спускним вентилем із засувкою.

Кількість запобіжних клапанів, їхні розміри і пропускна здатність повинні бути обрані за такими критеріями: котел паропродуктивністю більше 100 кг/год має бути оснащений не менше ніж двома запобіжними клапанами; на котлах продуктивністю менше 100 кг/год встановлюється один запобіжний клапан.

Сумарна пропускна здатність запобіжних клапанів, установлених на котлі, повинна бути не меншою за годинну продуктивність котла. Запобіжні клапани повинні бути розміщені в місцях, доступних для огляду. Робоче середовище, що виходить із запобіжного клапана, повинно відводитися в безпечне місце.

Постійний контроль рівня води ведуть за двома і більше водовказівними приладами прямої дії. Термометри чи термопари для вимірювання температури води розміщують на живильному трубопроводі, пари — на виході його з котла.

Якщо внаслідок шкідливості середовища в котлі запобіжний клапан не може надійно працювати, то котел повинен бути оснащений запобіжною пластиною, що розривається при перевищенні тиску в котлі не більше ніж на 25 % робочого тиску. Запобіжна пластина (мембрана) може бути встановлена перед запобіжним клапаном за умови, який між ними буде пристрій, що дозволяє контролювати справність пластини.

Усі запобіжні пластини повинні мати заводське клеймо з указівкою тиску, що розриває пластину, і мати спеціальний шифр.

Кожен котел має бути оснащений **манометром**, що встановлюється на штуцері його корпусу, на трубопроводі до запірної апаратури або на пульті керування. Показання манометра повинні бути чітко видні обслуговуючому персоналу. При цьому шкала манометра має знаходитися у вертикальній площині або з нахилом уперед до 30°. Установка манометрів на висоті більше 5 м від рівня майданчика обслуговування забороняється. Номінальний діаметр манометрів, установлених на висоті від 2 до 5 м від майданчика спостереження, повинен бути не меншим за 160 мм. Між манометром і котлом має бути встановлений триходовий кран.

На котлах встановлюються манометри з класом точності не нижче 2,5 і з такою шкалою, щоб межа виміру робочого тиску знаходилася в другій третині шкали. На розподілі, що відповідає робочому тиску в котлі, проводиться червона риска або кріпиться

металева пластина, пофарбована в червоний колір. Манометр заборонено застосовувати, якщо відсутні пломба або клеймо, якщо стрілка манометра не повертається на нульову відмітку при його вимиканні, або якщо розбите скло. Перевірка манометрів і їхнє опломбування повинні проводитися не рідше одного разу на рік. Крім того, не рідше одного разу в півроку підприємством проводиться додаткова перевірка манометрів контрольним манометром із записом результатів у журнал контрольних перевірок.

На кожному виготовленому паровому котлі для постійного спостереження за положенням рівня води повинно бути встановлено не менше двох водовказівників прямої дії. У котлах з паропродуктивністю менше 0,7 т/ч дозволяється заміна одного з водовказівних приладів двома вентилями. Нижній край вентиля встановлюється на рівні нижчого, а верхній — на рівні вищого рівня води, що допускається, у котлі. Внутрішній діаметр вентиля повинен бути не меншим за 8 мм. Водовказівний прилад конструюється так, щоб можна було замінити скло або корпус при експлуатації котла. На водовказівних приладах, проти нижчого рівня води, що допускається, у котлі має бути встановлений нерухомий металевий покажчик з написом “Нижчий рівень”. Цей рівень повинен бути не менше ніж на 25 мм вищий, ніж нижній видимий край скла. Якщо відстань від майданчика, з якого ведеться спостереження, до водовказівних приладів прямої дії більше 6 м, то встановлюються два надійних дистанційних покажчики рівня води.

Запірна арматура повинна встановлюватися на трубопроводах, що підводять і відводять із судини пару, газ чи рідину. При послідовному з'єднанні декількох судин установка запірної арматури між ними не обов'язкова. Забороняється встановлювати запірну арматуру між судиною і запобіжним клапаном. На маховиках запірної арматури треба зазначати напрямок відкривання і закриття. При вибухонебезпечному середовищі або сильнодіючих отрутах на лініях підводу чи відводу ставиться зворотний клапан, що автоматично закривається тиском з котла. Зворотний клапан повинен встановлюватися між насосом (компресором) і запірною арматурою. Запірна арматура повинна мати чітке маркування (завод-виробник, умовний прохід, умовний тиск, напрямок потоку середовища).

За манометром контролюють фактичний тиск пари в котлі, пароперегрівнику чи економайзері. Граничний робочий тиск, що

допускається в цьому котлі, відзначено на шкалі манометра червоною ризикою. Манометри періодично перевіряють і пломбують.

Запобіжні клапани проектують для захисту котлів від перевищення в них тиску понад 10 % розрахункового.

Для виготовлення котлів необхідно отримати дозвіл відповідних органів. Змонтований паровий котел до запускання в експлуатацію пред'являють для реєстрації місцевому органу. Технічний огляд парового котла має на меті встановити безпеку експлуатації котла і виконується згідно з зазначеними Правилами.

Котельні не повинні примикати до житлових і громадських будинків, а також розташовуватися всередині цих будинків (вбудовані у приміщення). Примикання котельнь до виробничих приміщень допускається за умови відділення їх протипожежною стінкою з межею вогнестійкості не менше 4.

Водогрійні котли в будівництві застосовують для обігріву тимчасових побутових, житлових і виробничих приміщень, а також для підігріву піску і гравію. Для експлуатації водогрійних котлів поширюються ті ж Правила, що й для парових котлів.

## 9.4. Компресорні станції

При неправильній експлуатації повітряних поршневих компресорів і повітрозбірників вони можуть вибухати через:

- перегрів стінок компресора;
- загоряння і вибух парів мастила;
- перевищення допустимого тиску;
- засмоктування забрудненого повітря;
- несправні пристрої безпеки.

Крім того, на корпусі компресора може виникнути статична електрика.

Термодинамічний процес повітряного поршневого компресора характеризується рівнянням політропи:

$$pV^{m_{II}} = const, \quad (9.4)$$

де  $p$  — тиск;  $V$  — об'єм;  $m_{II}$  — показник політропи, рівний 1,2—1,4.

Цей процес проходить при змінних об'ємі, тиску, температурі й теплообміні. Перевищення розрахункового тиску і температури

може призвести до руйнування металу і вибуху компресора чи повітрязбірника.

Контроль і регулювання величини тиску стисненого повітря в компресорі ведуть за допомогою запобіжних клапанів і автоматичного регулятора тиску, який при тиску більше допустимого переводить компресор на холостий хід.

Схема установки приладів безпеки на пересувній повітряно-компресорній станції показана на рис. 9.1.

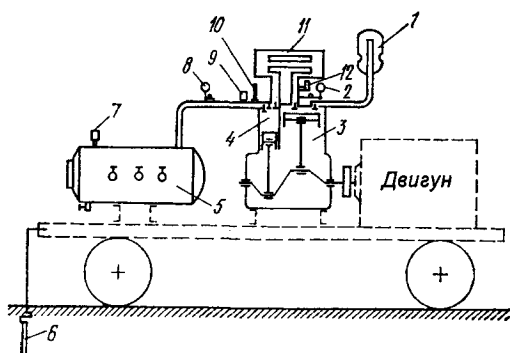


Рис. 9.1. Схема установки приладів безпеки на пересувній повітряно-компресорній станції

Атмосферне повітря, що засмоктується у компресор через повітроочисник 1, надходить у циліндр 3 першого ступеня стиснення, далі в проміжний холодильник 11 і потім у циліндр 4 другого ступеня стиснення. На повітропроводах першого і другого ступенів стиснення повітря встановлюють манометри 2 і 8, запобіжні клапани 12 і 9 і термометр 10 на останньому ступені стиснення повітря. Запобіжний клапан 7 також установлений на повітрязбірнику 5.

Температура газу, а також повітря, що нагрівається при стисканні його компресором:

$$t_2 = t_1 (p_2 / p_1)^{(m_{II}-1)/m_{II}}, \quad (9.5)$$

де  $t_2$  — абсолютна температура газу після стиснення, °С;  $t_1$  — те ж, до стиснення, °С;  $p_1$  — тиск газу до стиснення, Па;  $p_2$  — те ж, після стиснення, Па;  $m_{II}$  — показник політропи.



При адіабатичному процесі стискання (без охолодження) температура повітря, що підрахована за цією формулою при тиску 0,1 МПа складе 86 °С; при 0,5 МПа — 221 °С; при 1,0 МПа — 290 °С і при 5,0 МПа — 563 °С, тобто температура стиснутого повітря збільшується зі збільшенням тиску.

Враховуючи зростання температури стиснутого повітря, а також властивості металу і мастил, можна зробити такі висновки: при тиску 1,0 МПа метал, з якого виготовлений компресор, нагрівається до 290 °С і первісна механічна міцність його буде знижуватися. При подальшому підвищенні тиску метал руйнується і відбувається вибух компресора; при тиску 0,5 МПа температура досягає 221 °С, мастило починає випаровуватися й окислятися з утворенням нагару і вибухонебезпечної суміші, що призводять до вибуху.

Для попередження вибуху в компресорних станціях передбачають повітряне чи водяне охолодження стиснутого повітря і застосовують спеціальне компресорне масло з температурою спалаху не нижче 216 °С.

При охолодженні компресора стиснене повітря характеризується ізотермічним процесом. Інтенсивність охолодження компресора повинна відповідати умові, за якої максимальна температура стиснутого повітря повинна бути не вищою 160 °С для одноциліндрових компресорів і 140 °С — для багатопциліндрових.

Циліндри компресорів змазують спеціальним мастилом із температурою спалаху не менше 216—240 °С і температурою самозагоряння більше 400 °С. Температура спалаху мастильного масла повинна бути вищою за температуру стиснутого повітря не менше ніж на 55—75 °С.

Компресорне мастило повинно мати заводський паспорт-сертифікат.

З метою пом'якшення пульсацій тиску стиснутого повітря, яке поступає від компресора, і зменшення коливання тиску в споживачів повітря (наприклад, у пневматичних ручних машинах поблизу компресора (див. рис. 9.1) встановлюють повітрярозбірник 5 з манометром 8 і запобіжним клапаном 7. Повітрярозбірник не дозволяється встановлювати всередині будинку через можливість його вибуху.

До подачі повітря в порожнини циліндрів його потрібно очистити від пилу, брызків мастила, водяної пари, окалини й інших

включень. У протилежному випадку в компресорі від тертя утвориться заряд статичної електрики, причому довжина електричної іскри може досягати 20 мм. Для захисту компресора від статичної електрики влаштовують заземлення б.

## 9.5. Ацетиленові генератори

У будівельних організаціях для отримання газоподібного ацетилену шляхом розкладу карбіду кальцію водою звичайно застосовують пересувні ацетиленові генератори (табл. 9.2). Використання карбідного пилу розміром частинок менше 20 мм заборонено, оскільки це може призвести до вибуху.

*Таблиця 9.2. Технічні характеристики пересувних генераторів систем "ВВ" (за даними заводів-виробників)*

Генератор	Робочий тиск, мПа	Одночасне завантаження карбіду	Маса генератора, кг	
			без води карбіду	у зарядженому стані
ГНВ-1,25	0,0026—0,008	4	42	130
АНВ-1,25-73	0,0015—0,0025	4	42	136
АСМ-125-3	0,01—0,07	2,2	18	25
АСМ-1-66	0,01—0,07	2	22	37
АСВ-1,25	0,01—0,07	3	19	27
ГВП-1,25М	0,08—0,015	4	50	105
АСП-1,25-6	0,01—0,07	3,5	21	25
АМВ-1,25	0,01—0,07	3,5	21	25

На кожному ацетиленовий генератор повинен бути паспорт і затверджена головним інженером підприємства інструкція з експлуатації. На ньому повинна бути табличка (бірка) із зазначенням організації — власниці апарата і дата випробування, а також червоним кольором напис "Вогненебезпечно".

При експлуатації газозварювальних апаратів необхідно дотримуватися таких основних вимог: температура навколишнього середовища, при якій допускається робота пересувних генераторів, від  $-25$  до  $+40$  °С, розпад карбіду кальцію повинен регулюватися автоматично залежно від витрати газу, у генераторі не повинно бути деталей і арматури зі сплавів із вмістом понад 70 % міді, а також

пристроїв, що при роботі утворюють іскри; для видалення залишків повітря у генераторах повинна бути передбачена продувка всіх місткостей до заповнення їх ацетиленом; конструкція генератора повинна забезпечити достатнє охолодження у зоні реакції, щоб температура води погашеного вапна у ній не перевищувала  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а ацетилену —  $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При недбалій газовогневій обробці металу можливий вибух ацетиленового генератора, якщо в мундштуці ацетилено-кисневого пальника відсутній кисень і є незначний тиск ацетилену. У цьому випадку при зворотному ударі полум'я газу потрапляє в ацетиленовий шланг і далі в генератор, де ацетилен і вибухає. Для запобігання зворотного удару в газогенератор між ним і пальником встановлюють запобіжний пристрій — водяний затвор. Схема пристрою водяного затвору низького тиску ( $0,01\text{ Па}$ ) показана на рис. 9.2.

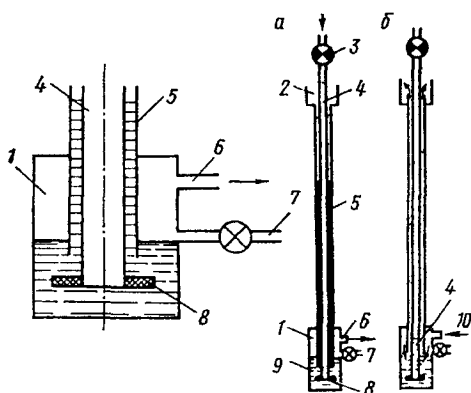


Рис. 9.2. Схема пристрою водяного затвору низького тиску: а — положення при заливці води; б — при зворотному ударі

У корпус 1 (рис. 9.2, а) через ліжку 2 заливають воду до рівня контрольного крану 7. При відкритті вентиля 3 газ виходить із трубки 4 через розсікач 8, потім проходить через шар води 9 і надходить у корпус 1 і далі через ніпель 6 у шланг до пальника. Газ, який проходить, підвищує тиск у корпусі 1, внаслідок чого частина води витісняється і заповнює зазор між трубками 4 і 5. Цей водяний зазор перешкоджає виходу ацетилену в атмосферу.

При зворотному ударі вогню в напрямку 10 (рис. 9.2, б) тиск у корпусі 1 перевищить тиск від газу і вода витісниться в трубку 4. З пониженням рівня води в корпусі 1 кінець трубки 5 оголиться і тиск газу буде знижений унаслідок виходу його через лійку 2 в атмосферу.

Затвор не повинен пропускати в ацетиленові генератори і в ацетиленові шланги кисень, який за несправної газозварювальної апаратури може випадково проникнути в гумові рукави й створити вибухонебезпечну ацетилено-повітряну суміш. Застережні затвори затримують полум'я зворотного удару тільки в тому випадку, якщо вода в них знаходиться не нижче рівня контрольного крану. Тому рівень води в затворі необхідно перевіряти через 2 год (з виключеною подачею ацетилену), а також після перезарядки генератора.

При температурі нижчій за нуль у затвор ацетиленового генератора заливають незамерзаючу рідину, в склад якої входить розчин етилонгліколю, хлористого кальцію, хлористого натрію чи гліцерин. Замерзлу воду в затворі відігрівають гарячою водою чи паром.

Якщо для газового різання металів замість ацетилену застосовують рідке пальне (наприклад, гас), можливий зворотний удар вогню в кисневий шланг. У цьому випадку на кисневому штуцері встановлюють зворотний клапан. При зворотному ударі вибухова хвиля гаситься в корпусі цього клапана і не проникає в кисневий шланг.

Запобіжний клапан генератора, призначений для випуску в атмосферу надлишку газу, повинен повністю відкриватися й закриватися при тиску, що відповідно на 15 % і 5—10 % перевищує максимальний робочий тиск. Перевіряють цей клапан у період запускання генератора в роботу чи під час перерв у доборі газу. Запобіжний клапан повинен бути опломбований заводом-виробником, який виконує його регулювання після виготовлення чи ремонту генератора.

Ацетиленові генератори виготовляють на підприємствах, що мають спеціальний дозвіл. Використовувати саморобні генератори чи вносити зміни у конструкцію апаратів і запобіжних затворів заборонено.

## 9.6. Балони для стиснутих, зріджених і розчинених газів

До котлів, що працюють під тиском, належать: котли і балони з тиском більше 68,65 кПа; цистерни і бочки з тиском більше 68,65 кПа при температурі до 50 °С; котли і цистерни, що працюють без тиску, але опорожнюються під тиском 68,65 кПа. До запускання в роботу, крім вищеперерахованих котлів, реєстрації Держгірнагляду підлягають:

- котли, що працюють під тиском неотруйних, неїдких і невибухонебезпечних середовищ з температурою стінок більше 200 °С;
- котли з отруйними і вибухонебезпечними речовинами з температурою стінок більше 200 °С;
- балони місткістю більш 100 л для транспортування і збереження стиснених, зріджених і розчинних газів.

Котли, що працюють під тиском, обладнуються так само, як і котли, запобіжними клапанами, манометрами, термометрами, вентилями тощо. Вимоги, що висуваються до них, в основному, однакові, проте є і відмінності.

Безшовні стандартні балони:

- місткістю від 12 до 55 л при втраті в масі від 7,5 до 10 % або при зміні місткості на 1,5—2 % переводяться на тиск нижче встановленого на 15 %;
- при втраті в масі 10—15 % і збільшенні місткості на 2—2,5 % балони переводяться на тиск нижче встановленого на 50 %;
- при втраті в масі 15—20 % і збільшенні місткості в межах 2,5—3 % балони допускаються до роботи при тиску не більше 588 399 Па;
- при втраті в масі більше 20 % і збільшенні місткості більше 3 % балони бракуються.

При газовогневій обробці металів (зварювання і різання, металізація і напилювання порошкових матеріалів) застосовують кисень, стиснене повітря, ацетилен й інші гази. Для збереження, транспортування і використання цих газів використовують балони. Балони працюють під тиском до 15 МПа, і у випадку вибуху від хвилі миттєво розширюваного газу шматочки їх розлітають-

ся. Особливо небезпечний вибух балонів з горючим газом, що викликає пожежі.

Причинами вибухів балонів можуть бути підвищений тиск у балонах зі стисненим повітрям, удари по балону, нагрів чи переохолодження балона, нагромадження в балоні металевих частинок, потрапляння в балон жирючих речовин і тривале зберігання газу в балоні без його витрати.

Граничний робочий тиск у балоні приймають для стиснутих і розчинених газів при температурі  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  і для зріджених газів при температурі  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Якщо температура балона значно перевищує ці межі, тиск усередині балона може перевищити допустимий, і тоді неминучий вибух балона.

Для балонів зі зрідженими газами зростання тиску в зв'язку з підвищенням температури балона:

$$p = (\alpha / \beta) \Delta t, \quad (9.6)$$

де  $\Delta t$  — різниця температур,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\alpha$  — коефіцієнт теплового об'ємного розширення газу;  $\beta$  — коефіцієнт об'ємного стиску газу.

Для балонів, що мають тиск 15 МПа при температурі  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , зміну тиску у зв'язку з нагріванням газів від оболонки балона наведено нижче в табл. 9.3.

**Таблиця 9.3. Зміна тиску в зв'язку з нагріванням балонів**

Температура, $^{\circ}\text{C}$	-20	0	+20	40	80	100	140	180
Тиск у балонах, МПа	13	14	15	16	19	20	22	24

Балони потрібно охороняти від нагрівання сонячною радіацією і від будь-яких джерел тепла, у першу чергу, від нагрівальних приладів.

Ацетилен при стискуванні полімеризується. Для виключення самовільного вибуху ацетиленові балони заповнюють пористою капілярною масою, просоченою ацетоном. За наявності цієї маси вибухове рокладання ацетилену не поширюється по усьому балону, тому що молекули ацетону роз'єднують молекули ацетилену.

Балони для ацетилену при огляді випробовують азотом під тиском 3 432 327 Па (чистота азоту повинна бути не менше 97 %). При цьому балони повинні бути занурені у воду на глибину не

менше 1 м. При тривалому збереженні наповнених газом балонів огляду вибірково піддається не менше 5 шт. з партії в 100 балонів; 10 — з 500; 20 — більше 500 балонів. При задовільних результатах термін збереження встановлюється не більше ніж 2 роки.

Балони з газом, які встановлені в приміщеннях, повинні знаходитися від радіаторів опалення на відстані не менше 1 м, а від джерел тепла з відкритим вогнем — не менше 5 м. У зварювальній майстерні допускається мати по одному запасному балону з киснем і ацетиленом.

Балони зі всіма отруйними газами можуть зберігатися (див. Розділ 1) як у спеціальних приміщеннях, так і на відкритому повітрі за умови захисту від атмосферних опадів і сонячних променів. Складське збереження в одному приміщенні балонів з киснем і пальними газами забороняється. При укладанні балонів у штабелі висота останніх не повинна перевищувати 1,5 м, вентилі повинні бути звернені в один бік. Склади для збереження балонів варто будувати одноповерховими з покриттями легкого типу без горючих приміщень. Стіни, перегородки, покриття складів повинні бути з матеріалів, що не горять, не нижче II ступеня вогнестійкості; вікна і двері мають відчинятися назовні; віконні і дверні скла повинні бути матовими чи зафарбованими білою фарбою. Склади повинні мати штучну чи природну вентиляцію. Підлоги складів необхідно робити рівними з неслизькою поверхнею.

Склади поділяються на відсіки для збереження не більше 500 балонів (по 40 л) з пальними чи отруйними газами і не більше 1000 балонів з неотруйними і непальними газами. Кожен відсік має самостійний вихід назовні, балони переміщуються на спеціально обладнаних для цього візках чи інших засобах.

Транспортування і збереження стандартних балонів місткістю більше 12 л виробляється з наверненими ковпачками. Перевозити наповнені балони можна тільки на ресорних транспортних засобах. Як прокладки застосовують дерев'яні бруски з вирізаними для балонів гніздами, а також одягають на балон мотузкові чи гумові кільця товщиною не менше 26 мм (по два кільця на кожен балон) чи інші прокладки, що оберігають від ударів. Усі балони під час перевезення укладають поперек кузовів автомашин вентилями в один бік. Балони можна перевозити й у вертикальному положенні.

## **9.7. Техніка безпеки при виконанні робіт у каналізаційній мережі, мережі теплогазопостачання, колодязях, резервуарах**

Безпечна робота при спорудженні резервуарів, колодязів досягається, з одного боку, розробленням якісного проекту проведення робіт, а з іншого — правильною і чіткою організацією робочого місця з урахуванням виділення шкідливих і отруйних речовин під час цих робіт. Роботи в колодязях, резервуарах проводить бригада в складі трьох осіб — бригадира і двох робітників (один для роботи в колодязі, другий — для роботи на поверхні, третій — для спостереження й у випадку потреби надання допомоги працюючому в колодязі). Доручати робітнику, що спостерігає, виконувати будь-які інші роботи з моменту встановлення знаків і огороження до закриття кришки люка, зняття знаків і огорожень категорично забороняється.

Один робітник працює в колодязі, другий тримає кінець страхувальної мотузки. Потім вони міняються місцями. Працювати в колодязі можна не більше 45 хв, після чого надається відпочинок поза його межами на 15 хв. Робота в колодязі в протигазі з викидним шлангом без перерви дозволяється не більше 10 хв. Категорично забороняється спускатися в колодязь без запобіжного пояса незалежно від того, чи є в колодязі газ, чи ні.

У теплових мережах газонебезпечні роботи повинні виконуватися під безпосереднім керівництвом інженерно-технічного працівника; винятки складають ремонтні роботи без застосування зварювання і газового різання на газопроводах з максимальним діаметром 32 мм при тиску газу не більше 1,981 нПа.

При роботах у колекторах і каналах бригада складається з п'яти осіб (двоє робітників — у колекторі, оснащені кисневими ізолюючими протигазами СТОСІВ-5 чи СТОСІВ-7 і лампою у вибухобезпечному виконанні на 12 В; один страхувальник за ними — у колодязі, ближньому до місця роботи; цей робітник забезпечується шланговим протигазом ПШ-1 чи ГШ-2, один робітник і старший групи знаходяться на поверхні). Якщо під час виконання робіт на об'єкті присутні старші за посадою особи, то вони дають свої вказівки тільки через керівника робіт.



В оснащення бригади з трьох осіб, які виконують роботи в колодязях, камерах, колекторах, входять:

- а) два запобіжних лямочних пояси, які випробувані навантаженням 1960 Н, і мотузка, яка випробувана на розривне зусилля 11 760 Н; довжина мотузки (троса) повинна бути на 3 м більше за глибину колодязя; пояси повинні мати наплечні ремені з кільцем на їхньому перетинанні збоку для прив'язування мотузки;
- б) два кисневих ізолюючих (СТОСИ-7) або шлангових проти-газа (ПШ-1 чи ПШ-2) зі шлангом довжиною, що перевищує глибину колодязя на 2 м;
- в) два газоаналізатори і дві бензинові лампи ЛБВК; лампи до видачі бригаді заправляють, перевіряють на герметичність і пломбують;
- г) два акумуляторних ліхтарі напругою не вище 12 В; замінювати такий ліхтар джерелом світла з відкритим вогнем забороняється;
- г) вентилятор;
- д) гачки і ломы для відкривання кришок колодязів, інструменти, спецодяг. У загазованому середовищі треба застосовувати гачки, лампи, молотки і кувалди з кольорового металу, а якщо таких немає, то інструмент необхідно змазувати тавотом, солідолом або іншими консистентними мастилами для попередження утворення іскри. Застосування електродрелей та інших електричних інструментів, що дають іскріння, забороняється. Робітники, що виконують газонебезпечні роботи в колодязі, резервуарі й інших подібних місцях, повинні бути у взутті без сталевих підковок і цвяхів (або на взуття одягають галоші);
- е) огорожувальні переносні знаки (попереджувочі й забороняючі) і сигнальні ліхтарі, які використовуються в нічний час; огороження. При роботі вдень застосовується знак у вигляді плоского трикутника, пофарбованого в білий колір і підкресленого червоною смужкою; цей знак установлюється на розсувній металевій тринозі. При роботі в нічний час до тринози прикріплюється сигнальний ліхтар з лінзою червоного кольору.

До початку робіт керівники зобов'язані під розписку проінструктувати робітників щодо умов їх праці і вимагати від них

дотримання правил безпеки й інструкцій. Робітники перед роботою встановлюють огородження колодязя і попереджувачий знак (з лінзою червоного кольору) на відстані 5 м від колодязя проти руху транспорту. При роботі в колодязі в зимовий час майданчик навколо люка необхідно ретельно очистити від снігу чи льоду і посипати піском. Інструмент, матеріали й інвентар для роботи розташовуються не ближче 1 м від люка (устя), щоб виключити їх падіння в колодязь. При розташуванні колодязя поблизу трамвайних і залізничних колій забороняється складати матеріали й інвентар на відстані ближче 2 м від шляхів. Відкривати кришку колодязя можна тільки за допомогою спеціального гачка; братися за край кришки руками забороняється. При перевірці на загазованість один бік кришки варто підняти на 50—80 мм і під кришку вставити дерев'яну накладку.

Аналіз складу газу проводять за допомогою газоаналізатора. Категорично забороняється кидати в колодязь запалені сірники, папір і спускати запалені свічу чи ліхтар, щоб установити наявність газу. Аби уникнути вибуху, забороняється курити і застосовувати відкритий вогонь у колодязі, над відкритим колодязем і поблизу його.

Провітрювати колодязі для видалення газу можна декількома способами. Природне провітрювання здійснюється відкриттям кришок сусідніх (розташованих вище і нижче) колодязів. Провітрювання можна також здійснювати за допомогою вентиляторів різних типів і компресорів. Шланг від працюючого вентилятора і компресора вводиться в колодязь дуже повільно зверху вниз, щоб уникнути утворення вибухових концентрацій. Видалення газу з колодязя можна досягти методом затоплення його водою з подальшим відкачуванням.

Склад повітря перевіряється газоаналізатором або лампою ЛБВК. Якщо шкідливі гази не вдається видалити цілком, то дозволяється спускатися в колодязь тільки з запобіжним поясом і в протигазі ПШ-1 з відкидним шлангом, що виходить на поверхню землі на 2 м убік від люка з навітряного боку. Робітник, що спускається в колодязь, одягає запобіжний лямочний пояс і підганяє його так, щоб кільце розташовувалося не нижче лопаток; мотузку з кільцем з'єднують шляхом уплітання.

Перед спусканням у колодязь (камеру) необхідно перевірити наявність і цілісність ходових скоб і міцність їхнього закладення.

Після виконання всіх заходів робітник спускається в колодезь, а другий його страхує. Страхування полягає в тому, щоб робітник, який перебуває на поверхні, тримав страхувальний канат під невеликим натягом і знаходився в 1 м від устя люка з навітряного боку. Таке розташування робітника виключає отруєння його газами, що виходять з колодезя. Натяг каната не повинен заважати працювати в колодезі. Він дає можливість відчутти небезпеку за зміною натягу каната при нещасному випадку.

Якщо газ з колодезя повністю не вилучений, забороняється здійснювати операції, що можуть викликати утворення іскор (не можна бити молотком по металу, довбати бруктом бетон тощо). При роботах у колодезях, котлованах і траншеях слід стежити за напрямком вітру; робітники повинні бути з навітряного боку.

Між робітниками, що працюють у колодезі, і тими, що на поверхні, повинен бути встановлений зв'язок за допомогою сигнального чи страхувального троса (каната). Після закінчення робіт і підйому робітника, кришка люка відразу закривається, забирається інструмент і матеріали, знімаються огородження, знаки, і тільки після цього старший (майстер-бригадир) припиняє спостереження за робочим місцем.

Перевірка щільності місць з'єднання газопроводів і урізань, а також відшукування місць витоків газу на підземних і внутрішніх газопроводах та на іншому внутрібудинковому газовому устаткуванні здійснюється тільки мильною емульсією. Перевірка вогнем категорично забороняється. При роз'єднанні трубопроводу, знятті різної арматури, контрольно-вимірювальних приладів необхідно працювати в рукавицях і користуватися захисними чи екранними щитками для захисту від можливого прориву струменів гарячої води чи пари. Розбирання арматури, різьбових і фланцевих з'єднань газопроводів, резервуарів зрідженого газу повинно проводитися після продування їх повітрям чи інертним газом. За неможливості продування допускається виконання зазначених робіт при тиску газу, який не перевищує 1,18 кПа (120 мм вод. ст.). Розбирання нарізних сполучень конденсатозбірників середнього і високого тиску допускаються при тиску газу не вище 98,07 кПа (1 ата). Газопроводи, що перебувають під тиском, демонтувати забороняється. Проводити демонтаж можна тільки після видалення з газопроводів газу шляхом ретельного продування і подальшого аналізу повітря, що залишилося.

За наявності вибухонебезпечного газу проводити зварювальні роботи не дозволяється. Кришка люка під час газового зварювання і різання повинна бути знятою. У випадку заpalення газу при витоку його з газопроводу низького тиску гасіння полум'я проводиться методами:

- замазування місця виходу газу глиною;
- накидання на полум'я брезентів;
- збивання полум'я струменем води чи потоком інертного газу (азоту, вуглекислого газу) тиском 392,27— 588,39 кПа.

На газопроводах високого і середнього тиску гасіння полум'я здійснюється шляхом часткового закриття засувок для зниження тиску газу до 0,39 кПа, після чого полум'я обов'язково гаситься одним із вищезазначених засобів.

## 9.8. Газобалонні установки для автомобілів

Суттєвою перевагою газобалонних автомобілів перед автомобілями, що працюють на рідкому паливі, є зменшення забруднення навколишнього середовища токсичними компонентами. Це відбувається в зв'язку з досконалішим сумішеутворенням і повнішим згорянням горючої суміші, ніж на рідкому паливі.

Недоліком газобалонних автомобілів є можливість витікання газу із системи живлення, у зв'язку з чим висувають підвищені вимоги до приміщень із пожежо- і вибухонебезпеки при обслуговуванні і ремонті газобалонної установки.

Зазвичай для газобалонних автомобілів застосовують зріджені вуглеводневі гази (результат перегонки нафти), стиснені (природні) гази і рідкий метан. Зараз найчастіше застосовують зріджені гази.

Для живлення автомобільного двигуна газоподібним паливом монтують газобалонну установку.

Схема газобалонної установки для стисненого газу представлена на рис. 9.3, а. У балоні 1 стиснений газ зберігається під тиском 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>). Наповняються балони через вентиль 11 і газопровід високого тиску. Надходить газ у двигун через нагрівач газу 9.

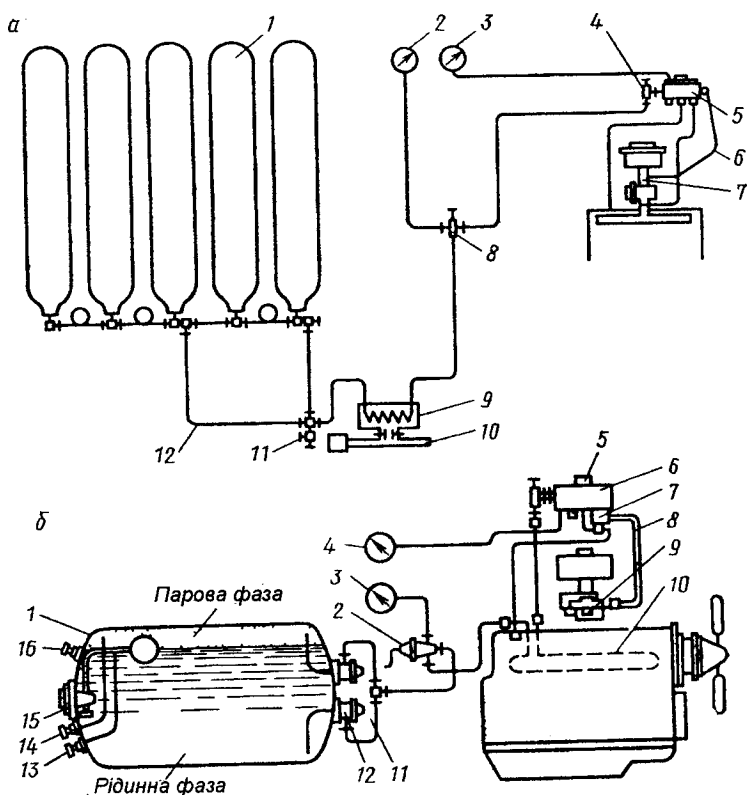


Рис. 9.3. Схеми газобалонних установок для: а — стисненого; б — зрідженого газу

Попередній підігрів газу дозволяє уникнути виникнення конденсату вологи в газопроводах і замерзання його при низьких температурах. Нагрівач працює від відпрацьованих газів вихлопної труби 10. Вентиль 8 знаходиться в кабіні водія і призначений для перекриття газової магістралі на стоянках автомобіля. За допомогою манометра 2 контролюється високий тиск газу в балонах. Попереднє очищення газу відбувається в сітчастому фільтрі 4. У редукторі 5 тиск газу знижується до 1 МПа. Манометр 3 показує тиск газу першого ступеня редуктора. По шлангу 6 газ надходить у карбюратор-змішувач 7, де відбувається змішування газу з повітрям і утворення газоповітряної горючої суміші для живлення двигуна.

Для зрідженого газу схема газобалонної установки показана на рис. 9.3, б. Балон для газу 1 розрахований на тиск 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>). Зріджений газ знаходиться в балоні в рідкій і паровій фазі. Заправляється балон через наповнюючий клапан 16. На балоні є показники рівня наповнення балона 13, рівня рідини 15, запобіжний клапан 14 і розхідні вентилі — паровий 11 і рідинний 12 для живлення двигуна паровою чи рідинною фазою газу. Вентиль 2 призначений для перекриття газової магістралі і знаходиться в кабіні водія. Манометр 3 показує тиск у балоні, а манометр 4 — тиск газу першого ступеня редуктора 6. Після магістрального вентиля 2 газ надходить у випарник 10, де в змійовику циркулює гаряча рідина із системи охолодження двигуна, і зріджений газ з рідкого стану цілком переходить у пароподібний і очищається в газовому фільтрі 5. Далі газ потрапляє в редуктор 6, де відбувається двоступеневе зниження тиску до величини, близької до атмосферного тиску. З редуктора газ надходить у дозуючий економайзерний пристрій 7 і далі по газопроводу 8 до карбюратора-змішувача 9, де газ змішується з повітрям, створюючи горючу суміш для циліндрів двигуна.

Згідно з “Положенням про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту”, перевірка спрацювання запобіжного клапана газового балона і продування газопроводів стисненим повітрям передбачені один раз на шість місяців; ревізію газової апаратури, магістрального вентиля, манометрів і арматури балона здійснюють один раз на рік, а гідравлічне випробування газового балона з подальшим нанесенням клейма з терміном наступного огляду — один раз на два роки.

Пожежо- і вибухонебезпечність зріджених нафтових газів вища, ніж рідкого палива. Крім того, цей газ у 1,5—2,0 рази важчий за повітря, тому при витоку з газобалонної установки газ збирається в низьких і непровітрюваних місцях, створюючи тим самим умови вибухонебезпечної ситуації.

У приміщенні, де проводиться технічне обслуговування газових балонних автомобілів, повинна бути приточно-витяжна вентиляція, забороняється застосовувати відкритий вогонь і виконувати роботи, пов'язані з іскроутворенням. При витоку з балона зріджений газ швидко випаровується з інтенсивним поглинанням тепла, а потрапляючи на шкіру людини, викликає обмороження, схоже на опік.

## **Питання для перевірки засвоєння матеріалу**

1. Які котли відносять до тих, що працюють під тиском?
2. Як розраховується потужність, що розвивається при вибуху посудин чи систем з надлишковим тиском газу?
3. Наведіть причини вибуху посудин, які працюють під тиском.
4. При перевищенні понад яке значення спрацьовують запобіжні клапани?
5. Поясніть принцип роботи ацетиленових генераторів.
6. Яких основних вимог необхідно дотримуватися при експлуатації газозварювальних апаратів?
7. Як проводиться транспортування і збереження стандартних балонів під тиском?
8. Які Ви знаєте недоліки газобалонних автомобілів?

---

## Розділ 10

# ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧУКУ

### 10.1. Дія електричного струму на організм людини

Сучасний будівельний майданчик не можна уявити без кранів, механізмів і механізованого інструмента, які приводяться в дію електричним струмом. Широке розповсюдження електричний струм отримав при прогріванні бетону, кам'яній кладці, штукатуренні, розмороженні ґрунту, а також при освітленні будівельного майданчика.

Порушення правил електробезпеки при використанні будівельних машин, ручних машин і механізмів, тобто безпосереднє стикання зі струмоведучими частинами та електрообладнанням, яке знаходиться під напругою, створює небезпеку ураження людини електричним струмом.

Дія електричного струму викликає в організмі низку складних рефлекторних змін: втрату свідомості, параліч дихальних центрів, незворотні явища в клітинах людини, розлад нервової системи. Крім того, дія електричного струму, незалежно від його виду, викликає тепловий ефект — опіки, ступінь важкості яких визначається величиною струму, який проходить через тіло, а також часом його дії.

Електричний опік буває двох видів: струмовий (контактний) і дуговий. Перший обумовлений проходженням струму напругою до 2 кВт через тіло внаслідок контакту із струмоведучою частиною і зазвичай призводить до опіків I (почервоніння шкіри) і II (утворення водянок) ступенів. При більш високій напрузі між струмоведучою частиною і тілом людини виникає електрична дуга температурою понад 3500 °С, яка спричиняє дуговий опік. Дугові



опіки, зазвичай, важкі — III (омертвіння всієї товщі шкіри) і IV (обвуглювання тканин) ступенів.

Електричні знаки мають вигляд плями сірого чи блідо-жовтого кольору (а також подряпини, рани тощо) на поверхні шкіри людини, яка наразилась на дію електричного струму.

Металізація шкіри, яка виникає при коротких замиканнях і вимкнених рубильниках під навантаженням, спричиняє проникання в поверхневі шари шкіри частинок металу, які розплавлялись під дією електричної дуги.

Механічні пошкодження (шкіри, судин, суглобів, синці, переломи тощо) є наслідком різних судомних скорочень м'язів під дією електричного струму, що проходить через тіло людини.

Електричні удари за ступенем важкості поділяються на чотири ступені та характеризуються:

I — спазмовим скороченням м'язів, втратою свідомості, але збереженим диханням і роботою серця;

II — спазмовим скороченням м'язів без втрати свідомості;

III — втратою свідомості чи (і) порушенням серцевої діяльності;

IV — відсутністю дихання, кровообігу і клінічною (“уявною”) смертю тривалістю до 5—8 хв.

Дія електричного струму може викликати також фізико-хімічні (електроліз — розкладення крові) й біофізичні (розрив тканин) процеси. За законом Ома, сила струму в електричній мережі прямо пропорційна напрузі й обернено пропорційна опору провідника, тобто ступінь небезпеки ураження електричним струмом залежить від його напруги та умов, у яких перебуває людина.

Опір тіла людини проходженню струму різний і залежить від низки чинників: від стану людини (збудження, втомлюваності), площі контакту з провідником, сили і тривалості проходження струму, роду струму (змінний, постійний), частоти змінного струму, напруги, шляху проходження струму в організмі, стану шкіри, а також схеми ввімкнення тіла в електричну мережу. Найбільший опір має суха, неушкоджена шкіра (до  $2 \times 10^6$  Ом/см<sup>2</sup>).

За даними багатьох дослідників, загальний опір тіла людини можна в середньому прийняти за  $1 \times 10^3$  Ом. Чим більша площа контакту і чим триваліша дія струму, тим більше збільшується його загальна провідність. Через 30 секунд опір тіла людини протіканню струму зменшується приблизно на 25 %, а через 90 секунд — на 70 %.

Для організму людини змінний струм з частотою 50 Гц більше небезпечний порівняно зі струмами іншої частоти і постійним струмом. Особливості дії електричного струму на організм людини (шлях струму "рука — рука") залежно від його величини наведені в табл. 10.1.

Таблиця 10.1. Вплив електричного струму на організм людини

Сила струму, мА	Характер дії струму	
	змінний струм з частотою 50 Гц	постійний струм
1	2	3
Відчутний струм		
0,6 — 1,5	Слабке свербіння і пощипування шкіри під електродами	Не відчувається
2,0 — 4,0	Струм відчувається і на зап'ясті руки, ледь зводить руку	Не відчувається
Відчутний струм		
4,5 — 7,0	Больові відчуття посилюються у всій кисті, супроводжуються судомами; слабкі болі у всій руці, аж до передпліччя	Відчуття нагрівання шкіри під електродом
7,5 — 10	Сильні болі і судоми у всій руці, разом із передпліччям. Руки важко, але ще можна відірвати від електродів	Посилення відчуття нагрівання
Пороговий невідпускний струм		
10 — 15	Руки неможливо відірвати від електродів. Нестерпні болі у всій руці; із збільшенням протяжності перебігу струму болі посилюються	Значне посилення відчуття нагрівання під електродами та у прилеглих ділянках шкіри
20 — 25	Руки паралізуються миттєво, неможливо відірватися від електродів. Сильні болі, дихання ускладнене	Відчуття сильного нагрівання шкіри, відчуття внутрішнього нагрівання і незначні скорочення м'язів рук
Небезпечний струм		
25 — 50	Дуже сильні болі у руках і грудях. При тривалому впливі струму настає параліч дихання і послаблення діяльності серця із втратою свідомості	Відчуття дуже сильного поверхневого нагрівання, болі та судоми в руках. При відриві руки від електродів виникають нестерпні болі в результаті судомного скорочення м'язів

## Закінчення табл. 10.1

1	2	3
Пороговий невідпускний струм		
50—80	Дихання паралізується через кілька секунд, порушується робота серця. При тривалій дії струму настає фібриляція серця	Руки неможливо відірвати від електродів через сильні болі при порушенні контакту. Відчуття дуже сильного поверхневого і внутрішнього нагрівання, сильні болі у руці та у грудях
Небезпечний струм		
До 100	Фібриляція серця через 2—3 с, ще через кілька секунд — параліч дихання	Параліч дихання при тривалому перебігу струму
Смертельно небезпечний струм		
300	Та ж дія за короткий час	Фібриляція серця через 2—3 с, ще через кілька секунд — параліч дихання

## 10.2. Види уражень

Ураження електричним струмом можна поділити на декілька видів:

- унаслідок безпосереднього дотику до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою;
- у результаті дотику до металевих конструктивних частин і корпусів електрообладнання, що виявилися під напругою через пошкодження електричної ізоляції;
- унаслідок недопустимого наближення до частин, що знаходяться під напругою, результатом чого може виникнути дуга через тіло людини ( $t = 4000\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- викликані дією напруги кроку при замиканні струмопровідних частин безпосередньо на землю або на струмопровідні підставки, не ізольовані від землі, а також у зоні розтікання струму із заземлювача.

Згідно з даними [2], більше 60 % електротравм трапляється внаслідок прямого контакту людини зі струмопровідними ча-

стинами, що знаходяться під напругою, більше 25 % пов'язано з появою напруги на металевих неструмопровідних частинах устаткування, що не знаходяться під напругою, близько 2 % — внаслідок опіків електричною дугою при наближенні до відкритих струмопровідних частин на неприпустимо близьку відстань.

### 10.3. Чинники, що впливають на результат електротравми

Характер фізіологічних реакцій, що визначають ступінь важкості електротравми, залежить від значної кількості різноманітних чинників. Розглянемо найголовніші.

*Сила струму* багато в чому визначає результат електротравми. Людина відчуває змінний струм, який проходить через неї, з частотою 50 Гц вже починаючи з 0,5—1,5 мА, а постійний — з 5—7 мА. Цей струм називається відчутним, а найменше його значення — пороговим відчутним. Це означає, що струм проходить через людину найтипівішим шляхом: рука — рука або рука — ноги. Цей струм при короткочасній дії сам по собі не є небезпечним. Проте, в умовах підвищеної небезпеки (наприклад, на висоті) відчутний струм може стати непрямою причиною неправильних (мимовільних) дій людини, здатних призвести до нещасного випадку. Тривала дія відчутного струму на людину шкідливо позначається на здоров'ї і є неприпустимою. Тому безпечним при тривалому протіканні може вважатися струм, у багато разів менший, ніж пороговий відчутний. На думку П. А. Доліна [3], значення такого струму повинно бути не більшим за 50 мкА.

При струмах, що перевищують порогові відчутні, судоми м'язів не дозволяють людині самостійно вийти з контакту з електричним ланцюгом і при тривалій його дії виникає небезпека важкого і навіть смертельного результату. Такий струм називається невідпускаючим, а найменше його значення — пороговим невідпускаючим. Середнє значення порогового невідпускаючого струму при частоті 50 Гц складає 10—15 мА, при постійному струмі — 50—80 мА.

Невідпускаючі струми, що перевищують значення порогових (25—50 мА при частоті 50 Гц), викликають судоми м'язів грудної клітки, звуження кровеносних судин. Тривала їх дія призводить до порушення діяльності органів дихання, серця, і зрештою — до

задухи, втрати свідомості і смерті. При струмах 50—100 мА ці явища настають через менший відтинок часу.

Струми промислової частоти 100 мА і більше, протікаючи через тіло людини шляхом рука — рука або рука — ноги, через 1 с з моменту замикання ланцюга призводять до фібриляції серця, тобто до безладних, аритмічних скорочень серцевого м'яза — необоротного розладу серцевої діяльності, зупинки серця і припинення кровообігу, що, своєю чергою, спричиняє параліч дихання. Такий струм називається фібриляційним, а найменше його значення — пороговим фібриляційним струмом. При частоті 50 Гц пороговим фібриляційним прийнято вважати струм 100, а при постійному струмі — 300 мА.

При силі струму понад 500 мА дихання паралізується негайно — через частки секунди, миттєва зупинка серця. Дія струму протягом кількох секунд призводить до важких опіків і руйнування тканин.

При напругах до 250—300 В змінний струм частотою від 50 до 1000 Гц більш шкідливий, ніж постійний. При вищих напругах постійний струм не менш небезпечний, ніж змінний. Небезпека сильного ураження змінним електричним струмом із збільшенням частоти понад 1,2 кГц знижується і повністю зникає при частоті 45—50 кГц.

*Час протікання струму*, як і сила струму, є основним чинником, що визначає результат електротравми. Чим більше часу людина перебуває в ланцюзі електричного струму, тим вірогідніший важкий або смертельний результат ураження.

Якщо струм, що проходить через людину, за своїм значенням є невідпускаючим, то швидке вимкнення його дозволить попередити порушення дихання і роботи серця. Ще важливіша тривалість протікання через людину фібриляційних струмів. Чим менший час протікання, тим вище значення порогового фібриляційного струму.

У кожному циклі серцевої діяльності (кардіоциклі) є найчутливіша до дії струму фаза — момент закінчення скорочення шлуночків і перехід їх у розслаблений стан. При прийнятій тривалості кардіоциклу 1 с тривалість найбільш небезпечної фази складає 0,2 с. Якщо цей час співпадає з часом протікання струму через серце, то вірогідність фібриляції різко зростає. Якщо час дії струму дорівнює або більший за час кардіоциклу (1 с), то неминуча

“зустріч” з найбільш небезпечною фазою. Якщо ж дія струму менша за тривалість кардіоциклу, то зменшується вірогідність збігу, а отже, і вірогідність ураження. Найменша вірогідність ураження буде при тривалості протікання струму, меншій за 0,2 с. Такий час вимкнення забезпечують при протіканні струму через людину найдосконаліші конструкції автоматичних захисно-вимикаючих пристроїв.

Від тривалості проходження струму через тіло людини залежить ступінь тяжкості ураження, особливо, коли вона дорівнює і перевищує час кардіоциклу (0,75—1 с). Якщо ж час дії струму менший за тривалість кардіоциклу на 0,2 с, то небезпека ураження різко зменшується. Взаємозв'язок допустимого струму  $I_h$ , мА, з тривалістю його проходження через тіло людини  $t$ , с, у межах до 1 с описується залежністю:

$$I_h = 50/t \quad (10.1)$$

Цю формулу використовують для визначення граничнодопустимих струмів на шляху “рука — ноги”, необхідних для розрахунку захисних приладів.

*Електричний опір тіла людини* — один із чинників, які визначають значення струму, що проходить через людину в мить ураження. Чим менший опір, тим більшим виявиться струм у ланцюзі ураження за інших рівних обставин.

Опір тіла людини є величиною змінною, залежною від багатьох чинників. Він зменшується із збільшенням струму і часу його проходження, підвищенням прикладеної напруги, а також залежить від розміру поверхні і густини контакту зі струмопровідною частиною, шляху струму, фізичного і психічного стану людини, умов зовнішнього середовища.

Унаслідок неоднакового складу кліток різні тканини людського організму є для електричного струму різним опором. Так, шкіра, кістки, хрящі, зв'язки мають великий опір, тоді як м'язова і жирова тканина, кров, нервові волокна — порівняно малий. Верхній роговий шар шкіри чинить найбільший опір електричному струму і визначає опір усього людського тіла. При сухому, чистому, непошкодженому верхньому шарі шкіри електричний опір тіла людини може коливатися від 3000 до 100 000 Ом, а при порушеному роговому шарі (порізи, подряпини, садно) або зволоженому, покритому струмопровідним пилом, брудом — зменшується в 100 разів.

Опір усього тіла людини визначається, в основному, опором шкіри (рис. 10.1).

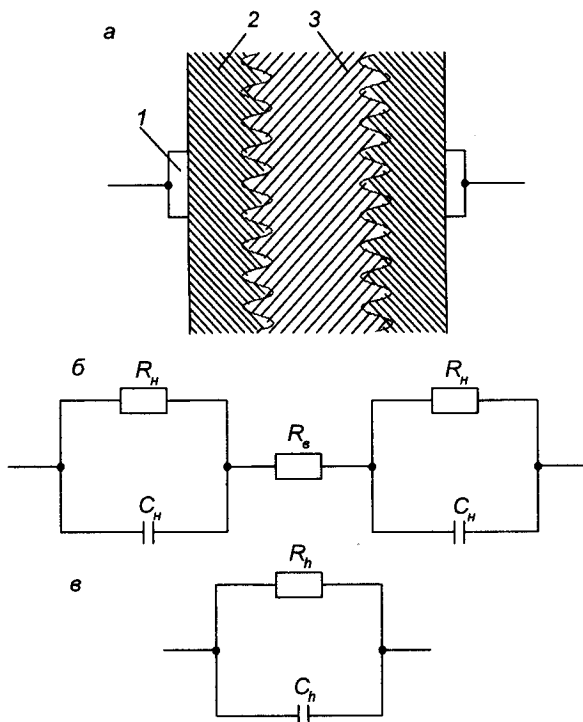


Рис. 10.1. Схеми до визначення опору тіла людини:

*a* — схема виміру опору тіла людини; 1 — електроди; 2 — зовнішній шар шкіри; 3 — внутрішні тканини тіла; *б* — еквівалентна схема опору тіла людини;  $R_n$  — активний опір зовнішнього шару шкіри;  $R_e$  — внутрішній опір тіла;  $C_n$  — ємність конденсатора, що утворився; *в* — спрощена еквівалентна схема;  $R_h$  — активний опір;  $C_h$  — ємність тіла людини

За еквівалентною схемою опору тіла людини повний опір тіла, Ом, становить:

$$Z_h = \frac{R_h}{\sqrt{1 + \omega^2 C_h^2 R_h^2}}, \quad (10.2)$$

де  $R_h$  — активний опір тіла людини, Ом ( $R_h = 2R_H + R_B$ );  $\omega$  — кутова швидкість, рад/с ( $\omega = 2\pi f$ ), де  $f$  — частота струму, Гц;  $C_h$  — ємність тіла, Ф ( $C_h \approx 0,5C_H$ ).

У розрахунках захисних пристроїв опір людського тіла змінному струму промислової частоти приймають таким, що дорівнює 1000 Ом.

*Напруга*, що прикладена до людини в ланцюзі ураження, виконує дуже важливу роль у ній тим, що впливає на силу струму, яка проходить через тіло людини.

Оскільки опір людського тіла із збільшенням прикладеної напруги падає, то залежність вражаючого струму від напруги має нелінійний характер, тобто із збільшенням напруги струм через людину росте не прямо пропорційно напрузі, а більшою мірою. Проте, не можна стверджувати, що ступінь тяжкості електротравми залежить тільки від прикладеної напруги. У кожному окремому випадку це визначається співвідношенням значень напруги й опору ланцюга ураження за конкретних умов. Може виявитися, що результат електротравми при меншій напрузі важчий, ніж при більшій, якщо опір ланцюга ураження в першому випадку значно менший, ніж у другому.

Згідно з [2], більше 60 % від загальної кількості електротравм відбувається в електроустановках змінного струму промислової частоти напругою 220 і 380 В. Це пояснюється декількома причинами:

- вказані напруги є основними і найпоширенішими для електроустановок споживачів;
- ураження електричним струмом в установках напругою 220 і 380 В промислової частоти обумовлені більшою можливістю прямого контакту зі струмопровідними частинами і корпусами устаткування, що виявилися під напругою, порівняно з установками напругою вище 1000 В з вищими вимогами до ізоляції і досконалішими пристроями блокувань і огорожувань струмопровідних частин;
- у зв'язку з постійним зростанням електроспоживання в промисловості та в побуті на напругах 220 і 380 В важливим є чинник втрати пильності і, як наслідок, уникнення відповідних заходів безпеки.

Крім того, електротравматизм при напругах 220 і 380 В промислової частоти частіше, ніж при вищих напругах, супроводжується смертельним результатом унаслідок виникаючої фібриляції серця.



Трапляються випадки ураження струмом із смертельним результатом при напругах 65—90 В, пов'язані з експлуатацією зв'язувальних установок. Це пояснюється недооціненням небезпеки напруги холостого ходу зварювальних трансформаторів, особливо в умовах будівництва.

Відомі смертельні випадки ураження електричним струмом навіть при напругах 36 і 12 В промислової частоти, що є наслідком одночасного впливу низки негативних чинників.

Таким чином, будь-яка промислова напруга (у тому числі й мала) за певних обставин може стати причиною електротравми. Проте, враховуючи малу вірогідність поєднання значної кількості вкрай несприятливих обставин, ПТЕ і ПТБ як один із технічних засобів електробезпеки вимагають застосування у низці випадків підвищеної та особливої небезпеки напруг не вище 42 (36) і 12 В. Треба відзначити, що, згідно з ГОСТом 12.1.009-76 "Електробезпека. Терміни і визначення", термін "безпечна напруга" є недопустимим і замінений терміном "мала напруга", який вказаний ГОСТ визначає як "номінальну напругу не більше 42 В, що вживається в цілях зменшення небезпеки ураження електричним струмом".

*Рід струму* також впливає на результат електротравм. За результатами багатьох досліджень, постійний струм напругою до 500 В у 4—5 разів менше небезпечний для людини, ніж змінний струм промислової частоти того ж значення. Це пояснюється тим, що змінний струм чинить на живі тканини людського організму більш дратівливу дію, ніж постійний. Крім того, реакція людини на змінний струм залежить від амплітудного значення напруги, яке при змінному синусоїдному струмі промислової частоти в  $\sqrt{2}$  разів більше, ніж чинне значення.

При напругах вище 500 В постійний струм стає більш небезпечним, ніж змінний промислової частоти, у зв'язку з важким характером опіків електричною дугою.

Як видно з табл. 10.2, змінний струм промислової частоти 50—60 Гц сильніше вражає людину, ніж постійний, тому що густина струму буде більшою за рахунок ємнісних складових в електричному опорі людини й амплітудне значення змінного струму більше, ніж значення постійного струму.

При збільшенні частоти, починаючи приблизно з 1000 Гц, небезпека ураження зменшується. Струм високої частоти, починаючи з сотень кілогерц, спричиняє опік, але не вражає внутрішні органи, тому що має місцевий поверхневий ефект.

Таблиця 10.2. Характер дії струму на організм людини

Струм, мА	Характер дії струму	
	змінного з частотою 50 Гц — 60 Гц	постійного
До 0,5	Не відчувається	Не відчувається
0,6—1,5	Легке тремтіння пальців	Не відчувається
2—3	Сильне тремтіння пальців	Не відчувається
5—10	Судомні скорочення	Відчуття нагрівання
12—15	Руки важко відірвати від електродів.	Підсилення нагрівання
	Сильні болі	
20—25	Параліч рук	Підсилення нагрівання
50—58	Заважання диханню.	Судомні скорочення
	Параліч дихання	Заважання диханню
90—100	При тривалості більше 3 с — параліч серця	Параліч дихання

*Частота струму* в діапазоні від 20 до 200 Гц є найбільш небезпечною. Підвищення частоти понад 1000 Гц супроводжується помітним зниженням небезпеки ураження, але при частотах 100 кГц і більше зберігається небезпека опіків.

Застосування в будівництві електроустановок частотою 200 Гц не дає жодних підстав для зниження вимог електробезпеки, обов'язкових для цієї напруги при промисловій частоті.

*Шлях струму* — один із суттєвих чинників, що визначають ступінь ураження при електротравмах. Ураховуючи різний опір шкіри на різних ділянках тіла людини, велику небезпеку представляють дотики особливо вразливими місцями: тильною стороною руки, скронями, шиєю, гомілкою. Найбільш небезпечними шляхами проходження струму в тілі людини є: голова — руки, голова — ноги, права рука — ноги, ліва рука — ноги, рука — рука. Шляхом рука — рука відбувається ураження приблизно в 40 % випадків.

Шлях проходження струму через тіло людини суттєво впливає на результат ураження, оскільки струм може пройти через життєво важливі органи (головний мозок, серце та ін.). Найбільш небезпечні шляхи (петлі) струму голова — руки і голова — ноги, які на практиці виникають відносно рідко (табл. 10.3).

*Умови зовнішнього середовища* часто є визначальними при ураженні електричним струмом. Небезпека ураження збільшується з підвищенням температури, вогкості й пониженням атмосферного тиску.

Таблиця 10.3. Характеристика шляхів струму в тілі людини

Шляхи струму	Частота виникнення шляху струму, %	Частка тих, котрі втратили свідомість при проходженні струму, %
Рука — рука	40	83
Права рука — ноги	20	87
Ліва рука — ноги	17	80
Нога — нога	6	15
Голова — ноги	5	88
Голова — руки	4	92
Інші	8	65

Вплив фізичних параметрів зовнішнього середовища на результат електротравми повинен зумовити створення таких санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях, які забезпечили б високий рівень електробезпеки.

За цією ознакою приміщення, в яких розташовується електрообладнання (ПЕО), класифікуються так:

- 1) без підвищеної небезпеки — сухі, неспекотні, з неструмопровідною підлогою, без металокопункцій, без струмопровідного пилу тощо;
- 2) з підвищеною небезпекою, які характеризуються наявністю в них однієї з подальших умов, що створюють підвищену небезпеку: струмопровідного пилу чи вогкості (відносна вологість повітря перевищує 75 %); струмопровідної підлоги (металевої, земляної, залізобетонної, цегляної тощо); високої температури (понад 35 °С); можливості одночасного торкання людини до з'єднаних із землею металокопункцій будівель, технологічних апаратів, механізмів тощо, з одного боку, і металевим корпусом електрообладнання — з іншого;
- 3) особливо небезпечні — характеризуються наявністю однієї з подальших умов, які створюють особливу небезпеку: особливо вогкі (відносна вологість повітря наближена до 100 %: стеля, стіни, підлога, предмети у приміщенні — вогкі); хімічно активне чи органічне середовище, що руйнує ізоляцію і струмоведучі частини електрообладнання; одночасно наявність не менше двох умов підвищення небезпеки.

Територія, де розміщені зовнішні електропристрої, за небезпекою ураження людей електричним струмом належить до особливо небезпечних приміщень.

*Стан організму людини* у мить ураження значно впливає на виникнення електротравми та її результат.

Опір людського тіла зменшується при алкогольному сп'янінні, нервовому збудженні, хворобливому стані. Небезпека електротравми також значно підвищується при перевтомі, наслідком якої є розсіювання уваги, порушення координації рухів і зниження швидкості реакції. Як свідчить статистика, кількість уражень у кінці зміни і в наднормований час зростає.

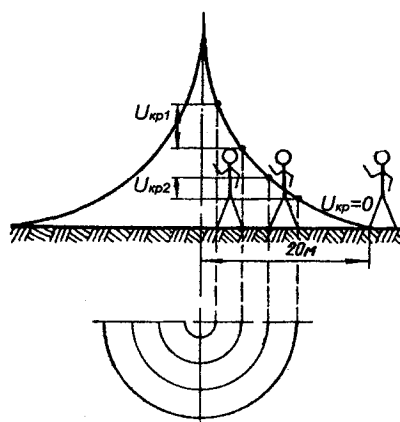
Неабияку роль у профілактиці електротравматизму повинна мати передбачена ПТЕ і ПТБ система медичного огляду персоналу, який обслуговує електроустановки.

Важливу роль у результаті ураження струмом виконує чинник уваги, тобто здатність центральної нервової системи людини протистояти дії електричного струму. Низкою досліджень [8] доведено, що для людини, яка перебуває в стані підвищеної уваги, направленої на очікувану подію, ступінь небезпеки різко зменшується. Цей чинник не можна недооцінювати. Вихованню постійної уваги і зосередженості в роботі у персоналу, що обслуговує електроустановки, слід надавати великого значення.

## 10.4. Дія на людину напруги кроку і дотику

При замиканні струмопровідних частин безпосередньо на землю або на корпуси електрообладнання і струмопровідні підставки, які мають зв'язок із землею, електричний струм розтікається від місця замикання рівномірно в усі сторони по півсфері об'єму землі. Із віддаленням від місць замикання густина струму в землі зменшується, оскільки збільшується об'єм землі, по якому проходить струм. На відстані від місця замикання 20 м і більше густина струму стає настільки малою, що практично приймається рівною нулю. Такий же характер має і розподіл потенціалів навколо місця замикання на землю (рис. 10.2).

Людина, стоячи ногами (у провідному взутті) в зоні розтікання струму на точках з різними потенціалами, піддається дії різниці потенціалів цих точок або, інакше кажучи, дії напруги



**Рис. 10.2. Напряга кроку при замиканні струмопровідних частин на землю**

кроку (виявляється включеною в електричний ланцюг), унаслідок чого виникає струм через тіло людини по шляху “нога — нога”. У розрахунках довжина кроку приймається такою, що дорівнює 0,8 м.

Напряга кроку залежить від величини струму замикання на землю, питомого опору ґрунту, відстані до місця замикання на землю, довжини кроку, характеру розподілу потенціалу на поверхні в зоні розтікання струму. Точки, рівновіддалені від місця замикання, мають однаковий потенціал. Геометричними місцями таких точок є концентричні (еквіпотенціальні) кола або поверхні з центром у місці замикання. Напряга кроку може дорівнювати нулю, якщо людина обома ногами стоятиме на еквіпотенціальному колі.

Незважаючи на те, що шлях струму “нога — нога” належить до порівняно безпечних, реальна загроза життю людини полягає у тому, що в більшості випадків уражена напругою кроку людина через судому ніг падає, що призводить не тільки до збільшення напруги, що на неї діє, але й до проходження струму по одному з найнебезпечніших шляхів — “рука — ноги”.

Пробій ізоляції і замикання електричної мережі на землю супроводжуються протіканням струму через землю і значно зменшують безпеку електричної мережі.

При пробі ізоляції виникає струм замикання, який через корпус електроустановки і металевий заземлювач іде в землю. При цьому все обладнання, яке має металеве з'єднання з цим корпусом, отримує потенціал відносно землі, що дорівнює потенціалу заземлення:

$$\varphi_s = I_s r_s, \quad (10.3)$$

де  $\varphi_s$  — потенціал заземлення;  $I_s$  — струм замикання на землю, А;  $r_s$  — опір заземлювача, Ом.

Якщо людина, яка стоїть на землі, торкається рукою металеві частини, що з'єднана з заземлювачем, то рука отримує потенціал заземлення  $\varphi_s$ . Крім того, людина, що перебуває в іншому місці, може торкатися ногами точок землі з іншими потенціалами  $\varphi_n$ , величина яких залежить від відстані між цими точками і заземлювачем. У результаті між рукою і ногами людини виникає різниця потенціалів:

$$U_{\text{дот}} = \varphi_s - \varphi_n \quad (10.4)$$

Ця різниця має назву — напруга дотику.

Якщо людина, доторкнувшись до обладнання, стоїть безпосередньо над заземлювачем, то  $\varphi_s = \varphi_n$  і напруга дотику дорівнює 0.

Граничнодопустимі рівні напруг дотику та струмів при проходженні струму від однієї руки до іншої і від руки до ніг (ГОСТ 12.1.038-82) при тривалості дії не більш 10 хвилин наведені в табл. 10.4.

Таблиця 10.4. Нормальний режим роботи електроустановок

Струм	U <sub>дот</sub> , В	I, А
	Не більше	
Змінний з частотою, Гц: 50	2,0	0,3
400	3,0	0,4
Постійний	8,0	1,0

При віддаленні від заземлювача напруга дотику збільшується і досягає максимуму, коли людина перебуває за зоною розтікання струму, тобто на відстані, більшій за 20 м від заземлювача.

Результат ураження людини струмом, зазвичай, залежить від напруги дотику й опору електричного ланцюга, в який включилася людина; роду і частоти струму, часу та шляху проходження струму через тіло людини.

Напруга дотику  $U_{\text{дот}}$  і струм  $I$ , а також тривалість дії  $t$  встановлені, виходячи з реакції відчуття. Значення  $U_{\text{дот}}$  і  $I$  для осіб, що виконують роботу в умовах високих температур (вище  $25^\circ\text{C}$ ) і відносної вологості (вище  $75\%$ ), в три рази менші.

Граничнодопустимі рівні напруг дотику і струмів при аварійному режимі виробничих електроустановок напругою до  $1000\text{ В}$  з будь-яким режимом нейтралі і вище  $1000\text{ В}$  з ізольованою нейтраллю наведені в табл. 10.5. Значення  $U_{\text{дот}}$  і  $I$  при тривалості дії більше  $1\text{ с}$  відповідають відпускаючим (змінним) і невольовим (постійним) струмам.

При аварійному режимі виробничих електроустановок з частотою  $50\text{ Гц}$ , напругою вище  $1000\text{ В}$ , з глухим заземленням нейтралі встановлюють граничнодопустимі значення напруги дотику  $U_{\text{дот}}$ ,  $\text{В}$  —  $500; 400; 200; 130; 100; 65$  при тривалості дії відповідно  $t$ ,  $\text{с}$ , до  $0,1; 0,2; 0,5; 0,7; 1,0; 1-5$ .

Ступінь ураження електричним струмом залежить від режиму нейтралі електричної мережі і виду дотику людини.

## 10.5. Умови ураження струмом і режими нейтралей джерел живлення

Найхарактернішими є три схеми включення людини в електричний ланцюг:

- між двома фазами електричної мережі, що відповідає двофазному дотику;
- між однією фазою електричної мережі і землею, що відповідає однофазному дотику. У цьому випадку передбачається електричний зв'язок між мережею і землею;
- між двома точками ланцюга струму, що знаходяться одна від одної на відстані кроку, на яких одночасно стоїть людина, що відповідає дії напруги кроку.

**Двофазний дотик** (рис. 10.3). Цей вид дотику є особливо небезпечним, оскільки людина потрапляє під найбільшу робочу напругу установки (у трифазних мережах — під лінійну напругу) незалежно від схеми мережі, режиму нейтралі джерела живлення, рівня ізоляції людини від землі тощо. Це може мати місце при роботах під напругою на повітряних лініях, розподільних

Таблиця 10.5. Аварійний режим роботи електроустановок

Струм	Нормована величина	Тривалість дії, с											
		0,01—0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	>10
Змінний з частотою, Гц: 50	U <sub>догт</sub> , В	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
	I, А	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6
400	U <sub>догт</sub> , В	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	36
	I, А	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	6
Постійний	U <sub>догт</sub> , В	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	40
	I, А	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	15
Випрямлений: двонапівперіодний	U <sub>догт</sub> , В	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	—
	I, А	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	—
Однонапівперіодний	U <sub>догт</sub> , В	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	—
	I, А	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	—



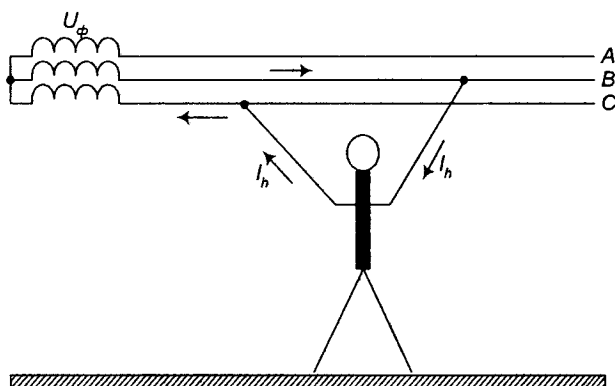


Рис. 10.3. Дотик до двох фаз мережі

збірках (рубильниках тощо) без застосування захисних засобів, з порушенням правил техніки безпеки. У цьому випадку проходження струму через людину визначається напругою між двома фазами мережі й опором тіла:

$$I_h = \frac{U_x}{R_h} = \frac{U_\phi \sqrt{3}}{R_h}, \text{ А} \quad (10.5)$$

де  $U_x$  — лінійна напруга мережі, В;  $U_\phi$  — фазна напруга мережі, В;  $R_h$  — опір тіла людини, Ом.

У трифазній мережі з лінійною напругою 380 В, приймаючи опір тіла людини 1000 Ом,  $I_h = 380 : 1000 = 0,38 \text{ А} = 380 \text{ мА}$ .

Такий струм є смертельно небезпечним.

Людина може бути уражена електричним струмом у випадку дотику до проводів довгої повітряної або кабельної вимкненої мережі, яка має велику ємність, що аналогічно дотику до обкладок зарядженого конденсатора (рис. 10.4).

У цьому випадку через людину, ізольовану від землі, проходить струм, що змінюється за показовою кривою:

$$I_x = \frac{U_0}{R_x} l - \frac{t}{R_x C_{12}}, \quad (10.6)$$

де  $U_0$  — напруга між проводами під час дотику, В;  $t$  — час від моменту дотику, с;  $C_{12}$  — ємність між проводами вимкненої мережі, Ф.

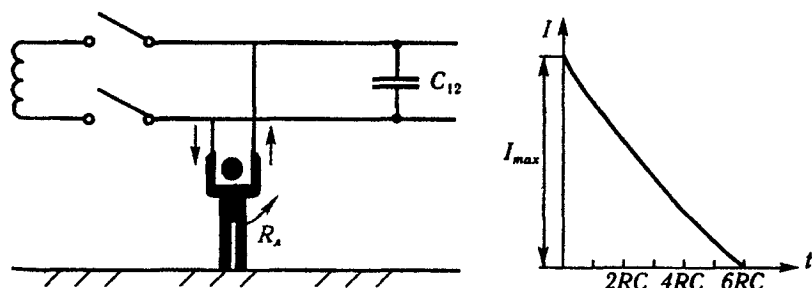


Рис. 10.4. Двополюсний дотик людини до мережі із залишковим зарядом

На рис. 10.5 наведена схема включення людини та еквівалентна схема заміщення при однополосному й однофазовому дотику.

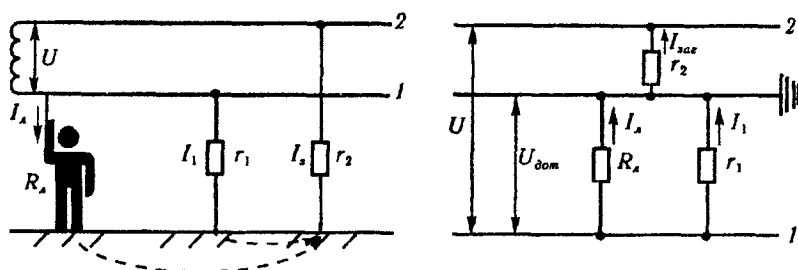


Рис. 10.5. Однополюсний дотик людини до електричної мережі

Використовуючи схему заміщення, визначимо напругу дотику:

$$U_{dot} = \frac{R_x r_1}{R_x + r_1} I_{saz}, \quad (10.7)$$

де  $r_1$  — опір першої фази, Ом.

Загальний струм визначається зі схеми заміщення:

$$I_{saz} = \frac{U}{r_2 + R_1 / (R_x + r_1)}, \quad (10.8)$$

де  $r_2$  — опір другої фази, Ом.

Підставляючи формулу 10.8 в формулу 10.7, отримаємо вираз:

$$U_{\text{дом}} = \frac{R_x r_1}{r_1 r_2 + r_1 R_x + r_2 R_x} \quad (10.9)$$

Тоді струм, який проходить через тіло людини, визначається, як:

$$I_x = \frac{U_{\text{дом}}}{R_x} = \frac{U r_1}{r_1 r_2 + r_1 R_x + r_2 R_x} \quad (10.10)$$

Якщо  $r_1 = r_2 = r_{is}$ , де  $r_{is}$  — опір ізоляції, то формула 10.10 приймає вигляд:

$$U_{\text{дом}} = U \frac{R_x}{2R_x + r_{is}} \quad (10.11)$$

$$I_x = U \frac{1}{2R_x + r_{is}} \quad (10.12)$$

Аналізуючи формулу 10.12, можна зробити висновок про зменшення струму, який проходить через людину, при збільшенні опору ізоляції мережі.

Якщо людина стоїть на ізольованій підлозі і має взуття, тоді загальний опір людини буде складати:

$$R_s = R_x + r_n + r_{os}, \quad (10.13)$$

де  $r_n$  — опір підлоги, Ом;  $r_{os}$  — опір взуття, Ом;  $R_s$  — загальний опір тіла людини, Ом.

В умовах будівельного майданчика з метою профілактики уражень при двофазних дотиках слід заборонити роботи в електроустановках під напругою.

Випадки двофазного дотику трапляються рідко.

**Однофазні дотики.** Найчастіше причинами електротравм є однофазні дотики, пов'язані як із дотиком безпосередньо до струмопровідних частин, так і до металевих конструктивних елементів електроустановок, що виявилися під напругою. При цьому суттєву роль виконує режим нейтралі джерела електропостачання.

Найбільш розповсюджені в будівництві чотирьохдротяні електричні мережі напругою 380/220 В, згідно з вимогами "Правил устрою електроустановок" (ПУЕ) [12], повинні мати глухозаземлену нейтраль джерела живлення.

Разом з цим, у будівництві знаходять обмежене застосування і трифазні мережі з напругою 380 або 220 В з ізолюваною нейтраллю джерела живлення, наприклад, пересувні агрегати й електростанції.

З техніко-економічних міркувань застосування чотирьохдротних мереж із глухозаземленою нейтраллю відбувається найчастіше, оскільки дозволяє використовувати обидві робочі напруги мережі: лінійні 380 В — для живлення силового і фазні 220 В — для живлення освітлювального навантаження. Це дає можливість знизити вартість мереж на 5—8 %.

Для з'ясування впливу режиму нейтралі на умови безпеки проаналізуємо випадки однофазного дотику в трифазних мережах з глухозаземленою та ізолюваною нейтраллю.

Однофазний дотик у мережі з глухозаземленою нейтраллю (рис. 10.6) при нормальному режимі роботи мережі (тобто коли відсутні замикання на землю) створює струм,  $I_h$ , який проходить через людину, що й визначається з рівняння:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_x + R_{es} + R_n + R_0}, \text{ А}, \quad (10.14)$$

де  $R_{es}$ ,  $R_n$ ,  $R_0$  — відповідно, опори взуття людини, підлоги (підставки), на якій стоїть людина, заземлення нейтралі джерела струму, Ом.

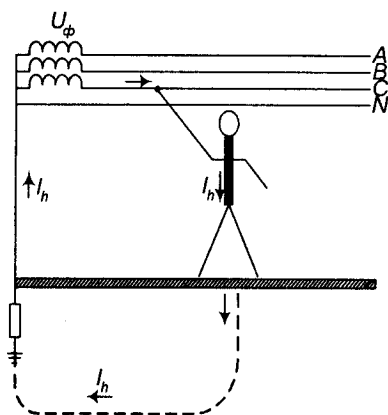


Рис. 10.6. Дотик до однієї фази трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю

Найнесприятливішим виявиться випадок, коли людина взута в сире або підбите металевими цвяхами взуття і стоїть безпосередньо на землі або струмопровідній підставці — металевій, залізобетонній, цегляній підлозі чи на такій, що має зв'язок із землею металоконструкції. У цьому випадку опорами взуття і підлоги можна нехтувати. Враховуючи, що опір заземлення нейтралі в мережі напругою 380/220 В не повинен перевищувати 4 Ом, ним також можна знехтувати, і тоді:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_x + R_{\text{ос}} + R_n}, \text{ А} \quad (10.15)$$

Тоді у найнесприятливішому випадку струм  $I_h$ , який проходить через тіло людини в мережі з глухозаземленою нейтраллю при нормальному режимі роботи мережі, може дорівнювати:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_x} \quad (10.16)$$

Приймаючи  $R_x = 1000$  Ом, визначимо значення струму для мережі напругою 380/220 В, тобто з  $U_\phi = 220$  В.  $I_h = 220 : 1000 = 0,22$  А. Такий струм є смертельною небезпекою, хоча він майже в 2 рази менший, ніж при двофазному дотику. Цей струм може бути значно понижений, якщо використовувати ізолюючі підставки (дерев'яна підлога, гумовий килимок тощо) і непровідне для струму взуття (наприклад, діелектричні галоші). Це зайвий раз підкреслює велике значення вищевказаних чинників для безпеки осіб, що працюють в електроустановках.

При дотику до фазного проводу людина потрапляє під дію фазної напруги. Опір ізоляції проводів у цьому випадку захисної ролі не виконує. Напруга дотику і струм при проходженні через тіло людини залишаються постійними при зміні опору ізоляції та ємності проводів відносно землі.

Якщо при аварійному режимі одна з фаз замкнена на землю, то при дотику до неушкодженої фази людина потрапляє під дію напруги більшої за фазну, але меншої за лінійну  $U_\phi < U_{\text{дом}} < U_x$ , тоді:

$$U_{\text{дом}} = U_\phi R_x \frac{r_{\text{зм}} + R_0 \sqrt{3}}{R_0 r_{\text{зм}} + R_x (r_{\text{зм}} + R_0)}, \quad (10.17)$$

де  $r_{\text{зм}}$  — опір землі, Ом.

$$I_x = U_\phi \frac{r_{зм} + R_0 \sqrt{3}}{r_{зм} + R_x (r_{зм} + R_0)} \quad (10.18)$$

Чим вищий опір замикання провода на землю, тим менший струм проходить через людину.

При аварійному режимі мережі з глухозаземленою нейтраллю, коли має місце замикання однієї з фаз на землю, чим меншим буде перехідний опір місця замикання, тим ближчою до лінійної буде напруга, під якою виявиться людина, що торкнулася в цю мить до справної фази мережі.

Зазвичай, напруга між справними фазами і землею в аварійний період завжди більша за фазну. Отже, при аварійному режимі в мережі з глухозаземленою нейтраллю однофазний дотик до справної фази мережі є небезпечнішим, ніж при нормальному режимі.

*Однофазний дотик у мережі з ізолюваною нейтраллю* (рис. 10.7) при нормальному режимі роботи мережі створює струм, що протікає через тіло людини, який залежить не тільки від фазної напруги, опорів тіла людини, підлоги, взуття, як це було в мережі з глухозаземленою нейтраллю, але і від опору ізоляції фаз і їхньої ємності відносно землі. У мережах напругою до 1000 В малої протяжності (до 1 км) ємність фаз відносно землі невелика і її провідністю можна знехтувати.

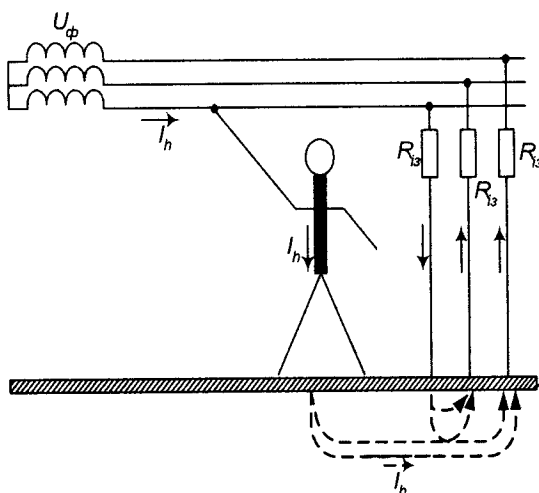


Рис. 10.7. Дотики до однієї фази трифазної мережі з ізолюваною нейтраллю

Значення струму,  $A$ , який проходить через людину в такій мережі, визначається з виразу:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_x + R_{\text{вз}} + R_n + \frac{R_{\text{із}}}{3}}, \text{ А}, \quad (10.19)$$

де  $R_{\text{із}}$  — опір ізоляції однієї фази відносно землі, Ом. При цьому передбачається, що опори ізоляції всіх фаз однакові і дорівнюють  $R_{\text{із}}$ .

Якщо для найнесприятливішого випадку прийняти, що  $R_{\text{вз}} = 0$  і  $R_n = 0$ , то вираз (10.19) матиме вигляд:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_x + \frac{R_{\text{із}}}{3}}, \text{ А} \quad (10.20)$$

Наприклад, у трифазній мережі з  $U_\phi = 220 \text{ В}$  і  $R_{\text{із}} = 500\,000 \text{ Ом}$ , приймаючи  $R_x = 1000 \text{ Ом}$ , знайдемо значення струму, що протікає через тіло людини:

$$I_h = \frac{220}{1000 + \frac{500\,000}{3}} = 1,3 \text{ мА}$$

Цей струм не представляє небезпеки для людини. При зниженні опору ізоляції до  $R_{\text{із}} = 3000 \text{ Ом}$  струм, що проходить через людину, досягає величини, що представляє смертельну небезпеку:

$$I_h = \frac{220}{1000 + \frac{3000}{3}} = 0,11 \text{ А} = 110 \text{ мА}$$

Таким чином, у (10.20), на відміну від формули визначення струму в мережі з глухозаземленою нейтраллю (10.18), чітко видно роль ізоляції мережі як засобу безпеки. Чим вище опір ізоляції мережі з ізолюваною нейтраллю, тим менша небезпека ураження струмом.

У розгалужених мережах із ізолюваною нейтраллю протяжністю 1 км і більше ємність фаз по відношенню до землі і провідність ємності набувають значної величини. Це створює суттєву небезпеку навіть при високому опорі ізоляції мережі.

Якщо прийняти, що  $R_{\text{із}} = \infty$ , а ємності фаз відносно землі дорівнюють одна одній (що реально для кабельних мереж), то струм, який проходить через людину, в цьому випадку визначають з виразу:

$$I_h = \frac{U_\phi}{\sqrt{R_h^2 + \left(\frac{x_c}{3}\right)^2}}, \text{ A}, \quad (10.21)$$

де  $x_c = 1/\omega C$  — опір ємності ізоляції мережі, Ом;

При аварійному режимі, коли одна фаза або полюс замкнуті на землю, схема включення та еквівалентна схема мають вигляд, показаний на рис. 10.8.

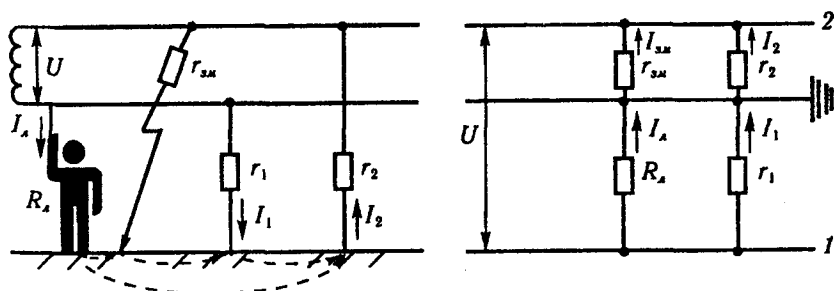


Рис. 10.8. Однополюсний дотик людини до електричної мережі в аварійному режимі

Опір замикання на землю  $r_{зм}$ , зазвичай, набагато менший за опір ізоляції  $r_1$ ,  $r_2$  і опір людини  $R_x$ , тому, замінюючи в формулах

10.9 і 10.10 опір  $r_2$  на еквівалентний опір  $r_e = \frac{r_2 r_{is}}{r_2 + r_{is}}$ , отримаємо:

$$U_{\text{дом}} = \frac{R_x r_1}{r_1 r_e + r_1 R_x + r_e R_x} \quad (10.22)$$

$$I_x = \frac{U r_1}{r_1 r_e + r_1 R_x + r_e R_x}, \quad (10.23)$$

де  $r_e$  — опір взуття.

Оскільки  $r_{зм}$  близький до нуля, то:

$$U_{\text{дом}} = U, \quad I_{\text{дом}} = \frac{U}{R_x} \quad (10.24)$$

Тобто при аварійному режимі напруга дотику дорівнює напрузі мережі, і струм через людину сягає дуже небезпечних величин, тому що опір ізоляції не захищає людину від дії струму.



У випадку, якщо опір ізоляції настільки високий, що можна рахувати  $r_{is} = \infty$ , то людина не ізольована від землі (рис. 10.9) і буде під дією струму розряду ємності провoda відносно землі  $C_{11}$  і струму часткового розряду ємності між провodaми  $C_{12}$ . Тобто можна вважати, що людина знаходиться в мережі розряду ємності  $C_{11} + C_{12}$  — через неї проходить струм:

$$I_a = \frac{U_0}{2R_x} e^{\frac{t}{R_x(2C_{12}+C_{11})}}, \quad (10.25)$$

де  $U_0$  — напруга між провodaми в мить дотику, В;  $t$  — час від моменту дотику, с;  $C$  — ємність між провodaми вимкненої мережі, Ф.

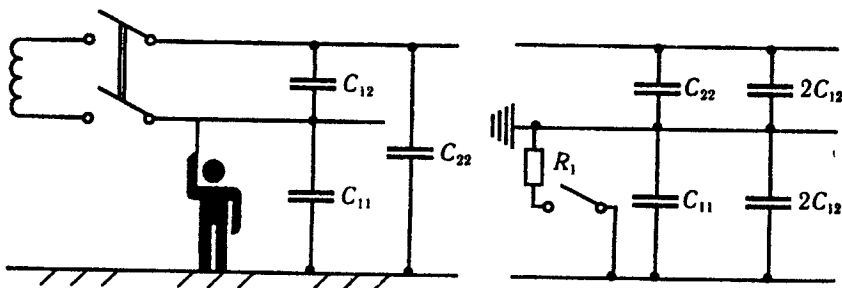


Рис. 10.9. Однополюсний дотик до мережі з залишковим зарядом

Враховуючи небезпеку ураження людини розрядним струмом, необхідно перед початком роботи на вимкнених частинах обладнання виділену для роботи дільницю попередньо розрядити на землю.

Для живлення будівельних підприємств частіше використовують трифазні мережі з ізолюваною і заземленою нейтраллю. Струм, що проходить через людину, при дотику до однієї з фаз у мережі з ізолюваною нейтраллю залежить від опору ізоляції та ємності фаз відносно землі (рис. 10.10).

Якщо  $r_1 = r_2 = r_3 = r_{is}$ , а  $C_1 = C_2 = C_3 = C$ , то

$$I_a = \frac{U_\phi}{R_x} \frac{1}{\sqrt{1 + r_{is}(r_{is} + 6R_x)/9R_x^2(1 + r_{is}^2C^2)}} \quad (10.26)$$

Якщо ємністю фаз відносно землі можна знехтувати, наприклад, для мережі невеликої довжини, то:

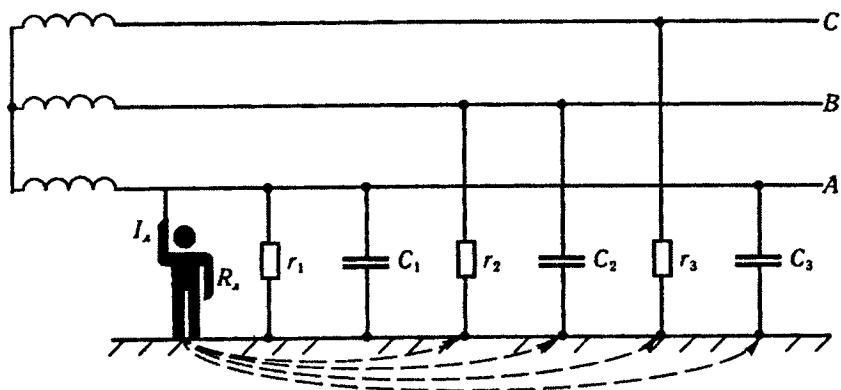


Рис. 10.10. Дотик людини до одного з фазних проводів у мережі з ізолюваною нейтраллю

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{л}} + \frac{r_{\text{із}}}{3}} \quad (10.27)$$

Якщо опір ізоляції значно більший за опір людини, то струм не буде перевищувати граничнодопустимих значень.

Якщо рахувати, що опір ізоляції:  $r_1 = r_2 = r_3 = \infty$ , а  $C_1 = C_2 = C_3 = C$ , а це справедливо для кабельних ліній, то:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{R_{\text{л}}^2 + \left(\frac{x_c}{3}\right)^2}}, \quad (10.28)$$

де  $x_c = 1/\omega C$  — ємнісний опір, Ом.

Звідси, чим більша ємність мережі, тим більший струм буде протікати через людину; при великих ємностях струм може досягати небезпечних значень.

Важкий результат багатьох випадків ураження напругою кроку пояснюється незнанням елементарних заходів безпеки і правил виходу з небезпечної зони.

При виявленні замикань на землю забороняється наближатися до місця замикання на відстань менше 4 м у закритих приміщеннях і менше 8 м на відкритій місцевості. Наближення на ближчу

відстань допускається тільки з метою проведення робіт із ліквідації замикання на землю і за необхідності надання першої допомоги потерпілим. У цих випадках слід користуватися електрозахисними засобами (діелектричними калошами, ботами, рукавичками тощо).

За необхідності виходу з небезпечної зони або входу в неї для надання першої допомоги слід віддалятися від місця замикання або наближатися до нього стрибками на одній або двох ногах, чи дрібними кроками, що не перевищують довжину стопи.

## **10.6. Основні причини ураження електричним струмом**

В умовах будівництва небезпека ураження електричним струмом вища, ніж на промислових підприємствах, де всі роботи, зазвичай, здійснюються всередині приміщення. Атмосферні опади, ґрунтові води, коливання температури повітря, застосування електрифікованого інструмента та обладнання, а також будівельних машин з електроприводом, наявність заземлених металоконструкцій збільшують небезпеку ураження людини електричним струмом на будівельних майданчиках. Тому будівельні майданчики і приміщення, які на них знаходяться, належать до особливо небезпечних приміщень. Основними причинами ураження електричним струмом в умовах будівництва є: випадковий дотик до струмоведучих частин, що перебувають під напругою, помилкові дії при проведенні робіт чи несправності захисних засобів, якими потерпілий торкався струмоведучих частин; поява напруги на металевих конструктивних частинах електрообладнання внаслідок пошкодження ізоляції струмоведучих частин, замикання фази мережі на землю, падіння проводу під напругою на конструктивні елементи цього обладнання; поява напруги на вимкнених струмоведучих частинах унаслідок помилкового ввімкнення приладу чи замикання; виникнення крокової напруги на ділянці землі, де перебуває людина, внаслідок замикання фази на землю чи виносу довгим струмопровідним предметом (трубопроводом, рейками та ін.).

## 10.7. Основні заходи із забезпечення безпечної експлуатації електроустановок

Аналіз травматизму свідчить, що більшість електротравм стається через дотик до струмоведучих частин обладнання. Застосування на підприємствах тільки захисних технічних засобів, передбачених ПУЕ, не може створити умови повної безпеки при монтажі, експлуатації і ремонті обладнання. Це можливо лише тоді, коли до цих засобів додаються ще організаційні (інструкція, навчання, перевірка знань тощо) і враховуються: напруга електроустановок, режим нейтралі, умови навколишнього середовища тощо.

Усі захисні засоби можна умовно поділити на дві групи.

Перша група забезпечує захист від ураження електричним струмом працівників у випадку дотику до струмоведучих частин, це: контроль стану ізоляції, блокування і захисні огороження, оптимальне розташування обладнання, сигналізація, маркування, попереджувальні плакати, захист від переходу високої напруги на сторону низької, застосування малих напруг 12; 36; 42 В, застосування індивідуальних захисних засобів.

Друга група забезпечує захист від ураження електричним струмом при дотику до корпусів електроустановок у випадку пробією ізоляції: захисне заземлення, занулення, захисне відключення, подвійна ізоляція, застосування розділювальних трансформаторів.

Згідно з вимогами ГОСТу 12.1.019-79 "Електробезпека. Загальні вимоги", захист від ураження електричним струмом повинен забезпечуватися: конструкцією електроустановок; технічними способами і засобами захисту; організаційними і технічними заходами.

До *технічних заходів захисту* від ураження електричним струмом належать:

- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання потенціалів;
- використання малих напруг;

- електричне розділення мереж;
- захисне відключення;
- ізоляція струмопровідних частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна);
- компенсація струмів замикання на землю;
- захисні пристрої;
- попереджувальна сигналізація, блокування, знаки безпеки;
- засоби захисту і запобіжні пристосування.

*Захист від ураження електричним струмом під час експлуатації електроустановок.* Малу напругу (до 42 В) використовують для живлення електроінструменту, переносних ламп, світильників місцевого освітлення у приміщеннях з підвищеною небезпекою чи особливо небезпечних. Установки напругою 42 В небезпечні при двофазному дотиканні, тому за особливо несприятливих умов застосовують напругу 12 В. Струм малої напруги отримують від знижуючих трансформаторів з повторною напругою 12 і 42 В. Для захисту від випадкового переходу високої напруги (380, 220 чи 127 В) на обмотку низької напруги заземлюють вторинну обмотку і корпус трансформатора.

Ізоляція струмоведаючих частин є основною умовою гарантування безпеки експлуатації й надійності електроживлення електроустановок. Ізоляцію поділяють на робочу, яка забезпечує нормальну роботу електроустановки і захист від ураження електричним струмом (емаль, обплетення обмотки дротів, просочувальні лаки тощо); додаткову до робочої на випадок її пошкодження (пластмасовий корпус, ізолююча втулка), яка, разом з робочою, утворює подвійну ізоляцію, достатню для електробезпеки (зокрема, інструментом з подвійною ізоляцією дозволено користуватися без застосування інших захисних засобів); посилену (покращену), яка забезпечує однаковий з подвійною ізоляцією ступінь захисту.

Опір ізоляції силових і освітлювальних електродротів, а також між будь-яким дротом і землею повинен бути не меншим за 0,5 МОм.

Захисні пристрої запобігають дотику чи наближенню на небезпечні відстані до струмоведаючих частин електроустановок. Струмоведаючі частини установок напругою до 1000 В, розміщені на висоті менше 2,5 м, повинні бути огорожені. Огороджують також ізольовані частини установок, в яких напруга між будь-яким дротом і землею — понад 250 В. Усередині виробничих приміщень неогорожені струмоведаючі частини (тролейні дроти, контактні мережі) прокладають на висоті не менше 3,5 м від підлоги.

Блокуючі пристрої забезпечують автоматичний розрив електричного ланцюга перед тим, як робітник може випадково опинитися під напругою. Їх застосовують в електроапаратах, розміщених у доступних для неелектротехнічного персоналу приміщеннях, або у приміщеннях з підвищеною небезпекою.

Попереджувальну сигналізацію, у поєднанні зі знаками безпеки та іншими засобами електробезпеки, виконують світловою і звуковою. Світлосигнальні апарати (лампи та ін.) повинні мати знаки чи написи, які вказують на значення сигналів (наприклад, "Ввімкнено", "Вимкнено").

Ізолюючі захисні засоби (основні і додаткові) ізолюють людину від струмоведучих частин і землі. Основні здатні тривало витримувати робочу напругу електроустановки і ними можна торкатися до струмоведучих частин обладнання. При напрузі в електроустановках до 1000 В до них належать ізолюючі штанги і струмовимірювальні кліщі, діелектричні рукавички, показники напруги й інструмент з ізольованими ручками. Додаткові захисні засоби при напрузі до 1000 В (діелектричні килими і калоші, ізолюючі підставки) і понад 1000 В (діелектричні рукавички, боти, килими та ізолюючі підставки) застосовують при використанні основних засобів для посилення їх ізолюючих властивостей.

Вирівнювання потенціалів використовують для зниження напруг дотику і кроку між точками поверхні, до яких можливий одночасний дотик людини. З цією метою у землю вкладають сталеві смуги у вигляді сітки на всій зайнятій обладнанням площі. Згідно зі СНіПом, для вирівнювання потенціалу в усіх приміщеннях і зовнішніх установках, де застосовується заземлення чи занулення, будівельні металоконструкції, трубопроводи і корпуси технологічного обладнання повинні бути приєднані до мережі заземлення чи занулення.

Захисне заземлення і занулення, а також захисне вимкнення є ефективними засобами забезпечення електробезпеки. Захисно-вимикаючі пристрої (ЗВП) служать для захисту працюючих від ураження електричним струмом при роботі ручними машинами, обладнаними електродвигунами трифазного струму напругою 380/220 В, шляхом вимкнення машини від електричної мережі при замиканнях.

Для забезпечення електробезпеки при експлуатації електроустановок повинні виконуватися такі організаційні заходи:

- призначення осіб, відповідальних за організацію і проведення робіт;
- документальне оформлення завдання на проведення робіт (наряд, розпорядження із записом в оперативний журнал, у порядку поточної експлуатації з подальшим записом в оперативний журнал);
- допуск до проведення робіт;
- нагляд за працюючими в період проведення робіт;
- оформлення в наряді й оперативному журналі перерв у роботі, переведень на інші робочі місця і закінчення робіт.

Роботи в електроустановках до 1000 В у будівництві виконуються, в основному, за розпорядженням і у порядку поточної експлуатації.

Усі роботи в електроустановках до 1000 В щодо заходів безпеки поділяють на чотири категорії:

- при повному знятті напруги;
- при частковому знятті напруги;
- без зняття напруги поблизу струмопровідних частин, що перебувають під напругою або на них;
- без зняття напруги далеко від струмопровідних частин.

Перелік робіт усіх категорій, які виконуються оперативно-ремонтним персоналом за розпорядженням і у порядку поточної експлуатації, з вказівкою необхідних кваліфікаційних груп персоналу, складається особою, відповідальною за електрогосподарство, затверджується головним інженером організації (підрозділу) й узгоджується технічною інспекцією профспілки.

Низка робіт, згідно з ПТЕ і ПТБ, повинна виконуватися не менше ніж двома особами відповідної кваліфікації. У вказаному переліку ці роботи повинні бути обумовленими.

Під час виконання робіт в електроустановках із частковим або повним зняттям напруги для забезпечення електробезпеки слід виконувати такі технічні заходи, як:

- вимкнення установки (частини установки) від мережі живлення;
- механічне замикання приводів вимкнених комутаційних апаратів, зняття запобіжників, від'єднання кінців ліній живлення та інші заходи, що забезпечують неможливість помилкової подачі напруги до місця роботи;

- установка знаків безпеки й огороження струмопровідних частин, що залишаються під напругою, до яких під час роботи можна доторкнутися або наблизитися на недопустиму відстань;
- застосування переносних заземлень;
- огороження робочого місця та установка приписуючих знаків безпеки.

## **10.8. Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом**

Умови роботи за ступенем електробезпеки класифіковані ГОСТом 12.1.013-78 у такий спосіб:

1. Умови з підвищеною небезпекою ураження людей електричним струмом:

- а) наявність вогкості (випари або конденсуюча вогкість виділяються у вигляді дрібних крапель і відносна вологість повітря перевищує 75 %);
- б) наявність провідного пилу (технологічний чи інший пил, осідаючи на проводах, проникає в машини й апарати і, відкладаючись на електроустановках, погіршує умови охолодження й ізоляції, але не викликає небезпеки пожежі чи вибуху);
- в) наявність струмопровідних основ (металевих, земляних, залізобетонних, цегельних);
- г) наявність підвищеної температури (незалежно від часу року і різних теплових випромінювань, температура довго перевищує 35 °С, короткочасно 40 °С);
- г) можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій будинків, технологічних апаратів, механізмів тощо, які мають з'єднання із землею.

2. Особливо небезпечні умови ураження людей електричним струмом:

- а) наявність вогкості (дощ, сніг, часте обприскування і вкриті вогкістю стелі, підлоги, стіни, предмети, що знаходяться всередині приміщення);



- б) наявність хімічно активного середовища (постійно або довго утримуються агресивні пари, гази, рідина, утворюється грибок, які руйнують ізоляцію і струмоведучі частини електроустаткування);
- в) наявність одночасно двох або більше умов підвищеної небезпеки.

3. Умови без підвищеної небезпеки ураження людей електричним струмом: відсутність умов, що створюють підвищену небезпеку.

Наведена класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом рівнозначна класифікації умов робіт за ступенем електробезпеки за ГОСТом 12.1.013-78.

Більшість будівельно-монтажних робіт виконується в умовах особливої небезпеки: бетонні і залізобетонні, обробні (мокрі процеси), електропрогрівання ґрунту, бетону, залізобетону тощо, роботи електрозварювань усередині ємностей.

До робіт в особливо небезпечних умовах за ступенем електробезпеки належать будівельно-монтажні роботи, які виконуються на відкритому повітрі, зокрема, під навісами і за сітчастими огорожами, де залежно від погодніх умов можлива наявність особливої вогкості, провідного ґрунту, підвищеної температури повітря.

Категорію приміщень і умов робіт за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом визначають особи, відповідальні за електрогосподарство, сумісно з технологами, виходячи з місцевих умов і згідно з вищенаведеною класифікацією.

## 10.9. Технічна документація електрогосподарства

Технічна документація електрогосподарства, правильність її ведення виконують дуже важливу роль в організації безпечної експлуатації електроустановок. Тимчасовий характер електричних мереж будівельних майданчиків, мобільність електричних схем і інші специфічні особливості експлуатації електрогосподарства при виробництві будівельно-монтажних робіт є вкрай важливими у веденні технічної документації.

Технічну документацію електроустановок напругою до 1000 В можна поділити на два види: приймально-здавальна та експлуатаційна.

Наявність і ведення в процесі експлуатації відповідної технічної документації повинна забезпечити особа, відповідальна за електрогосподарство організації (підрозділу). Нижче поданий зразковий перелік основної технічної документації електрогосподарства будівельного об'єкта.

*Приймально-здавальна технічна документація:*

- проект виробництва робіт — розділ “Електропостачання, електрообладнання, електробезпека”;
- проект виробництва бетонних робіт з електропрогріванням (за необхідності виконання цих робіт);
- виконавча документація на виконанні електромонтажні роботи з урахуванням усіх змін і відхилень від проекту виробництва робіт або проекту організації будівництва об'єкта, якщо для електропостачання будівництва використовують постійні мережі;
- виконавчі креслення заземлюючих пристроїв з прив'язанням до постійних або тимчасових споруд і даними із конструктивного виконання заземлюючого пристрою;
- акти на роботи із прокладання кабелів і встановлення опор ПЛЛ, а також монтаж заземлюючих пристроїв;
- акти контрольних перевірок габаритів перетинів і переходів ПЛЛ;
- акти (протоколи) випробувань і перевірок, зокрема: вимірювання опору ізоляції електромережі і всіх приєднаних електроприймачів; вимірювання опору розтікання заземлюючих пристроїв; перевірки цілості (наявність ланцюга) мережі занулення (заземлення); перевірки опору ланцюга фаза — нуль (у мережі з глухозаземленою нейтраллю); випробування захисних засобів;
- заводські паспорти та інструкції з експлуатацій електроустановок і електроустаткування.

*Експлуатаційна технічна документація:*

- накази про призначення особи, відповідальної за електрогосподарство, його заступника, а також про закріплення електромонтерів (електрослюсарів) за кожним будівельним об'єктом і покладання на них відповідальності за безпечну і надійну експлуатацію електроустановок;
- затверджена з урахуванням місцевих умов інструкція для особи, відповідальної за електрогосподарство організації (підрозділи);

- комплект інструкцій, затверджених в установленому порядку, для електромонтерів (електрослюсарів) і робочих будівельних професій, які обслуговують будівельні механізми і машини з електроприводом. Повні комплекти інструкцій повинні бути в особи, відповідальної за електрогосподарство, і на робочому місці електромонтера (електрослюсара) будівельного майданчика. Інструкції слід перезатверджувати не рідше одного разу на 3 роки і коректувати при зміні умов експлуатації (схем підключення тощо), а також при змінах у правилах і директивних матеріалах;
- журнал перевірки знань ПТЕ і ПТБ електротехнічного і технологічного персоналу організації (II—V групи);
- журнал перевірки знань із техніки безпеки у персоналу I кваліфікаційної групи;
- журнал реєстрації первинного, повторного, позапланового і поточного інструктажів із охорони праці;
- журнал обліку захисних засобів (з протоколами періодичних випробувань захисних засобів);
- оперативний (експлуатаційний) журнал, який веде черговий електромонтер (електрослюсар) будівельного майданчика. У ньому фіксуються: час прийому і здавання зміни, виявлені несправності електрообладнання і роботи з їх усунення, розпорядження на виробництво робіт та ін.;
- схема магістральних електромереж об'єкта;
- журнал обліку основного електрообладнання будівельного майданчика і зварювальних пристроїв (з технічною характеристикою та інвентарними номерами);
- журнал обліку ручних електричних машин, переносних світильників, допоміжного устаткування, приладів електровимірювань;
- журнал видачі на руки ручних електричних машин, переносних світильників, допоміжного устаткування і захисних засобів;
- журнал профілактичних випробувань ручних електричних машин, знижувальних трансформаторів, перетворювачів частоти, зварювальних пристроїв;
- річний графік капітальних і поточних ремонтів електрообладнання, планових і технічних оглядів;
- річний графік профілактичних випробувань електрообладнання та електромереж;

- акти передачі в тимчасове користування електрообладнання субпідрядним організаціям зі встановленням меж відповідальності;
- паспорти заземлюючих пристроїв електроустановок будівельного майданчика;
- протоколи вимірювання: опору заземлюючих пристроїв, опору ізоляції, перевірки цілості (наявність ланцюга) мережі занулення (заземлення), опору ланцюга фаза — нуль;
- перелік робіт, які виконуються оперативно-ремонтним персоналом у порядку поточної експлуатації і за розпорядженням, із вказівкою робіт, які виконуються не менше ніж двома особами.

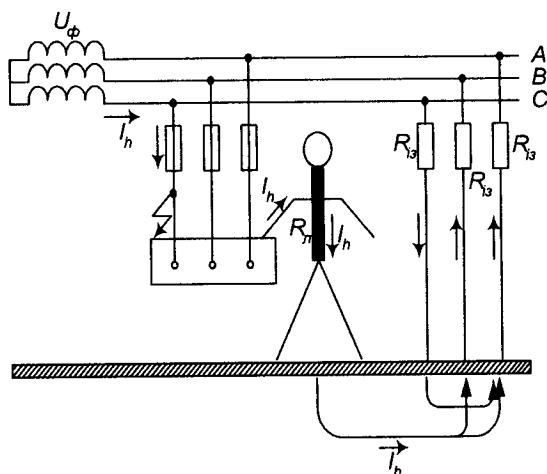
## **10.10. Захисне заземлення, занулення, захисне відключення**

### **10.10.1. Призначення, діапазон застосування і фізична суть захисного заземлення**

Заземлення призначається для захисту від ураження електричним струмом при дотику до струмонепровідних металевих частин електроустановки, що виявилися під напругою, і застосовується в електроустановках напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю і напругою вище 1000 В з будь-яким режимом нейтралі.

Фізична суть захисного заземлення полягає у тому, що навмисно створене електричне з'єднання між металевим корпусом устаткування, що захищається, і землею достатньо малі порівняно з опором тіла людини. Це дозволяє понизити струм через тіло людини до допустимої величини. Пояснимо це на прикладі електричної мережі до 1000 В з ізольованою нейтраллю (рис. 10.11).

Якщо металевий незаземлений корпус електроприймача внаслідок порушення ізоляції виявився сполученим зі струмопровідною частиною електроустановки, то напруга такого корпусу відносно землі стає рівною фазній, а дотик людини до нього прирівнюється дотику до неізольованої струмопровідної частини. При цьому струм, що проходить через тіло людини, визначається з виразу (10.29). За несприятливих обставин цей струм може досягти небезпечних для людини значень.



**Рис. 10.11. Дотик людини до незаземленого електрообладнання в мережі з ізольованою нейтраллю за наявності замикання на корпус**

$$U_{np} = I_h R_ч = 0,11 \times 1000 = 110 \text{ В} \quad (10.29)$$

Ідея захисного заземлення полягає в створенні паралельно до тіла людини з'єднання корпусів устаткування із землею з опором, значно меншим, ніж опір тіла людини з тим, щоб струм, проходячи через людину, не досягав небезпечних значень при дотику до частин устаткування, що виявилися під напругою.

За наявності заземлення (рис. 10.12) струм, що проходить через людину, визначається таким чином.

З паралельного з'єднання опорів заземлення  $R_з$  і людини  $R_ч$ , витікає, що

$$I_h = I_{заз} \frac{U_{заз}}{R_ч}, \text{ А}, \quad (10.30)$$

де  $I_{заз}$  — загальний струм через обидва опори, А.

$$I_{заз} = \frac{U_\phi}{R_{заз} + \frac{r_{із}}{3}}, \text{ А}, \quad (10.31)$$

де  $R_{заз}$  — загальний опір  $R_ч$  і  $R_з$ , Ом;

$$R_{\text{заз}} = \frac{R_x R_s}{R_x + R_s}, \text{ Ом} \quad (10.32)$$

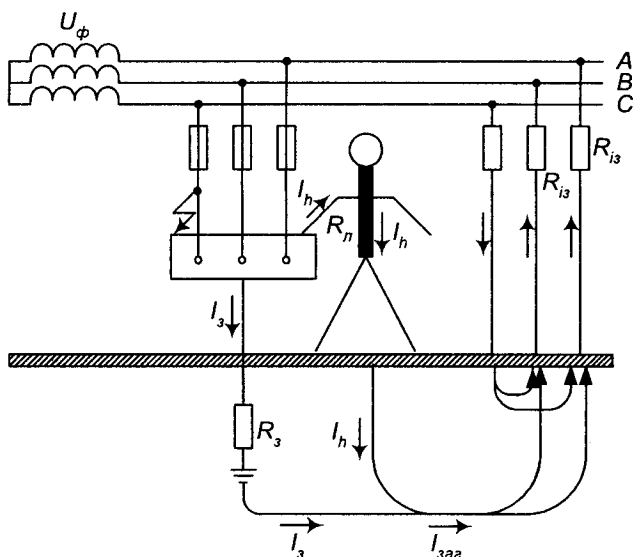


Рис. 10.12. Принципова схема захисного заземлення

Підставляючи значення  $R_{\text{заз}}$  і  $I_{\text{заз}}$  у рівняння (10.30) і, зробивши прості перетворення, отримаємо:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_x + \frac{R_{is}}{3} \frac{R_x + R_s}{R_s}}, \text{ А} \quad (10.33)$$

Враховуючи, що  $R_s$  набагато менше за  $R_{is}$  і  $R_x$ , наведений вираз спрощуємо до вигляду:

$$I_h = \frac{3U_\phi}{R_x R_{is}} R_s, \text{ А} \quad (10.34)$$

Приймаючи  $R_s = 4 \text{ Ом}$ , струм через людину в вищерозглянутому прикладі складе:

$$I_h = \frac{3 \times 220}{1000 \times 3000} \times 4 = 0,00088 \text{ А} = 0,88 \text{ мА}$$

Цей струм не представляє небезпеки для людини.

Напруга дотику в цьому випадку також значно нижча, ніж за відсутності заземлення:

$$U_{np} = 0,00088 \times 1000 = 0,88 \text{ В}$$

З наведеного прикладу наочно видно фізичну суть захисного заземлення як засобу захисту від ураження людини при дотику до струмонепровідних частин устаткування, що виявилися під напругою.

Згідно з вимогами ПУЕ, найбільше допустиме значення опору розтікання струму заземлюючого пристрою захисного заземлення установок напругою до 1000 В із ізольованою нейтраллю складає 10 Ом — при сумарній потужності джерел живлення цієї мережі не більше за 100 кВт і чотирма — в решті випадків. Усе це викладено в ГОСТ 12.1.030-81.

### **10.10.2. Призначення, діапазон застосування та фізична суть занулення**

Занулення призначається для захисту від ураження електричним струмом при дотику до струмонепровідних металевих частин електроустановок, що виявилися під напругою, і застосовується в електроустановках напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю (трифазних чотирьохдротяних) або з глухозаземленим виводом джерела однофазного струму (рис. 10.13).

Фізична суть занулення полягає у тому, що завдяки навмисно виконаному за допомогою нульового захисного провідника металевому зв'язку корпусів устаткування з глухозаземленою нейтраллю джерела живлення, будь-яке замикання на корпус перетворюється на однофазне коротке замикання з подальшим автоматичним вимкненням аварійної ділянки від мережі апаратами захисту (запобіжниками, автоматичними вимикачами тощо).

Необхідно відзначити ще одну захисну властивість системи занулення. Металеві струмонепровідні частини електроустановок, сполучені за допомогою нульового захисного провідника з глухозаземленою нейтраллю джерела живлення, виявляються одночасно заземленими через заземлюючий пристрій робочого заземлення нейтралі. Це заземлення в аварійний період, тобто з моменту замикання на корпус до автоматичного вимкнення пошкодженої ділянки від мережі, сприяє зниженню напруги корпусу відносно

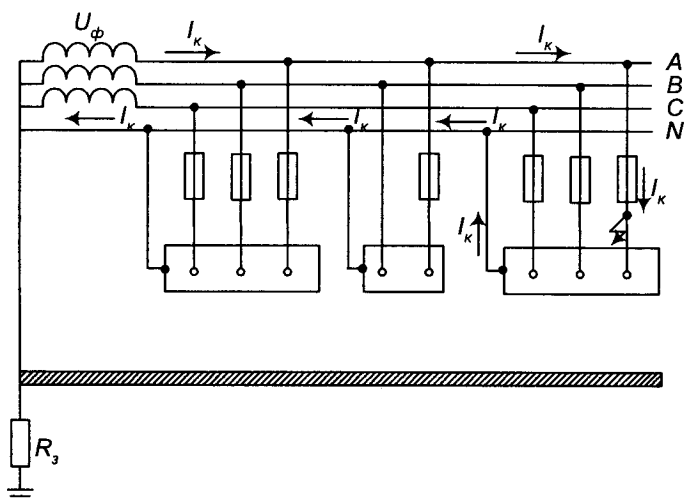


Рис. 10.13. Принципова схема занулення

землі аналогічно до того, як це відбувається при захисному заземленні.

Таким чином, на час роботи апаратів захисту робоче заземлення з глухозаземленою нейтраллю виконує функції захисного заземлення, що знижує небезпеку ураження людини, яка торкнулася в цей момент до корпусу, що виявився під напругою.

Чи можливе в системі з глухозаземленою нейтраллю застосування захисної міри заземлення, а не занулення?

Припустимо, що в мережі з глухозаземленою нейтраллю корпус електроприймача заземлений (рис. 10.14).

При замиканні фази на корпус виникне струм замикання через землю:

$$I_s = \frac{U_\phi}{R_0 + R_s}, \text{ А} \quad (10.35)$$

При цьому напруга корпусу відносно землі:

$$U_k = I_s R_s = U_\phi \frac{R_s}{R_0 + R_s}, \text{ В}, \quad (10.36)$$

де  $U_\phi$  — фазна напруга мережі;  $R_0, R_s$  — відповідно, опір заземлення нейтралі і корпусу електроприймача, Ом.



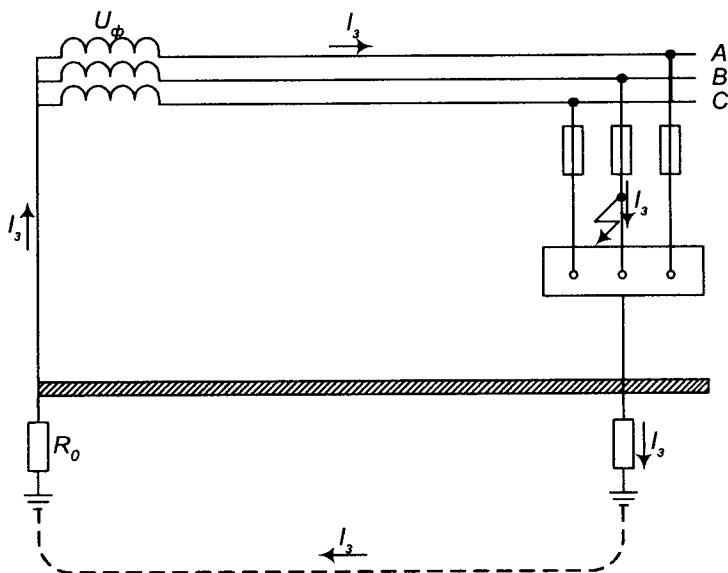


Рис. 10.14. Схема заземлення устаткування з глухозаземленою нейтраллю з напругою до 1000 В

Опорами дротів і обмотування трансформатора нехтуємо, оскільки вони набагато менші, ніж опори  $R_0$ ,  $R_s$ .

Якщо прийняти, наприклад,  $R_0 = R_s = 4$  Ом, то при напрузі мережі 380/220 В:

$$I_s = \frac{220}{4+4} = 27,5 \text{ А},$$

а напруга корпусу відносно землі:

$$U_{\kappa} = 220 \frac{4}{4+4} = 110 \text{ В}$$

Такий струм може забезпечити надійне спрацювання захисту тільки в тому випадку, якщо номінальний струм плавкої вставки запобіжника виявиться не більшим за 10 А, або номінальний струм спрацювання максимального розчеплювача автомата не більшим за 20 А. При великих номінальних струмах спрацювання апаратів захисту вимкнення не відбудеться, і небезпечна

напруга корпусу відносно землі може стати причиною ураження струмом людини, що торкнулася до пошкодженого устаткування.

Надійне спрацьовування захисту може бути забезпечене за рахунок збільшення струму замикання шляхом зменшення опору ланцюга. Це досягається введенням у схему нульового захисного провідника, тобто зануленням. При цьому з ланцюга замикання виключаються як опір заземлення нейтралі, так і опір заземлення електроприймача (див. рис. 10.13).

Таким чином, у трифазних мережах із напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю безпека при замиканні фази на корпус може бути забезпечена тільки за допомогою занулення. Застосовувати в таких мережах захисне заземлення металевих корпусів електроприймачів без електричного зв'язку їх із нейтральною точкою джерела живлення, тобто без занулення, забороняється. Не можна також у мережі, де прийняте занулення одних електроприймачів, застосовувати заземлення інших без з'єднання з глухозаземленою нейтраллю (рис. 10.15).

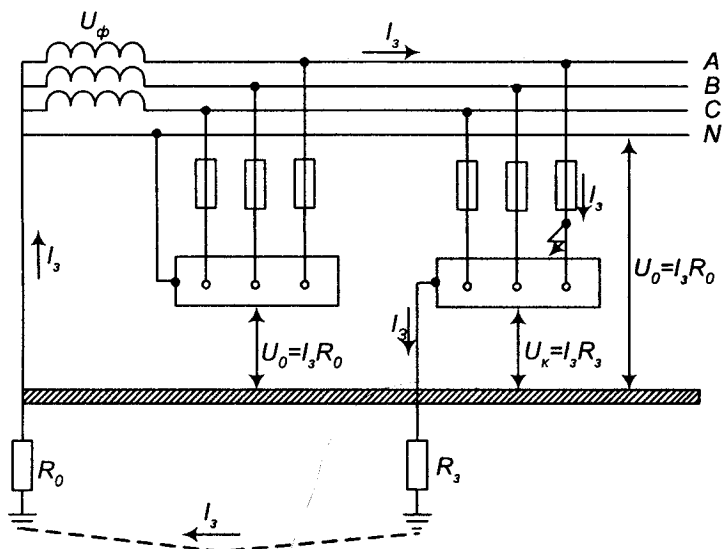


Рис. 10.15. Схема занулення одних корпусів і заземлення інших в одній мережі

При замиканні фази на заземлений, але незанулений корпус, крім неефективності захисту, про що було сказано вище, має місце ще один, не менш небезпечний, чинник: корпуси занулених струмоприймачів і нульовий захисний дріт виявляться під напругою відносно землі  $U_s = I_s R_0$ . Тому застосування подібної схеми категорично заборонене. У той же час заземлення зануленого корпусу не погіршує захисну дію занулення, а, навпаки, покращує умови безпеки, оскільки, будучи повторним заземленням нульового дроту, сприяє зниженню напруги дотику на аварійних корпусах, а також забезпечує певний рівень безпеки при обриві нульового дроту.

Робоче заземлення нейтралі в мережах із глухозаземленою нейтраллю до 1000 В виконує щонайменше дві функції: захищає від появи напруги первинної обмотки в мережі вторинної обмотки трансформатора і знижує до безпечного значення напруги занулених частин електроустановок і нульового захисного провідника по відношенню до землі при замиканні фазних дротів безпосередньо на землю або на незанулені частини устаткування.

Перша функція заземлення нейтралі здійснюється досить просто завдяки дотриманню вимог ПУЕ щодо нормованого опору заземлення нейтралей і відповідного налаштування захисту з боку первинної обмотки трансформатора. Щодо другого призначення заземлення нейтралі, то, як видно з рис. 10.16, а, при замиканні фази на землю в мережі з глухозаземленою нейтраллю напругу цієї фази можна представити як суму падіння напруги на опорі замикання фази на землю  $R_{зм}$  і падіння напруги на опорі заземлення нейтралі  $R_0$ , тобто:

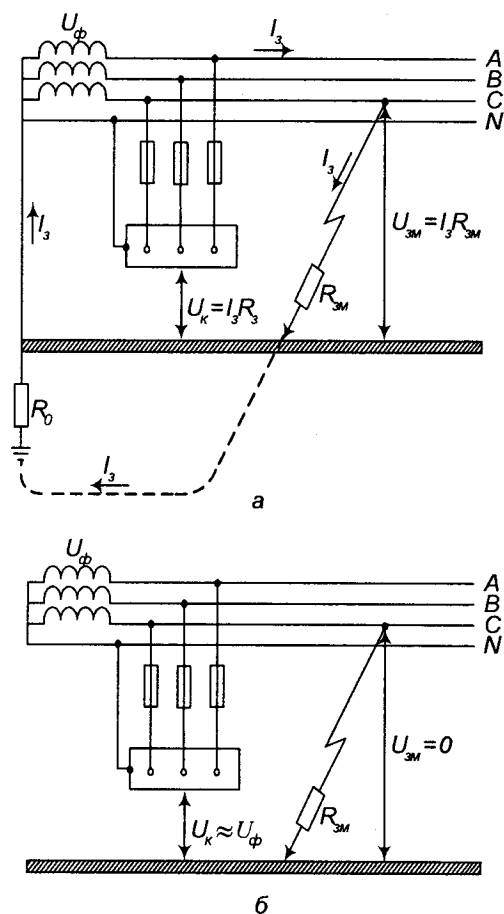
$$U_{\phi} = U_{зм} + U_0, \text{ В} \quad (10.37)$$

$$U_0 = I_s R_0 = U_{\phi} \frac{R_0}{R_{зм} + R_0}, \text{ В} \quad (10.38)$$

Падіння напруги на опорі заземлення нейтралі  $U_0$  і є тією напругою  $U_h$ , під якою в цьому випадку знаходиться нульовий захисний провідник і занулені корпуси устаткування по відношенню до землі.

Враховуючи, що опори  $R_{зм}$  мають, зазвичай, значення порядку сотень Ом, нормовані ПУЕ опори заземлення нейтралей забезпечують значення  $U_0$  в межах допустимого.

Таким чином, заземлення нейтралі в мережах до 1000 В при замиканні фази на землю забезпечує зниження напруги зануле-



**Рис. 10.16.** Замикання фази на землю в трифазній чотирьохдротній мережі з глухозаземленою (а) та ізолюваною (б) нейтраллю за наявності занулення

них частин устаткування по відношенню до землі до допустимого значення.

У той же час застосування занулення в мережах до 1000 В з ізолюваною нейтраллю суворо заборонене. У цьому випадку (рис. 10.16, б) замикання фази на землю призвело б до появи на занулених частинах устаткування по відношенню до землі напруги

$U_k$ , яка майже дорівнює фазній напрузі мережі, що є смертельно небезпечною для людей. Напруга непошкоджених фаз по відношенню до землі збільшилася б майже до лінійної.

Згідно з вимогами ПУЕ, опір заземлюючого пристрою, до якого приєднані нейтралі генераторів і трансформаторів, повинен бути не більшим 2 Ом — для електроустановок напругою 660/380 В, 4 Ом — для електроустановок напругою 380/220 В і 8 Ом — для електроустановок напругою 220/127 В.

При питомому електричному опорі землі  $\rho$ , який перевищує 100 Ом  $\times$  м, можна підвищувати вказані значення в  $\rho/100$  разів (але не більше, ніж у 10).

Необхідні опори заземлення нейтралей повинні бути забезпечені з урахуванням використання природних заземлювачів, а також заземлювачів повторних заземлень нульового дроту повітряних ЛЕП при кількості ліній, які відходять, не менше двох. Проте, опір штучних заземлювачів у цих заземлюючих пристроях повинен бути не більший за 15 Ом для електроустановок напругою 660/380 В, 30 Ом для електроустановок напругою 380/220 В і 60 Ом для електроустановок напругою 220/127 В, якщо нижчі опори не потрібні за умов блискавкозахисту. Згідно з технічним циркуляром “Використовування залізобетонних фундаментів промислових будівель як заземлювачів” № 9-6-186/78 від 29.12.78, ця вимога не є обов’язковою у разі використання фундаментів залізобетонних будівель як заземлювачів. Необхідні опори заземлюючих пристроїв повинні бути забезпечені у будь-який час року з урахуванням стану землі (висихання, промерзання).

Для природних заземлювачів, які знаходяться нижче за глибину промерзання, а також для заземлювачів, які знаходяться в землі, що промерзла, не потрібне введення поправкових коефіцієнтів, що враховують сезонні зміни питомого опору землі.

Для електроустановок різних призначень і напруг слід застосовувати один загальний заземлюючий пристрій. У цьому випадку опір заземлюючого пристрою повинен відповідати вимогам до заземлення тих електроустановок, для яких необхідний якнайменший опір заземлюючого пристрою.

### 10.10.3. Устаткування, що підлягає заземленню та зануленню

Заземлення (занулення) електроустановок слід виконувати:

- при напрузі змінного струму 380 В і вище й постійного струму 440 В і вище — у всіх електроустановках;
- при номінальних напругах змінного струму, вищого за 42 В, і постійного струму, вищого за 110 В — в електроустановках, розміщуваних у приміщеннях з підвищеною небезпечкою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках;
- у вибухонебезпечних установках — за будь-якої напруги змінного і постійного струму.

До частин, які підлягають заземленню (зануленню), належать:

- металеві корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників, пересувних електроустановок і переносних електроприймачів тощо;
- металоконструкції розподільних пристроїв, каркаси щитів, пультів, шаф, з'ємні частини конструкцій, якщо на них встановлено електроустаткування напругою змінного струму, вищою за 42 В, або постійного струму, вищою за 110 В;
- металеві кабельні конструкції, металеві кабельні сполучні муфти, металеві оболонки та броня контрольних і силових кабелів (на початку і в кінці траси), металеві оболонки дротів, сталеві труби електропроводки, троси і сталеві смуги, на яких закріплені кабелі і дроти (окрім тросів і смуг, по яких прокладені кабелі і дроти із заземленою або зануленою металевією оболонкою чи бронею), інші металоконструкції, пов'язані з установкою електрообладнання;
- залізобетонні та металеві опори повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ;
- електрообладнання, встановлене на опорах повітряних ліній електропередачі;
- електрообладнання, розміщене на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів.

Заземленню (зануленню) не підлягають:

- корпуси електрообладнання, встановленого на заземлених (занулених) металевих конструкціях, за умови забезпечення між ними надійного електричного контакту, для чого на

опорних поверхнях повинні бути передбачені зачищені й незабарвлені місця;

- з'ємні або ті, що відкриваються, частини металевих каркасів розподільних пристроїв, шаф, огорож, дверей тощо, якщо на цих частинах не встановлене електрообладнання, що підлягає заземленню (зануленню);
- корпуси електроприймачів із подвійною ізоляцією і корпуси електроприймачів, що вмикаються до мережі через розділяючий трансформатор;
- арматура ізоляторів, відтяжки, кронштейни й освітлювальна арматура при встановці їх на дерев'яних опорах повітряних ліній електропередачі, якщо заземлення не потрібне за умов захисту від атмосферних перенапружень. У разі прокладки по дерев'яній опорі кабеля з металевою заземленою оболонкою або неізольованого заземлюючого провідника перераховані частини повинні бути заземлені (занулені);
- рейкові шляхи (окрім кранів), що виходять за територію електростанцій, підстанцій, розподільних пристроїв і промислових підприємств.

#### 10.10.4. Основні вимоги до системи занулення

Система занулення виконає свої захисні функції у випадку замикання струмоведучих частин на корпус, якщо буде здійснене надійне автоматичне вимкнення ушкодженої ділянки мережі з мінімально можливим часом спрацьовування апаратів захисту й знижено до допустимого значення напруги дотику, що виникає при замиканнях на корпус (протягом часу роботи захисних пристроїв) і на землю.

Виходячи із принципу дії занулення, апарати захисту від коротких замикань повинні бути у всіх фазах живильної мережі.

Надійність і час роботи апаратів захисту при замиканні фази на занулений корпус визначаються значенням струму однофазного короткого замикання  $I_k$ , що повинен задовольняти умови:

$$I_k \geq KI_{ном}, \quad (10.39)$$

де  $I_{ном}$  — номінальний струм спрацьовування апарату захисту, А;  $K$  — коефіцієнт кратності струму однофазного замикання стосовно номінального струму спрацьовування апарату захисту.

Згідно з вимогами ПУЕ, значення  $K$  приймається залежно від типу апарата, захисту й характеристики електроустановки. Значення  $I_k$  залежить від фазної напруги  $U_\phi$  й опору ланцюга замикання (ланцюга фаза — нуль), що складається з активних і реактивних опорів: живильного трансформатора; фазного проведення мережі; мережі занулення; перехідних опорів у місці замикання, контактів апаратів тощо.

На повному опорі ланцюга фаза — нуль позначається також конструктивне виконання живильної мережі (повітряна лінія, кабель, проведення в сталевих трубах), взаємне розташування фазних і нульового захисного провідників і деякі інші чинники.

Повний опір трансформатора залежить від його потужності й схеми сполуки обмоток. Зі збільшенням потужності трансформатора опір його зменшується.

Активний опір фазних і нульових захисних провідників визначається їхнім матеріалом і перерізом, а зовнішній індуктивний опір — відстанню між ними. Чим далі один від одного перебувають фазний і нульовий захисний провідники, тим більший зовнішній індуктивний опір ланцюга фаза — нуль. Тому з огляду зменшення опору ланцюга фаза — нуль, фазні й нульовий захисний провідники варто прокладати спільно або дуже близько один від одного.

Згідно з вимогами ПУЕ, в мережах напругою до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю струм однофазного короткого замикання,  $A$ , у ланцюзі фаза — нуль визначається за наближеною формулою:

$$I_k = \frac{U_\phi}{Z_n + \frac{Z_m}{3}}, \quad (10.40)$$

де  $Z_n$  — повний опір мережі, Ом;  $Z_m$  — повний опір живильного трансформатора струму замикання на корпус, Ом.

Ця формула дає деяку погрішність у бік збільшення повного опору ланцюга фаза — нуль, тобто у бік запасу, і дозволяє на стадії проектування оцінити ефективність системи занулення.

Повний опір ланцюга “фазне проведення — нульовий захисний провідник” розраховується за формулою:

$$Z_n = \sqrt{(r_\phi + r_n)^2 + (x'_\phi + x'_n)^2}, \quad (10.41)$$



де  $r_\phi$  й  $x_\phi'$  — відповідно, активний і внутрішній індуктивний опір фазного проведення, Ом;  $r_n$  і  $x_n'$  — те ж, для нульового захисного провідника, Ом;  $x'$  — зовнішній індуктивний опір ланцюга фаза — нуль, Ом.

Згідно з вимогами ПУЕ, повна провідність нульового захисного провідника у всіх випадках повинна бути не менше 50 % повної провідності фазного провідника. Але не завжди виконання цієї вимоги є достатнім для забезпечення необхідної кратності струму замикання на корпус, і тоді необхідно збільшити провідність нульових захисних провідників. У деяких випадках Правила вимагають рівних перетинів фазних і нульових захисних провідників.

При використанні в якості нульових захисних провідників четвертих жил кабелів, алюмінієвих оболонки кабелів і сталевих труб електропроводок зовнішній індуктивний опір можна не враховувати. В інших випадках для практичних розрахунків приймається  $x' = 0,6$  Ом/км.

У трансформаторів зі схемою сполуки обмоток “трикутник — зірка” й “зірка — зигзаг” повний опір у середньому в 3 рази менший, ніж у трансформаторів зі схемою сполуки обмоток “зірка — зірка”.

Таким чином, ціль розрахункової перевірки системи занулення полягає в знаходженні струму однофазного короткого замикання, визначенні кратності цього струму щодо номінального струму спрацьовування апарату захисту й відповідності системи вимогам ПУЕ. З огляду на наближений характер цього розрахунку, гарантією ефективності системи занулення є обов'язкова перевірка ланцюга фаза — нуль під час приймально-здавальних і профілактичних випробувань.

У випадку, якщо кратність струму однофазного замикання менша за потрібну, слід вжити відповідних заходів, а саме:

- збільшення провідності нульових захисних провідників;
- вибір раціональних трас і способів прокладання струмоведучих і нульових захисних провідників, що забезпечують скорочення довжини й зменшення зовнішнього індуктивного опору ланцюга фаза — нуль;
- наближення електроприймача по мережі до джерела живлення;
- збільшення перетинів фазних провідників.

Основні заходи, що забезпечують здатність вимикати системи занулення, зводяться до таких:

- забезпечення необхідної ПУЕ кратності струму однофазного короткого замикання стосовно номінального струму апарату захисту;
- забезпечення провідності нульових захисних провідників у всіх випадках не менш 50 % провідності фазних проводів;
- застосування трансформаторів із групою з'єднань “трикутник — зірка” й “зірка — зигзаг”;
- установка апаратів захисту на всіх ділянках у всіх фазах живильної мережі;
- відсутність комутаційних пристроїв й апаратів захисту в нульових провідниках;
- виконання індивідуального захисту електроприймачів. У випадку застосування групового захисту система занулення повинна бути виконана таким чином, щоб вимкнення відбувалося при однофазних замиканнях у кожному із приєднаних електроприймачів;
- установка апаратів захисту з номінальними струмами спрацьовування, що не перевищують розрахункових значень;
- сувора заборона застосування некаліброваних (саморобних) плавких вставок.

При проектуванні й монтажі електропостачання будівельних майданчиків, з огляду на підвищену небезпеку виробництва будівельних робіт, особливо на відкритому повітрі, вимоги до забезпечення здатності, що вимикає, системи занулення не повинні знижуватися.

Забезпечення безпеки дотику до занулених корпусів в аварійний період — захисна функція системи занулення, і повинна виконуватися у двох аварійних режимах: при замиканнях фази на землю — завдяки заземленню нейтралі; при замиканні фази на занулені корпуси обладнання — за допомогою “повторного” заземлення нульового захисного провідника.

Повторне заземлення нульового захисного провідника застосовується для зниження напруги занулених конструкцій і нульового захисного провідника щодо землі під час замикання на корпус.

При замиканні фази на корпус напруга нульового захисного провідника й занулених корпусів у місці замикання й за ним стосовно землі  $U_u$ , В, дорівнює падінню напруги в повному опорі нульового захисного провідника  $Z_{на}$ , Ом.

Згідно з вимогами ПУЕ, повторні заземлення нульового захисного провідника варто виконувати на кінцях повітряних ліній (або

відгалужень) довжиною більше 200 м, а також на введеннях повітряних ліній у будинки, електроустановки яких підлягають зануленню.

При розміщенні електроустановок, що підлягають зануленню, поза будинками з живленням по повітряній лінії відстань від електроустановки до найближчого заземлювача повторного заземлення нульового проведення лінії або до заземлювача нейтралі джерела живлення повинна бути не більшою ніж 100 м (по трасі лінії).

Для пристрою повторних заземлень, насамперед, варто використовувати природні заземлювачі, наприклад, залізобетонні опори або заземлюючі пристрої для захисту від грозових перенапруг.

Загальний опір заземлюючих пристроїв усіх повторних заземлень нульового проводу кожної повітряної лінії електропередачі повинен бути не більшим ніж 5 Ом для електроустановок напругою 660/380 В, 10 Ом для — електроустановок 380/220 В, 20 Ом — для електроустановок 220/127 В. При цьому опір заземлюючого пристрою кожного з повторних заземлень повинен бути не більшим ніж 15 Ом для електроустановок напругою 660/380 В, 30 — для електроустановок 380/220 В, 60 — для електроустановок 220/127 В.

ПУЕ пропонують виконувати повторні заземлення нульового захисного провідника тільки на повітряних лініях, тому що саме в цих умовах найбільш імовірний обрив нульового захисного провідника.

Проте для зниження напруги дотику при замиканні на корпус, особливо в умовах будівельного майданчика, варто рекомендувати пристрій повторних заземлень нульового захисного провідника на кабельних уведеннях у споруджувані будинки, а також поблизу вилучених електроустановок, розташованих поза будинками, при живленні їх шланговим кабелем за максимального використання природних заземлювачів. Залежно від конкретних умов місця повторних заземлень нульового проводу слід узгоджувати при проведенні проектних робіт.

### **10.10.5. Виконання заземлень і занулень електроустановок**

**Електросилові установки.** Заземлення (занулення) електросилових установок у будівництві проводиться, зазвичай, із використанням у якості заземлюючого (нульового захисного) провідника окремої жили живильного кабеля або спеціально передбаченого для цієї ж мети проведення, прокладеного разом зі струмоведучими проводами.

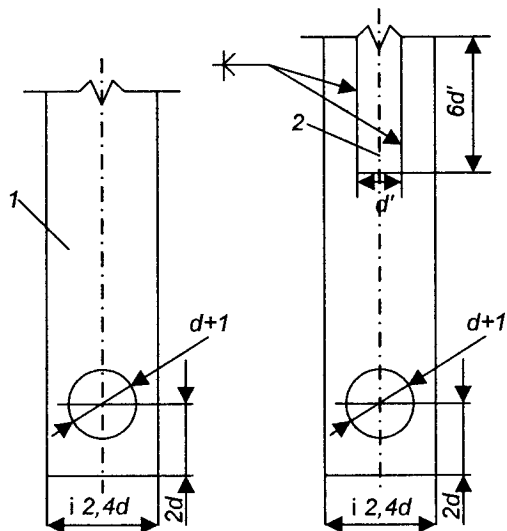
Електроустаткування, встановлене на віброуючих основах, що рухаються, або часто демонтуються, заземлюються (занулюються) за допомогою гнучких перемичок між корпусом електродвигуна й нерухою заземленою (зануленою) основою або нерухомим заземлюючим (нульовим захисним) провідником.

Сталеві заземлюючі (нульові захисні) провідники приєднуються до корпусів апаратів (щитків, шаф тощо) за допомогою болтових з'єднань. Контактні поверхні повинні бути зачищені до металевого блиску й змазані тонким шаром технічного вазеліну.

Установлені на заземлених (занулених) каркасах (корпусах) щитків, шаф, ящиків електричні апарати в металевому корпусі додаткового заземлення (занулення) не вимагають. Також не вимагають додаткового заземлення (занулення) щитки, шафи та ящики з електроустаткуванням, установлені на заземлених (занулених) основах (опорах). При цьому між заземленою (зануленою) основою й установленим на ній апаратом, щитком, ящиком у металевому корпусі має бути забезпечений надійний металевий контакт.

Металеві дверцята електроконструкцій, якщо на них установлене електроустаткування, що підлягає заземленню, повинні заземлюватися за допомогою гнучких мідних перемичок між дверцятами й нерухомим заземленим каркасом електроконструкцій (рис. 10.17).

Не потрібно навмисне заземлювати знімні частини або частини, що відкриваються, конструкцій, на яких установлене заземлене електроустаткування, за умови забезпечення надійного електричного контакту між цими конструкціями й установленим на них заземленим електроустаткуванням.



**Рис. 10.17. Приєднання сталевих заземлюючих (нульових захисних) провідників до корпусів апаратів:** 1, 2 — провідники зі сталі відповідно, смугової і круглої;  $d$  — діаметр заземлюючого (занулюючого) болта на апараті;  $d'$  — діаметр заземлюючого (нульового захисного) провідника із круглої сталі

Пересувні електроустановки напругою до 1000 В прийнято класифікувати в такий спосіб:

- 1) пересувні електричні станції;
- 2) пересувні механізми, що живляться від стаціонарних або пересувних джерел енергії (крани, компресори, зварювальні установки тощо);
- 3) пересувні механізми, які мають у своєму корпусі власні електричні станції (генератори), розташовані на загальній металевій рамі, що обслуговують тільки ці механізми (екскаватори, авто- і пневмоколесні крани, зварювальні агрегати й ін.).

Пересувні електростанції, які можуть бути як з ізолюваною, так і з глухозаземленою нейтраллю, повинні мати заземлюючі (занулюючі) пристрої, виконані як для стаціонарних електроустановок. Їх і пересувні механізми, що живляться від них, заземлювати не потрібно, якщо механізми (не більше двох) живляться від

спеціально призначеної для них пересувної електростанції й перебувають на відстані не більше 50 м від електростанції, а корпуси електростанції й механізмів мають металевий зв'язок за допомогою сполучних провідників.

Інвентарні заземлювачі пересувних електроустановок повинні виконуватися згідно з вимогами Держстандарту ГОСТ 12.1.030-81 "Електробезопасность. Защитное заземление, зануление". Згідно з цим стандартом, прийняті заземлювачі стрижневого типу діаметром 15 мм трьох типорозмірів: 1180, 1500 й 2000 мм із глибиною занурення в ґрунт відповідно 580, 900 й 1400 мм. Стрижні повинні бути виготовлені зі сталі марки сталь 35, мати антикорозійне покриття й бути багаторазового використання без поломок і деформацій у звичайних ґрунтах не менше 120 разів.

При спорудженні заземлюючих пристроїв пересувних електроустановок відповідно до вимог необхідно максимально використати природні заземлювачі.

У випадку зміни місця й способу живлення пересувної електроустановки потрібно знову перевіряти опір спорудженого заземлюючого пристрою, цілість заземлюючих і нульових захисних провідників. Цілість нульового захисного проводу варто перевіряти по всій його довжині — від пересувної електроустановки до нульової точки джерела живлення.

Для пересувних механізмів, що живляться від стаціонарних або пересувних джерел енергії, виконується заземлення (у мережі з ізолюваною нейтраллю) шляхом устрою металевого зв'язку із заземлюючим пристроєм джерела живлення або шляхом спорудження власного заземлюючого пристрою (при значному віддаленні від джерела живлення). В останньому випадку вкрай бажаний металевий зв'язок заземлюючих пристроїв споживачів із заземлюючим пристроєм джерела живлення; занулення (у мережі із глухозаземленою нейтраллю) шляхом металевого зв'язку з нейтраллю джерела живлення.

Корпуси електроприймачів, встановлених на пересувних механізмах, повинні мати надійний металевий зв'язок із корпусом механізму. Для здійснення металевого зв'язку корпусів пересувних електроустановок із заземлюючим пристроєм або нейтраллю джерела живлення використовують спеціально призначені для цього нульові захисні жили кабелів або нульові захисні проводи повітряних ліній електропередачі.

ПУЕ, ГОСТ 12.1.030-81, ДНАОП 0.00-5.05-95 [6] висувають низку вимог до заземлення (занулення) будівельних баштових кранів, що пересуваються по рейкових шляхах.

Металеві корпуси електроустаткування крана заземлюють за допомогою спеціальної жили живильного кабеля. Перетин заземлюючої (нульової захисної) жили повинен дорівнювати перетину фазних жил. Ця жила кабеля, що перебуває в загальній оболонці з фазними жилами, приєднується з одного боку до металоконструкції крана, через яку здійснюється електричний контакт із частинами, що підлягають заземленню, а з іншого боку — до мережі заземлення (при ізолюваній нейтралі джерела живлення) або занулення (при глухозаземленій нейтралі). Заземлююча (нульова захисна) жила живильного кабеля приєднується з боку живлення до заземленого корпусу пункту підключення (ящик з рубильником і запобіжниками, автомат тощо). У мережах з ізолюваною нейтраллю при значному віддаленні від джерела живлення може бути виконаний власний заземлюючий пристрій поблизу крана з використанням природних і штучних заземлювачів.

Згідно з ПУЕ, якщо електроустаткування крана встановлене на його заземлених (занулених) металевих конструкціях і при цьому на опорних поверхнях передбачені захищені й незафарбовані місця для забезпечення електричного контакту, то додаткового заземлення корпусів електроустаткування не потрібно. При цьому повинна бути забезпечена безперервність електричного ланцюга металевих конструкцій крана.

Рейки кранового шляху на початку й наприкінці шляху, а також на стиках повинні бути надійно з'єднані між собою за допомогою перемичок (на зварюванні) для створення безперервного електричного ланцюга. Заземлення (занулення) рейок здійснюється за допомогою сполучного заземлюючого (нульового захисного) провідника, що прокладають між рейковими шляхами й пунктом підключення, корпус якого приєднаний до мережі заземлення (занулення). В якості заземлюючих (нульових захисних) провідників і перемичок на стиках рейок варто застосовувати круглу сталь діаметром не менше 6 мм (у землі — не менше 10 мм) і смугу перетином не менш  $48 \text{ мм}^2$ , товщиною не менше 4 мм. Заземлюючі (нульові захисні) провідники й перемички приварюються до штифта, встановленого на нейтральній осі рейки.

При установці крана на відкритому повітрі рейки шляху варто також приєднувати до додаткових заземлювачів, розташовуваних

поблизу крана. Їх повинно бути не менше двох. Кожний з них варто приєднувати в різних місцях рейкового шляху не менше, ніж двома провідниками. Сумарний опір розтіканню додаткових заземлювачів повинен становити не більше 10 Ом при живленні від мережі із глухозаземленою нейтраллю й не більше 4 — при живленні від мережі з ізольованою нейтраллю. Ці заземлювачі при зануленні виконують функції повторного заземлення.

У якості додаткових, у першу чергу, варто використати природні заземлювачі, за їхньої відсутності — інвентарні й, насамкінець, варто споруджувати штучні заземлювачі, використовуючи для цієї мети вертикальні електроди із круглої сталі діаметром 10—20 мм або з кутової сталі 63 × 63 × 4 мм довжиною 2—3 м. Вертикальні електроди з'єднують між собою і з рейковими шляхами, зазвичай, сталеву смугою розмірами 40 × 4 мм. Усі з'єднання необхідно робити зварюванням.

Кількість вертикальних заземлювачів визначається розрахунком залежно від необхідного опору розтікання й питомого опору ґрунту.

При застосуванні штучних заземлювачів вертикальні електроди забивають у попередньо вириту траншею глибиною 300—700 мм таким чином, щоб над дном траншеї виступали кінці електродів довжиною 100—200 мм, до яких приварюють сполучний провідник — сталеву смугу.

Перед засипанням траншеї має бути складений акт огляду сходованих робіт.

При нетривалому строку експлуатації крана на одному об'єкті допускається забивати вертикальні електроди безпосередньо в ґрунт таким чином, щоб довжина виступаючої над землею частини електрода становила не більше 100 мм.

Після виконання заземлюючого пристрою необхідно перевірити його опір розтіканню струму й у випадку, якщо воно перевищить норму, збільшити кількість вертикальних електродів.

Для пересувних електроустановок третьої групи заземлення виконувати не потрібно, тому що при замиканнях на корпусі цих установок не виникає небезпека ураження людини, оскільки відсутній шлях замикання струму через тіло людини.

За неможливості або недоцільності виконання заземлення пересувних електроустановок варто застосовувати пристрої, що викликають, відповідного виконання, призначені для використання як самостійний засіб захисту.



**Переносні електроприймачі.** Металеві корпуси переносних електроприймачів напругою вище 42 В змінного й вище 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і зовнішніх установках варто заземлювати (занулювати), за винятком електроприймачів з подвійною ізоляцією й тих, що живляться від роздільних трансформаторів.

Переносні електроприймачі варто заземлювати (занулювати) за допомогою спеціальної заземлюючої (нульової захисної) жили, що перебуває в загальній оболонці з фазними проводами й не є одночасно провідником робочого струму. Використання для цієї мети нульового робочого проводу забороняється.

Заземлююча (нульова захисна) жила живильного кабеля переносного електроприймача приєднується, з одного боку, до металевого корпусу електроприймача, а з іншого боку — до спеціального захисного контакту вилки штепсельного з'єднання. Перетин цієї жили повинен дорівнювати перетину фазної жили.

Переносні електроприймачі випробувальних та експериментальних установок, що застосовують у закритих приміщеннях, і не потребують переміщення в процесі роботи дозволяється заземлювати (занулювати) стаціонарними або окремими переносними заземлюючими (нульовими захисними) провідниками. В останньому випадку переносні провідники повинні бути мідними, гнучкими, з перетином, не меншим за перетин фазних провідників.

Заземлюючі й нульові захисні провідники переносних проводів і кабелів повинні мати розпізнавальну ознаку.

## **10.11. Електроустановки напругою до 1000 Вольт**

### **10.11.1. Електричні мережі**

Електричні мережі слід віднести до найнебезпечніших видів електроустановок. Електротравми, пов'язані з експлуатацією повітряних і кабельних ліній (різної напруги і призначення), складають понад 36 % від загальної кількості електротравм у всіх галузях народного господарства.

Більшість електричних мереж, які виконуються при виробництві будівельно-монтажних робіт, має тимчасовий характер. Проте, тимчасові електричні мережі, незважаючи на їхні спе-

цифічні особливості, повинні відповідати тим же правилам і нормам, що й постійні.

**Повітряні лінії електропередачі (ПЛ).** ПЛ напругою до 1000 В широко застосовують як живлячі, а також для магістральних і розподільних мереж на різних будівельних об'єктах.

На території будівельних майданчиків у зоні переміщення і роботи будівельних кранів й інших машин застосовувати для ПЛ голі дроти забороняється. Незахищені ізольовані дроти ПЛ відносно дотику слід розглядати як голі.

За умовами механічної міцності на ПЛ слід застосовувати дроти перетином, мм<sup>2</sup>, щонайменше: алюмінієві — 16, сталєалюмінієві — 10, сталеві багатодротяні — 25. Сталеві однодротяні дроти повинні мати діаметр не менший за 4 мм. Не допускається їх застосування діаметром більшим за 5 мм. Забороняється використання розплетених дротів.

Для відгалужень від ПЛ до введень в умовах будівельних майданчиків слід застосовувати ізольовані дроти перетином не меншим за ті, що вказані у табл. 10.6.

**Таблиця 10.6. Найменші перетини дротів відгалужень від ПЛ до введень, мм<sup>2</sup>**

Матеріал дроту	Проліт, м	
	до 10	більше 10 до 25
Мідь	4	6
Алюміній	16	16

Довжина відгалуження від ПЛ до введення повинна бути не більшою за 25 м. Кріплення дротів відгалужень до введень на опори ПЛ повинно бути глухим.

На опорах допускається будь-яке розташування фазних дротів. Нульовий дріт слід розташовувати нижче фазних. Якщо на опорах спільно з дротами ПЛ прокладають дроти зовнішнього освітлення, то їх, згідно з вимогами ПУЕ, слід розміщувати над нульовим дротом ПЛ.

Допустимі відстані від елементів ПЛ напругою до 1000 В по вертикалі та горизонталі до землі та різних об'єктів повинні відповідати вимогам ПУЕ.

Найменші допустимі відстані по вертикалі, м, від дротів ПЛ напругою до 1000 В (за найбільшої стріли провисання) до землі й об'єктів, що перетинаються, складають:

До поверхні землі і проїжджої частини вулиць	6,0
Важкодоступна місцевість — до землі	3,5
Недоступна місцевість — до землі	1,0
Непроїжджа частина вулиць — від дротів відгалужень ПЛ до введень до тротуарів і пішохідних доріжок	3,5
Лісові масиви і зелені насадження — до вершин дерев, кущів й іншої рослинності	1,0
ПЛ напругою до 1000 В — між найближчими дротами, що перетинаються	1,0
Дроти і підвісні кабелі ліній зв'язку і радіотрансляційних мереж — до дротів, що перетинаються, або кабелів	1,25
Залізниця — до головки рейки	7,5
Автомобільні дороги:	
до полотна дороги категорії I і II	7,0
те ж III—V	6,0
до дорожніх знаків і їх несучих тросів	1,0
Трамвайна лінія:	
до головки рейки	8,0
до несучого троса або контактного дроту	1,5
Тролейбусна лінія:	
до проїжджої частини в зоні лінії	10,5
до несучого троса або контактного дроту	1,5
Трубопровід — до його елементів	1,0
Канатна дорога або трубопровід (при проходженні ПЛ під ними) — до містків, захисних сіток канатної дороги або трубопроводу	1,0

(за найменшою стрілою провисання)

Примітки:

1. Не допускається проходження ПЛ напругою до 1000 В над будівлями, зокрема, над побутовими приміщеннями будівельних майданчиків, за винятком підходів відгалужень від ПЛ до введень у будівлі, а також на територіях стадіонів, шкіл (загальноосвітніх і інтернатів), спортивних комплексів, таборів.

2. Забороняється розташовувати ПЛ над канатними дорогами.

Допускаються такі найменші відстані по горизонталі від крайніх дротів ПЛ напругою до 1000 В (за найбільшого їх відхилення) до різних об'єктів, м:

Будівлі та будови:

до балконів, терас, вікон 1,5  
до глухих стін 1,0

Дерева, кущі та інша рослинність 1,0

Канатна дорога або надземний металевий

трубопровід на ділянках траси:  
вільних висота опори  
обмежених 1,0

Пожежо- і вибухонебезпечні установки — півторакратна  
до будівель, споруд і зовнішніх техноло- висота  
гічних установок опори

Повітряні лінії зв'язку (ЛЗ) і радіотрансляційних мереж (РМ) — до крайніх дротів:  
при зближенні ліній на вільних ділянках 2,0  
те ж на обмежених ділянках 1,5  
у решті випадків висота найбіль-

шої опори ПЛ,  
ЛЗ або РМ

Трамвайні та тролейбусні лінії — до несучого троса або дроту контактної мережі при зближенні з ПЛ 1,5

Примітка:

Допустима відстань зближення з пожежо- і вибухонебезпечними установками вказана для випадку, коли інші норми зближення не передбачені нормативними документами. На ділянках обмеженої траси допускається зменшення вказаної відстані за узгодженням з відповідними міністерствами і відомствами.

У мережах із ізолюваною нейтраллю крюки і штирі фазних дротів, які встановлені на залізобетонних опорах, а також арматура цих опор повинні бути заземлені. Опір заземлюючого пристрою повинен бути не більший за 50 Ом. У мережах з глухозаземленою нейтраллю арматура ізоляторів усіх типів, відтяжки, кронштейни, встановлені на металевих і залізобетонних опорах, повинні бути занулені шляхом приєднання до нульового робочого дроту. Повторне заземлення нульового дроту виконується згідно з вимогами, висунутими в підрозділі “Захисне заземлення, занулення, захисне вимкнення”.

Заземлюючі та нульові захисні провідники повинні мати діаметр не менший за 6 мм.

Крюки, штирі, відтяжки, встановлені на дерев'яних опорах, заземленню (зануленню) не підлягають, за винятком тих, що розміщені на опорах, де виконане повторне заземлення нульового дроту, а також тих, що підлягають заземленню за умов захисту від атмосферних перевантажень.

Повітряні лінії не рідше одного разу на місяць повинен оглядати електрик. Позачергові огляди лінії необхідно робити після аварії, ураганів, при ожеледі, температурі повітря нижчій за  $-40^{\circ}\text{C}$  тощо.

При оглядах ПЛ необхідно звертати увагу на стан опор, ізоляторів, з'єднань дротів, пристроїв заземлення (занулення), наявність накидів і торкання дротів гілками дерев.

**Кабельні лінії.** На будівельних майданчиках широко застосовують броньовані силові (при організації електропостачання майданчика і розподільчої мережі) і шлангові переносні кабелі (при організації мереж усередині будівель, що будуються, і для живлення окремих установок і механізмів).

При спорудженні кабельних ліній необхідно здійснювати такі заходи, що виключають виникнення в кабелях при монтажі та експлуатації небезпечних механічних напруг і пошкоджень:

- кабелі, що прокладаються в землі, повинні бути укладені із запасом по довжині ("змішкою"), достатнім для компенсації можливих зсувів ґрунту і температурних деформацій. Укладати запас кабеля у вигляді кілець (витків) забороняється;
- кабелі, прокладені за конструкціями, повинні бути міцно закріплені в кінцевих точках, з обох боків вигинів, у кінцевих закладеннях і сполучних муфтах, при цьому необхідно виключити деформацію оболонки кабеля під дією власної ваги;
- радіуси внутрішньої кривої вигину кабелів повинні мати, по відношенню до їх зовнішнього діаметра, кратності, не менші за вказані у стандартах або технічних умовах на відповідні марки кабеля.

У чотирьохдротяних мережах із глухозаземленою нейтраллю слід застосовувати чотирижильні кабелі. Прокладання нульових робочих жил окремо від фазних забороняється. Дозволяється використовувати як нульовий робочий дріт алюмінієву оболонку

кабеля (за винятком вибухонебезпечних установок), якщо струм у нульовому дроті складає не більше 75 % струму у фазному.

Металеві оболонки і броня кабелів, а також конструкції, на яких прокладають кабелі, повинні бути заземлені (занулені) і мати надійне з'єднання з металевими сполученнями, відгалуженнями, кінцевими муфтами і коробками, а також з металевими корпусами електроприймачів.

Використовувані як заземлюючі (нульові захисні) гнучкі мідні провідники, згідно з вимогами ПУЕ, повинні бути приєднані до свинцевої або алюмінієвої оболонки кабеля і броні за допомогою бандажів з чотирьох витків оцинкованого сталевого дроту діаметром 1—1,5 мм з подальшим припаюванням припоєм ПОС-40. Місця приєднання повинні бути заздалегідь очищені до блиску і луджені припоєм ПОС-40, а алюмінієва оболонка — припоєм А. Тривалість кожного паяння повинна бути не більшою за 3 хв.

Мінімальні перетини мідних заземлюючих (нульових захисних) провідників, мм<sup>2</sup>, для силових кабелів (з мідними або алюмінієвими жилами) повинні бути не меншими:

Перетин жили, кабеля	Перетин провідника
До 10	6
16... 35	10
50... 120	16
150 і вище	25

Велику увагу на будівельному майданчику слід приділяти засобам прокладання і захисту від механічних пошкоджень гнучких шлангових кабелів марок КРПТ, ГРШС, РШМ тощо. Необхідно, як правило, підвішувати їх, виключаючи можливість механічних пошкоджень, а також регулярно контролювати їх стан, не допускаючи застосування кабелів з пошкодженою гумовою ізоляцією. Тривалість терміну служби шлангових кабелів багато в чому залежить від правильної їх експлуатації і зберігання. Струмові навантаження на кабелі не повинні перевищувати допустимих за ПУЕ (табл. 10.7). Зберігати кабелі слід у сухих опалювальних приміщеннях на барабанах або в бухтах.

Під час проведення ремонтних робіт на кабелях слід чітко виконувати вимоги ПТЕ і ПТБ. Ремонтні роботи на кінцевих закладеннях кабеля можна проводити тільки після відключення кабеля з двох сторін і його заземлення. Кінцеві закладення кабелів на силових складках допускається ремонтувати при повністю

**Таблиця 10.7. Струмові навантаження, що тривало допускаються, А, на переносні шлангові шнури і кабелі**

Перетин струмопровідної жили, мм <sup>2</sup>	Шнури і кабелі		
	Одножильні	двожильні	трижильні
0,75	—	16	14
1,0	—	18	16
1,5	—	23	20
2,5	40	33	28
4,0	50	43	36
6,0	65	55	45
10,0	90	75	60
16,0	120	95	80
25,0	160	125	105
35,0	190	150	130
50,0	235	185	160
70,0	290	235	200

відключених і заземлених складках. Особливою небезпекою є розкопки кабельних трас або земляні роботи поблизу них, які допускаються тільки з дозволу і під наглядом експлуатуючої організації.

**Електропроводки.** При виробництві будівельно-монтажних робіт застосовують відкриту електропроводку всередині будівель та споруд і зовнішню відкриту електропроводку, що прокладається по зовнішніх стінах будівель і споруд, а також між будівлями. Усі види електропроводок у межах будівельного майданчика слід виконувати ізольованим дротом, а також неброньованим силовим кабелем з гумовою або пластмасовою ізоляцією, в металевій, гумовій або пластмасовій оболонці.

Перетини струмопровідних жил дротів і кабелів в електропроводках згідно з вимогами ПУЕ, повинні бути не меншими за вказані в табл. 10.8. Допустимі тривалі струмові навантаження на дроти і кабелі електропроводок залежно від способу прокладки повинні відповідати ПУЕ.

Місця з'єднання і відгалуження дротів повинні бути доступні для огляду і ремонту, мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції жил на

**Таблиця 10.8. Найменші перетини струмопровідних жил дротів і кабелів в електропроводах**

Провідники	Перетин жил, мм <sup>2</sup>	
	мідних	алюмінієвих
Кабелі для приєднання переносних і пересувних електроприймачів у промислових установках	0,75	—
Незахищені ізольовані дроти для стаціонарного прокладання всередині приміщень: безпосередньо по підставах, на роликах, кліщах і тросах; на ізоляторах	1,0	2,5
	1,5	4,0
Незахищені ізольовані дроти у зовнішніх електропроводах: по стінах, конструкціях або опорах на ізоляторах; введення від повітряної лінії під навісами на роликах	2,5	4,0
	1,5	2,5
Незахищені та захищені ізольовані дроти і кабелі в трубах, металевих рукавах і глухих коробах	1,0	2,5
Кабелі і захищені ізольовані дроти для стаціонарного прокладання (без труб, рукавів і глухих коробів): для жил, приєднаних до гвинтових затисків паянням; однодротяних; багатодротяних (гнучких)	1,0	2,5
	0,5	—
	0,35	—

цілих ділянках. У цих місцях дроти і кабелі не повинні піддаватися впливу механічних зусиль натягнення.

Нульові робочі провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції фазних провідників.

У сирих і надзвичайно сирих приміщеннях і зовнішніх установках ізоляція дротів, ізолюючі опори, опорні і несучі конструкції повинні бути вогкостійкими.

У місцях, де можливі механічні пошкодження відкрито прокладених дротів і кабелів, їх слід захищати трубами, коробами, огорожами або застосовувати приховану прокладку. Монтаж



і експлуатація електропроводок повинні виключати можливість теплових проявів електричного струму, які можуть призвести до загоряння ізоляції або горючих матеріалів, що знаходяться поруч. Жили дротів і кабелі до виводів електротехнічних пристроїв слід приєднувати за допомогою наконечників або спеціальних затисків. Однодротяні дроти перетином до  $10 \text{ мм}^2$  і багатодротяні перетином до  $2,5 \text{ мм}^2$  можна приєднувати без наконечників, при цьому кінці багатодротяних дротів повинні бути пропаяними.

**Відкрита електропроводка всередині приміщень.** Згідно з вимогами ПУЕ, відкрите прокладання незахищених ізольованих дротів безпосередньо по підставах, на роликах, ізоляторах, тросі слід виконувати:

- при напрузі вище 42 В у приміщеннях без підвищеної небезпеки і при напругах до 42 В у будь-яких приміщеннях — на висоті не меншій за 2 м від рівня підлоги або майданчика обслуговування;
- при напрузі вище 42 В у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних — на висоті не меншій за 2,5 м від рівня підлоги або майданчика обслуговування.

Ця вимога не розповсюджується на спуски до вимикачів, штепсельних розеток, пускових апаратів, щитків, світильників, встановлених на стіні. У цих випадках спуски незахищених дротів у виробничих приміщеннях повинні бути захищені від механічних дій до висоти не менше 1,5 м від рівня підлоги або майданчика обслуговування. У електроприміщеннях висота розташування відкрито прокладених незахищених ізольованих дротів не нормується.

Висота відкритого прокладання захищених ізольованих дротів і кабелів, а також дротів і кабелів у трубах і гнучких металорукавах від рівня підлоги або майданчика обслуговування не нормується. При перетині незахищених ізольованих дротів із захищеними або незахищеними ізольованими дротами з відстанню між ними менше 10 мм кожен незахищений дріт повинен бути додатково ізольований. При перетині незахищених і захищених дротів і кабелів з трубопроводами між ними повинна бути забезпечена відстань у світлі не менше 50 мм, а при перетині з трубопроводами, що містять горючі або легкозаймисті рідини і газу, — не менше 100 мм. При цьому, якщо відстань від дротів і кабелів до трубо-

проводу менша за 250 мм, дроти і кабелі повинні бути додатково захищені від механічних пошкоджень на довжині не меншій за 250 мм в кожную сторону від місця перетину. Відстань від дротів і кабелів до трубопроводів при паралельному прокладанні повинна бути не меншою за 100, а до трубопроводів з горючими або легкозаймистими рідинами і газами — не меншою за 400 мм.

Труби і гнучкі металеві рукави електропроводок слід прокласти так, щоб було виключене потрапляння і скупчення в них вогкості.

**Зовнішня електропроводка.** Згідно з вимогами ГОСТу 12.1.013-78, зовнішні електропроводки тимчасового електропостачання при виробництві будівельно-монтажних робіт повинні бути виконані ізольованим дротом або кабелем, надійно закріпленим на висоті не менше 2,5 м — над робочими місцями; 3,5 м — над проходами; 6 м — над проїздами.

Незахищені ізольовані дроти зовнішньої електропроводки так само, як і ПЛ, відносно дотику повинні розглядатися як неізолювані. Відстань між дротами при прольоті до 6 м повинна бути не меншою за 100 мм, при прольоті більше 6 м — не менше 150 мм, між дротами в ізоляторів введення — не меншою за 200 мм. Відстань від дротів зовнішньої електропроводки до стін і опорних конструкцій повинна бути не менше 50 мм, від дротів введення до поверхні землі — не менше 2750 мм. Прокладка дротів у сталевих трубах у землі (поза будівлями) не допускається. Спосіб прокладання дротів і кабелів при зовнішній електропроводці рекомендується вибрати відповідно до табл. 10.9.

**Таблиця 10.9. Способи прокладки дротів і кабелів при зовнішній електропроводці**

Характеристика дротів і кабелів	Спосіб прокладання
Дроти незахищені одножильні	На ізоляторах і роliках великих розмірів (на роliках — тільки під навісами). У герметичних гнучких металорукавах, сталевих трубах (звичайних і тонкостінних), неметалевих трубах і ізоляційних трубах з металевою оболонкою. Безпосередньо по поверхні стін, на струнах, тросах й інших несучих конструкціях
Дроти незахищені і захищені, одножильні і багатожильні.	
Кабелі в неметалевій оболонці	
Кабелі в неметалевій і металевій оболонці	

Не дозволяється відкрите прокладання в умовах будівельних майданчиків дротів марок ППВ, АППВ, АППВС тощо. При виконанні тросових електропроводок усі металеві частини, включаючи несучий трос, повинні бути заземлені (занулені). Не дозволяється використовування несучого троса як заземлюючого (нульового захисного) провідника.

### 10.11.2. Розподільні пристрої та пускова апаратура

До розподільних пристроїв (РП) напругою до 1000 В, які використовуються на будівельних майданчиках, належать силові щити, силові складки і розподільні шафи. Найбільше поширення як РП набули силові складки різних конструкцій переважно із запобіжниками як апарати захисту окремих приєднань і з трьохполюсним рубильником на введенні. Їх застосовують як магістральні РП, так і для підключення окремих електроустановок. В останньому випадку значно зручніше і більш безпечне застосування РП з автоматами або блоками “вимикач — запобіжник” на кожне приєднання. Такі розробки є в деяких великих будівельних організаціях.

Конструкція РП повинна забезпечувати надійний захист встановленої в них комутаційної і захисної апаратури від негативної дії навколишнього середовища, особливо в умовах заповнених, сирих, надзвичайно сирих приміщень і на відкритому повітрі, що має місце при веденні будівельно-монтажних робіт. У будь-якому випадку повинні бути вжиті заходи, що виключають шкідливу дію навколишнього середовища на електроустаткування. Аналогічні вимоги висуваються і до під'єднувальних пунктів та інших інвентарних пристроїв, пускової апаратури. У пристроях, використовуваних у будівництві, не допускається застосування гігроскопічних ізоляційних матеріалів, таких як азбестоцемент, мармур тощо.

Усі розподільні і комутаційні пристрої, які використовуються під час виробництва будівельно-монтажних робіт, повинні бути закритого виконання, що виключає випадкові дотики до струмоведучих частин. Від неізольованих струмоведучих частин до огорож повинні бути забезпечені відстані не менше: 100 мм при сітчастих і 50 мм при суцільних огорожах. РП, розташовані в приміщеннях, доступних для неелектротехнічного персоналу, повинні

мати струмоведучі частини, закриті, зазвичай, суцільними ого-рожами.

РП, під'єднувальні пункти, інші інвентарні пристрої, клавішні пости управління слід розміщувати в місцях, зручних для обслуговування, підходи до них повинні бути постійно вільні і не захищені будівельними матеріалами або виробами.

Як пускові (комутаційні) апарати на будівельних майданчиках застосовують, в основному, магнітні пускачі захищеного виконання або вбудовані в корпуси різних електроконструкцій.

Магнітні пускачі і контактори слід встановлювати в шафах з дотриманням мінімальних відстаней (для вихлопу дуги) від дугогасильних камер до найближчих струмопровідних частин інших апаратів і до неструмопровідних металоконструкцій. Ці відстані вказують у паспортах заводів-виробників і каталогах на апарати.

Між нерухомо укріпленими неізолюваними струмопровідними частинами різної полярності (різних фаз), що знаходяться під напругою, а також між ними і неізолюваними неструмопровідними металевими частинами в складках, ящиках, шафах тощо повинні бути відстані не менше 20 мм по поверхні ізоляції і 12 мм — по повітрю.

Заземлені (занулені) неізолювані дроти і шини можуть у щитах, шафах, складках прокладатися без ізоляції.

Двері всіх розподільних, пускових, інвентарних пристроїв повинні мати справні замки і бути завжди зачиненими. На під'єднувальних пунктах повинна бути передбачена можливість замикання рукоятки рубильника у відключеному положенні. Ключі повинні бути в особи, відповідальної за експлуатацію конкретного пристрою. Механічні блокування, що є в багатьох типах ящиків з рубильниками, які не дозволяють відкрити дверцята при включеному рубильнику, повинні бути завжди справними. Це просте блокування є дуже ефективним засобом захисту, особливо при експлуатації ящиків з рубильниками і запобіжниками, коли блокування не дозволяє проводити заміну запобіжників під напругою.

Усі РП, пускова апаратура та інвентарні пристрої повинні бути забарвленими і зовні мати чіткі написи, які вказують на призначення пристрою, інвентарний номер і прізвище особи, відповідальної за експлуатацію. Якщо на лицевий бік шафи, інвентарного пристрою винесені органи управління (клавіші, рукоятки вимикачів), то повинно бути вказане їх призначення. У середині силових складок на зворотному боці дверей має бути закріплена принципова

електрична схема збирання з указівкою номерів груп, найменувань споживачів, марок і перетинів кабелів (дротів), що відходять, номінальних струмів плавких вставок усіх задіяних груп. Біля контактних стійок запобіжників приєднань повинні бути нанесені чіткі номери груп. Номінальні струми плавких вставок запобіжників слід також вказувати на схемах усередині тих електроконструкцій, в яких встановлені запобіжники.

Приводи рубильників, рукоятки і клавіші автоматичних вимикачів повинні мати чіткі позначення “Ввімкнено”, “Вимкнено”, а клавішні пости, ключі, рукоятки управління — написи, які вказують на характер операції: “Ввімкнути”, “Вимкнути”, “Вгору”, “Вниз” тощо. У клавішних станціях клавіша “Пуск” повинна бути втоплена не менше ніж на 3 мм або мати фронтальне кільце. Клавіші “Стоп” повинні бути червоного кольору.

Оскільки запобіжники широко застосовують в РП, під’єднувальних пунктах й інших інвентарних пристроях на будівельних майданчиках, розглянемо правила їх заміни. Запобіжники слід замінювати, зазвичай, при знятій напрузі. За обґрунтованої неможливості зняття напруги у виняткових випадках допускається заміна запобіжників під напругою, але із знятим навантаженням, за допомогою ізолюючих кліщів, у захисних окулярах і діелектричних рукавичках. Цю роботу повинні виконувати не менше ніж дві особи, одна з яких з кваліфікаційною групою не нижче IV зобов’язана здійснювати безперервний нагляд за працівником, який має кваліфікаційну групу не нижче III. Зняти навантаження — означає вимкнути комутаційний апарат у ланцюзі того електроприймача, запобіжник якого підлягає заміні. Це насамперед важливо, коли в якості пускового апарата використовують не магнітний пускач, що вмикається клавішею, а пакетний вимикач (автомат, тумблер тощо) з фіксованим ввімкненим положенням. Під навантаженням допускається заміна тільки коркових запобіжників, при цьому слід працювати в діелектричних рукавичках і захисних окулярах. Коркові (різьбові) запобіжники слід встановлювати так, щоб живлячі дроти приєднувалися до контактної гвинта, а ті, що відходять до електроприймача, до гвинтової гільзи.

Для заземлення (занулення) металевих корпусів РП і інших електроконструкцій служать заземлюючі болти і заземлюючі (нульові) шини. Не обов’язково болт заземлення повинен знаходитися зовні металевого корпусу електроконструкції. Більше того,

згідно з ГОСТом 12.2.007.0-75, елемент заземлення (занулення) повинен бути розташований усередині металевої оболонки. З огляду якості контакту заземлення (занулення), виключення негативної дії умов навколишнього середовища і можливості механічних пошкоджень заземлюючих (нульових захисних) провідників ця вимога, безумовно, є обґрунтованою, хоча той же ГОСТ допускає виконання декількох елементів для заземлення (занулення) всередині і зовні металевих корпусів.

## 10.12. Підключення електроприймачів на будівельному майданчику

Правильність підключення до електричних мереж будівельних механізмів і машин з електроприводом, електроінструмента і нагрівальних пристроїв при проведенні будівельно-монтажних робіт, дотримання вимог ПУЕ, ПТЕ і ПТБ при виборі та експлуатації пускових апаратів і схем управління — все це виконує надзвичайно важливу роль у створенні безпечних умов експлуатації електрообладнання. Належний рівень електробезпеки при підключенні електроприймачів на будівельному майданчику забезпечується:

- виключенням можливості появи напруги на корпусах устаткування;
- надійністю захисту від багатофазних і однофазних коротких замикань (к. з.);
- забезпеченням ефективності системи занулення;
- застосуванням малих (знижених) напруг для живлення електроприймачів і дистанційного керування механізмами, а також розділяючих трансформаторів в умовах підвищеної та особливої небезпеки;
- застосуванням штепсельних з'єднань для підключення пересувних і переносних електроприймачів тощо.

При підключенні електроприймачів слід застосовувати індивідуальні апарати управління для кожного окремого електроприймача. Винятком можуть бути тільки ті механізми, що вмикаються одночасно і здійснюють єдиний технологічний процес.

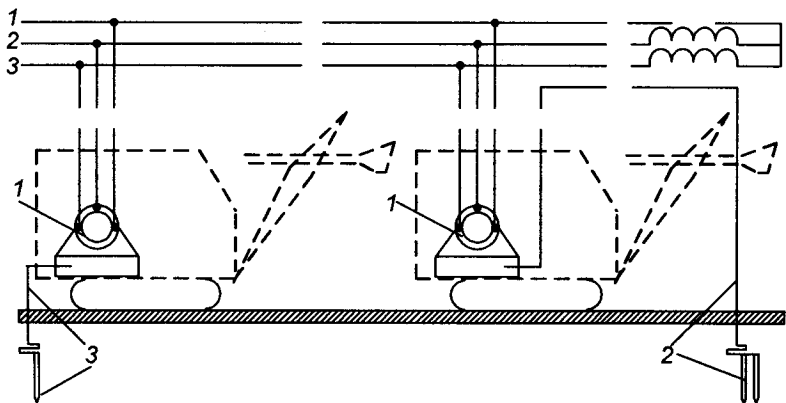
Важливе значення щодо забезпечення електробезпеки обслуговуючого персоналу має правильність побудови схеми управління електродвигуном того чи іншого механізму при живленні її

від головних (силових) мереж. При цьому особлива увага звертається на напругу живлення котушки магнітного пускача. По-перше, при захисті електродвигуна запобіжниками і підключенні котушки пускача на фазну напругу 220 В (у системі 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю) перегорання двох запобіжників з трьох у будь-якому варіанті викликає зупинку електродвигуна, тоді як на котушці пускача у гіршому разі буде 75—80 %  $U_n$ . У результаті пускач залишиться ввімкненим і двигун перебуватиме під напругою від однієї фази, що залишилася. Це може призвести до небажаних наслідків, оскільки персонал може бути введений в оману тим, що двигун не обертається, і зробить неправильний висновок про відсутність напруги. При підключенні котушки пускача на 380 В перегорання будь-якої пари запобіжників призводить до відключення пускача. Перегорання одного запобіжника в обох випадках менш небезпечно для персоналу, оскільки двигун продовжуватиме обертатися і з'явиться характерне гудіння. З цих міркувань котушки пускачів при живленні схеми управління від головних ланцюгів, захищених запобіжниками, слід підключати на напругу 380 В. Друга обставина, що обумовлює вибір напруги котушки пускача, стосується специфічних умов будівельного майданчика. Для пересувних механізмів, які отримують живлення за шланговими кабелями, підключення котушки пускача на напругу 220 В (фаза — нуль) небезпечно тим, що у разі обриву нульового дроту на корпусі електрообладнання може виявитися небезпечна напруга.

### **10.13. Схеми заземлення та занулення будівельних машин, обладнання та електрифікованих ручних машин**

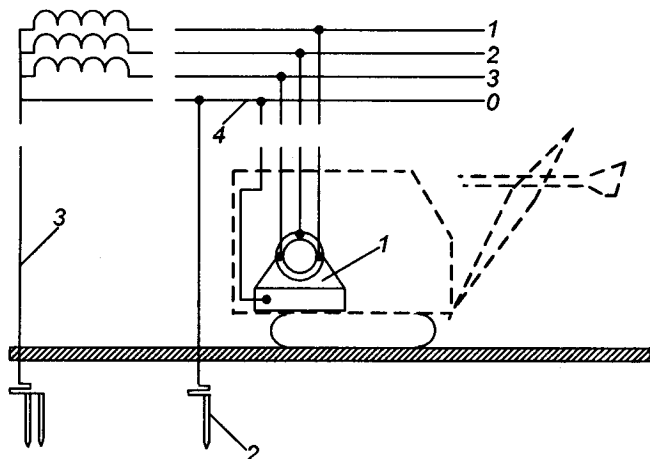
Залежно від напруги мережі і режиму її нейтралі роблять заземлення або занулення. В електроустановках напругою до 1000 В і більше в мережі трьохфазного струму з ізолюваною нейтраллю заземлення виконують за схемою, що на рис. 10.18. Корпус електроустановки 1 повинен мати заземлюючий пристрій 3 поблизу будівельної машини або заземлюючий контур 2 підстанції.

У мережі трьохфазного струму напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю електрообладнання підключають за схемою,



**Рис. 10.18.** Схема заземлення електроустановки в ланцюгу трьохфазного струму з ізолюваною нейтраллю при напрузі в ланцюгу 1000 В і більше

що на рис. 10.19. Корпус електроустановки 1 приєднують до нульового проводу 4, який, у свою чергу, приєднаний до глухозаземленої нейтралі трансформатора або генератора 3. Для забезпечення безпеки при обриві проводів нульовий провід 4, крім заземлення у джерела живлення, повинен мати повторне заземлення 2.



**Рис. 10.19.** Схема підключення електроустановки до ланцюга трьохфазного струму з заземленою нейтраллю при напрузі в ланцюгу до 1000 В (схема занулення)



Занулення електроустановок напругою до 1000 В у 4-провідних мережах з глухозаземленою нейтраллю. Пересувні будівельні машини підмикають до мережі через підмикальний пункт (рис. 10.20).

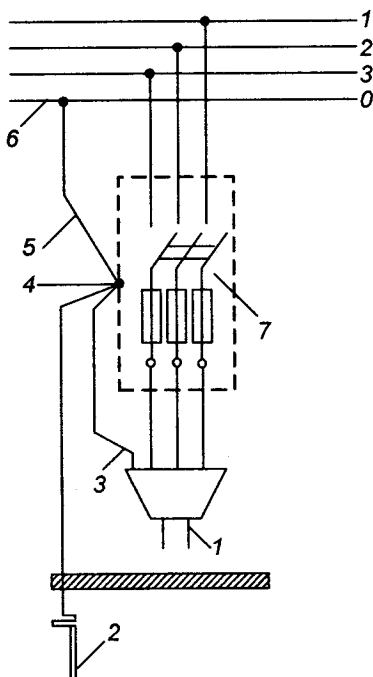
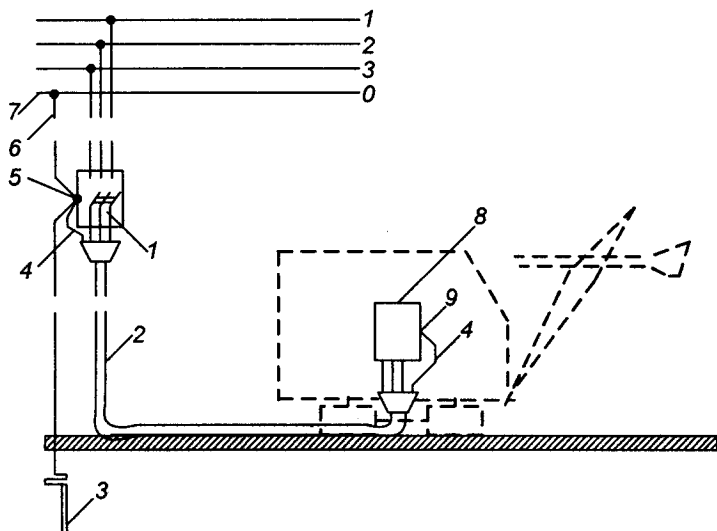


Рис. 10.20. Заземлення пункту, що під'єднує

Для під'єднання використовують щити з рубильником, пускові ящики і розподільні силові шафи. Від пункту під'єднання живлення механізму забезпечується по 4-жильному кабелю 1 з заземлюючою жилою 3. На корпусі 7 пункту під'єднання є заземлюючий зажимний болт 4, який з'єднаний з нульовою жилою 3 кабелю із заземленням 2 поблизу пункту під'єднання. Заземлюючий болт 4 також приєднують до нульового проводу мережі 5 і 6.

Самохідні будівельні машини на гусеничному чи пневматичному ході, а також переносні механізми занулюють за схемою на рис. 10.21 (на прикладі екскаватора). Електропривід екскаватора підмикають до мережі через пункт під'єднання 1. Заземлюючий



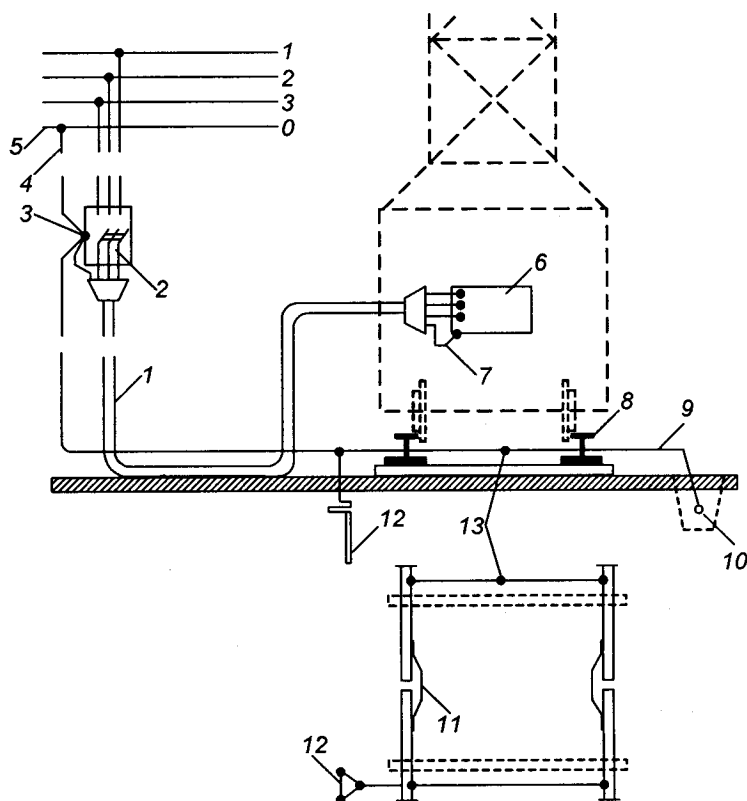
**Рис. 10.21.** Схема занулення самохідних і несамохідних будівельних машин на гусеничному чи пневматичному ході, які живляться від ланцюга трьохфазного струму до 1000 В з заземленою нейтраллю

болт 5 пункту під'єднання приєднують до нульового проводу 7 і повторного заземлюючого пристрою 3.

Кабель 2, що живить екскаватор, повинен мати чотири жили, в тому числі одну нульову. Один кінець кабеля приєднують до пункту 1, причому заземлюючу жилу 4 приєднують до заземлюючого болта 5. Інший кінець кабеля приєднують до ввідної коробки 8, що закріплена на нижній рамі екскаватора. Фазові жили кабеля приєднують до клем, а жилу 4 — до заземлюючого болта 9 ввідної коробки. Через цей болт і заземлюють екскаватор, оскільки коробка прикріплена до металевому корпусу, що теж має металевий зв'язок з електроприводом.

Повторні заземлення нульового проводу роблять у зоні роботи будівельного механізму і на кінцях повітряних ліній.

Схема занулення будівельних машин, що переміщуються рельсовими шляхами, показана на рис. 10.22. Кран, як і екскаватор, під'єднаний до мережі чотирьохжильним кабелем 1 від підмикального пункту 2 до ввідної коробки 6, яка закріплена на металевому корпусі крана.



**Рис. 10.22.** Схема занулення будівельних механізмів, які рухаються по рейках, що живляться від ланцюга трьохфазного струму до 1000 В з заземленою нейтраллю

Заземлюючий болт 3 на пункті під'єднання з'єднують з нульовим проводом 5, повторним заземленням 12 і нульовою жилою кабеля. Інший кінець жили приєднують до заземлюючого болта 7 на ввідній коробці 6. Крім того, заземлюють підкрановий шлях.

Стики рельсів з'єднують перемичками 11, а нитки рельсів — перемичками 13. Підкрановий шлях 8 приєднують до заземлювача 12. За наявності природного заземлювача 10 останній приєднують до рельсового шляху заземлюючим проводом 9. Провід 4 з'єднує заземлюючий болт із нульовим проводом.



обмотки нижчої напруги. Шланговий одножильний провід 5 з'єднує електродотримач з регулятором. Заземлюючий болт 11 пункту під'єднання з'єднують проводом 12 з нульовим проводом мережі.

Для занулення зварювального перетворювача болт, що заземлює, на корпусі з'єднують із затиском (полюсом), який приєднують до деталі, що зварюється.

Ручні електрифіковані машини, які працюють під напругою вище 42 В, і переносні знижувальні трансформатори до них підключають у мережу через штепсельні розетки (рис. 10.24). Розетка 2 і вилка 4, крім фазових контактів, 3, мають заземлюючий (занулюючий) контакт 1. Цей контакт з одного боку приєднують до болта, що заземлює, найближчого підмикального пункту, а з другого — до болта 5 корпусу ручної машини 6 чи понижувального трансформатора.

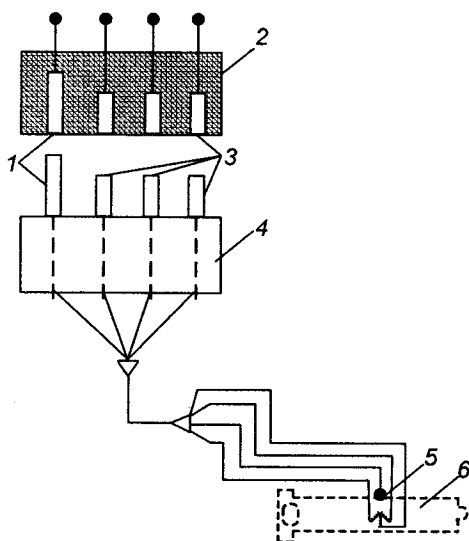


Рис. 10.24. Штепсельна розетка і вилка для трьохфазного струму

Штепсельне з'єднання виконане так, що при включенні заземлюючі контакти замикаються до зіткнення фазових контактів, а при вимиканні — навпаки. З цією метою застосовують контакт вилки, що заземлює, довший за фазовий, і він має інше розташу-

вання, чи фіксатор, щоб виключити помилкове ввімкнення вилки в розетку.

Трансформатори і ручну електрифіковану машину зануляють за схемою, показаною на рис. 10.25. Корпуси понижуючих трансформаторів 2 за допомогою болтів 1, що заземлюють, приєднують до контакту штепсельної вилки, що заземлює. Для запобігання ураження людей струмом при переході вищої напруги на обмотки

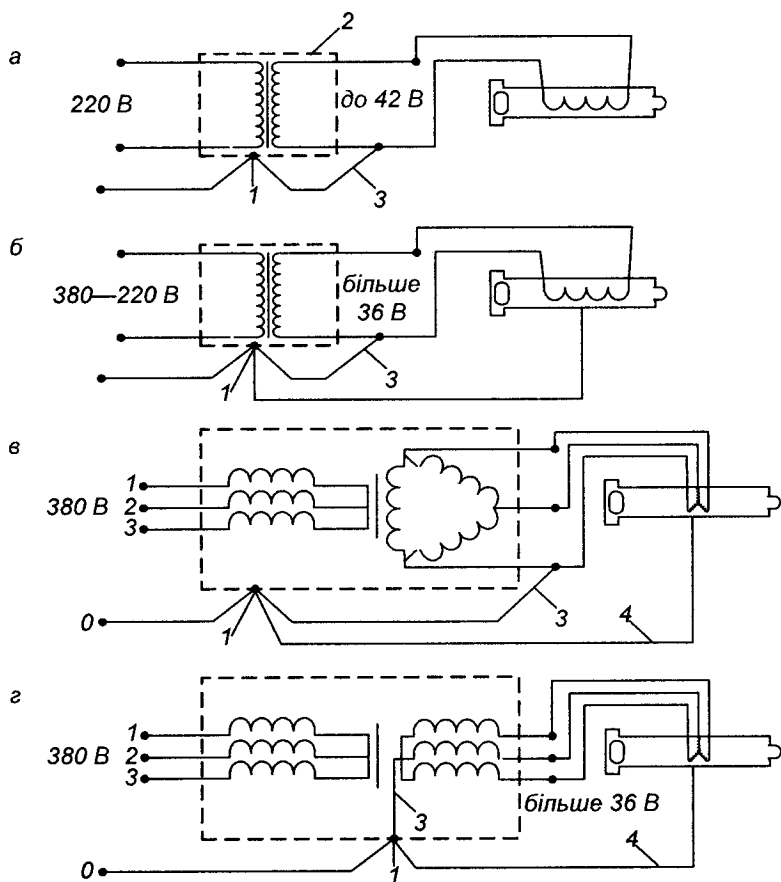


Рис. 10.25. Схема ввімкнення і заземлення електрифікованих інструментів і понижуючих трансформаторів у ланцюгу змінного струму напругою 380/220 В

нижчої через псування ізоляції зануляють також і обмотки нижчої напруги провідником 3.

Корпуси ручних електрифікованих машин, що працюють при напрузі до 42 В, не зануляють (рис. 10.25, а); при напрузі більше 42 В їх зануляють за допомогою провідника 4 (рис. 10.25, б—г). Цей провідник має знаходитися в загальній оболонці з фазовими жилами шлангового проводу.

При ввімкненні однофазного приймача (світильника, трансформатора) між фазою і нулем мережі напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю (рис. 10.26) корпус його необхідно з'єднати з нульовим проводом до запобіжника за допомогою провідника 3; якщо ж приймач розташований після запобіжника 2, то його необхідно зашунтувати провідником 1.

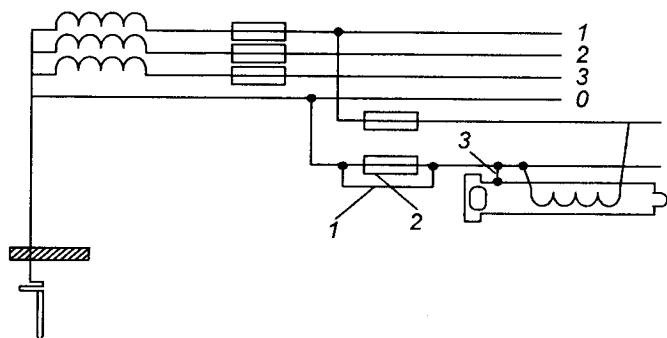


Рис. 10.26. Схема заземлення однофазного приймача в ланцюгу напругою до 1000 В з заземленою нейтраллю

Схеми заземлення електроустановок напругою до 1000 В у трьох-провідних мережах з ізолюваною нейтраллю трансформатора мають низку відмінностей від розглянутих схем занулення. Так, до підмикального пункту (див. рис. 10.20) до болта 4, що заземлює, приєднують жилу, що заземлює, 3, кабелі і заземлення 2. Нульовий провід 6 і сполучний провід 5 відсутні.

Самохідні машини, що переміщуються на гусеничному чи пневматичному ході, а також переміщувані механізми заземлюють за схемою, зазначеною на рис. 10.21, але при цьому відсутні нульовий провід 7 і провід 6, що з'єднує його з заземлюючим болтом 5.

Машини, що пересуваються по рейковому шляху, заземлюють за схемою, показаною на рис. 10.22. Однак тут відсутні нульовий провід 5 і провід 4.

**Заземлення стаціонарного устаткування.** Устаткування 1, встановлене в приміщенні 5, заземлюють за схемою, показаною на рис. 10.27. Це устаткування з'єднують із внутрішнім заземлюючим контуром 7 зі сталеві смужки перетином не менше  $48 \text{ мм}^2$  за допомогою заземлюючого провідника 2 перетином не менше  $24 \text{ мм}^2$ .

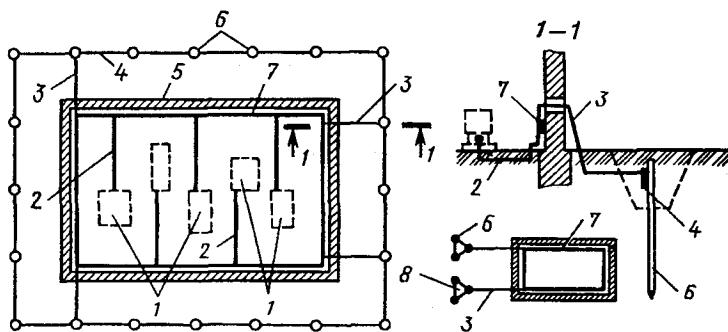


Рис. 10.27. Схема заземлення стаціонарного обладнання

Внутрішній заземлюючий контур провідниками 3 з'єднують із зовнішнім контуром, що складається з труб 6 (чи стрижнів) і заземлюючого магістрального провідника 4 між ними. Зовнішній заземлюючий контур може мати вигляд трикутника 8.

**Заземлення електроустановок напругою більше 1000 В.** Пересувні будівельні машини з електроприводом напругою понад 1000 В (наприклад, екскаватор СЕ-3) вмикають у мережу через підмикальні пункти з роз'єднувачами. Електропривід машини з'єднують з підмикальним пунктом чотирьохжильним високовольтним шланговим кабелем із заземлюючою жилою чи трьохжильним кабелем із заземлювачем.

Заземлюючу жилу одним кінцем приєднують до заземлюючого болта підмикального пункту, а іншим — до заземлюючого болта корпусу чи механізму ввідного високовольтного пристрою. Заземлюючий болт підмикального пункту з'єднують із з'єднувальним пристроєм поблизу цього пункту.



**Заземлення пересувних машин, що живляться від власних електричних станцій.** Якщо на загальній металевій рамі встановлені пересувна машина й електрична станція, що живить тільки цю машину, заземлювати її не потрібно. Якщо ж пересувна машина може живитися від електричної мережі стаціонарної електростанції (при відключенні власної електростанції), то її заземлюють.

**Заземлення пересувних електричних станцій і підстанцій.** Ці електроустановки в обов'язковому порядку повинні мати пристрій, що заземлює, який виконується і для стаціонарних електроустановок. Корпуси пересувних будівельних машин, що живляться від пересувних електричних станцій чи підстанцій, мають металевий зв'язок з їхнім заземлюючим пристроєм.

**Схема заземлення стаціонарної трансформаторної підстанції.** До високовольної лінії 1 (рис. 10.28) приєднують трансформатор 2. Обмотка низької напруги трансформатора має заземлення 3,

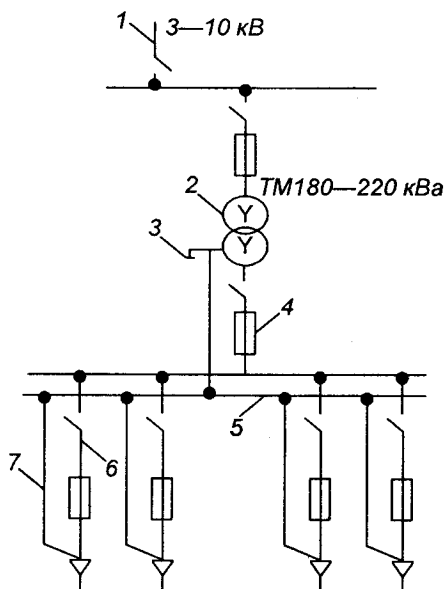
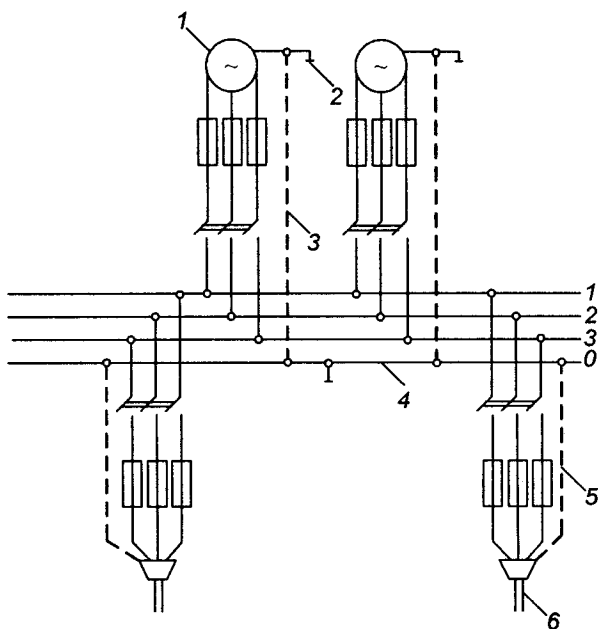


Рис. 10.28. Принципова однолінійна схема заземлення трансформаторної підстанції

що з'єднують з нульовим проводом 5 мережі. Заземлююча жила 7 і фазові жили 6, що живлять машини й устаткування, є жилами кабеля. На силовій лінії встановлений запобіжник 4.

**Схема заземлення стаціонарної електростанції.** Генератори 1 (рис. 10.29) мають заземлення 2, що проводом 3 з'єднують з нульовим проводом мережі, що живить, 4. Електроенергія відводиться до споживачів через кабелі 6 із заземлюючими жилами 5, що приєднуються до нульового проводу мережі 4.



**Рис. 10.29.** Принципова схема заземлення електростанції з робочою напругою 380/200 В

Чинні правила заземлення викладені в інструкції із заземлення пересувних будівельних механізмів і електрифікованого інструмента (СН 38-58).

## 10.14. Електробезпека в умовах будівництва

Будівельно-монтажні роботи часто проводяться не в приміщеннях, а просто неба. Атмосферні опади, ґрунтові води, коливання температури повітря й інші незадовільні умови роботи можуть впливати на рівень електротравматизму. Небезпека ураження людини електричним струмом в умовах будівництва вища, ніж на підприємствах, де всі роботи проводяться всередині приміщення. Специфіка цих умов відображена в ГОСТі 12.1.013-78 “Строительство. Электробезопасность. Общие требования”.

Деякі вимоги із електробезпеки в будівництві наведені нижче.

Відповідальний за безпечне використання електроустановок повинен мати кваліфікаційну групу з техніки безпеки не нижче IV.

Металеві будівельні ліси, рейкові шляхи й інші металеві частини будівельних машин з електроприводом повинні мати захисне заземлення (занулення).

Зовнішні електропроводення тимчасового електропостачання розміщують на опорах на висоті над рівнем землі, підлоги, настилу, м, не менше: 2,5 — над робочими місцями; 3,5 — над проходами; 6,0 — над проїздами.

Світильники загального освітлення, приєднані до джерела живлення напругою 127 і 220 В, повинні бути встановлені на висоті не менше 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу, при напрузі не вище 42 В — менше 2,5 м. При роботах в особливо небезпечних умовах необхідно застосовувати переносні світильники напругою не вище 12 В.

Як джерело живлення напругою до 42 В слід застосовувати понижуючі трансформатори, машинні перетворювачі, генератори, акумуляторні батареї. Не допускається застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори.

Ручне дугове електрозварювання металевими електродами проводять із застосуванням двох проводів, один із яких слід приєднати до електродотримача, а інший (зворотний) — до зварюваної деталі (основи). При цьому затискач вторинної обмотки зварювального трансформатора, до якого приєднаний зворотний провід, має бути заземлений (занулений).

Як зворотний провід, який приєднується до виробу, що зварюється, не можна використовувати проводи мережі заземлення труби санітарно-технічних мереж (водопровід, газопровід тощо), металеві конструкції будинків, технологічне обладнання.

Будівельно-монтажні роботи в охоронній зоні повітряної лінії електропередачі варто робити під безпосереднім наглядом інженерно-технічного працівника.

**Організаційні заходи.** До обслуговування електроустановок допускаються особи, що досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд при прийманні на роботу. Повторні медичні огляди персоналу проводяться не рідше 1 разу на 2 роки.

З особами, що знову приймаються на роботу, проводять ввідний інструктаж, а також інструктаж безпосередньо на робочому місці за інструкцією, розробленою згідно з чинними правилами безпеки обслуговування електроустановок. Цей інструктаж періодично повторюється в терміни, залежні від особливостей робочого місця.

Обслуговуючий персонал повинен вивчати чинні Правила устрою електроустановок (ПУЕ), Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ) і Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТБ), а також знати прийоми визволення потерпілого від дії електричного струму і надання долікарської допомоги. Персонал щорічно перевіряють на знання Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТБ).

При позитивному результаті перевірки знань працівникам електрогосподарства видається посвідчення на право роботи на електроустановках з присвоєнням кваліфікаційної групи з техніки безпеки II—V.

**Ремонтні роботи** на чинних електроустановках допускаються за повного зняття напруги, за часткового зняття напруги або без зняття напруги залежно від виробничих умов і специфіки роботи.

**Організація експлуатації електроустановок** передбачає ведення необхідної технічної документації. У документацію входять: експлуатаційний або оперативний журнал, в якому зазначаються приймання і здавання зміни, розпорядження начальника цеху про зміну режимів роботи тощо; журнал для запису знайдених несправностей, що вимагають усунення; журнал або відомість показів контрольно-вимірювальних приладів, журнал контролю за наявністю, станом і обліком захисних засобів; журнал виробництва робіт і бланки нарядів на проведення ремонтних і налагоджувальних робіт в електроустановках напругою вище 1000 В. Приймання

і здавання зміни черговим персоналом, обхід і огляд електроустановок слід проводити згідно з вимогами ПТБ.

**Черговий електромонтер** несе відповідальність за правильне обслуговування, безаварійну роботу і безпечну експлуатацію електроустановок. Зазвичай за підприємство несуть відповідальність головний енергетик, начальник електроцеху, а на окремих ділянках — старші електрики, майстри.

**Вимірювання електричних параметрів** вимагають від обслуговуючого персоналу певної кваліфікації і виконання.

Усі вмикання і вимикання приладів, що вимагають розриву електричних ланцюгів, які знаходяться під напругою, повинні проводитися за повного зняття напруги. Якщо приєднання і від'єднання вимірювальних приладів не вимагає розриву електричних ланцюгів (вольтметри, переносні трансформатори напруги тощо), то дозволяється вказані операції проводити без зняття напруги, застосовуючи при цьому дріт з підвищеною ізоляцією (ПВЛ) і спеціальними наконечниками з ізолюючими ручками. Ізолюючі ручки повинні бути розраховані на робочу напругу. Вимірювання слід проводити в діелектричних рукавичках, окулярах і калошах.

Вимірювання опору ізоляції якої-небудь частини електроустановок мегаомметром повинно проводитися лише тоді, коли ця частина відключена з усіх боків, і особа, що проводить вимірювання мегаомметром, повинна переконатися у відсутності напруги. Якщо лінія, що перевіряється, може отримувати напругу з другого боку, то вимірювання проводиться лише у тому випадку, коли повідомлено про підготовлене вимірювання та отримана відповідь, що лінійні роз'єднувачі і вимикач відключені й вивішений плакат: "Не включати! Працюють люди". Роботи з мегаомметром на напругу до 2,5 кВ проводяться особою з кваліфікаційною групою не нижче III.

**Електроінструмент** при експлуатації повинен швидко вмикатися і відключатися від електромережі, бути безпечним у роботі і мати недоступні для випадкового дотику струмоведучі частини.

Напруга електроінструмента не повинна перевищувати 220 В в приміщеннях без підвищеної небезпеки; 42 В у приміщеннях з підвищеною небезпекою і поза приміщеннями. За неможливості застосування електроінструмента напругою до 42 В допустиме застосування електроінструмента напругою до 220 В, але за наявності пристрою захисного відключення або надійного заземлення

корпусу електроінструмента з обов'язковим застосуванням діелектричних рукавичок і калош.

В особливо небезпечних приміщеннях допускається робота електроінструментом на напругу до 42 В з обов'язковим застосуванням захисних засобів (діелектричні рукавички, килимки).

Штепсельні з'єднання електроінструмента повинні мати недоступні для дотику струмоведучі частини і додатковий заземлюючий контакт.

Переносні електричні світильники повинні живитися напругою не вище 42 В — у приміщеннях з підвищеною безпекою та особливо небезпечних приміщеннях; 12 В — в особливо несприятливих умовах (робота в казанах тощо).

Живлення електроінструмента та переносних світильників повинно бути від знижувальних трансформаторів. Застосування автотрансформаторів у цьому випадку забороняється.

Контроль за справністю і збереженням електроінструмента і переносними електричними світильниками здійснює людина, спеціально уповноважена на це.

Особам, що користуються електроінструментом, забороняється розбирати його і передавати іншим особам.

**Випробування устаткування** з подачею підвищеної напруги від стороннього джерела струму проводяться бригадами в складі не менше двох осіб. Той, хто проводить роботи, повинен мати кваліфікаційну групу не нижче IV, а інші — не нижче III. До складу бригади може бути внесений ремонтний персонал з кваліфікаційною групою II для виконання підготовчих робіт, для охорони устаткування, що випробовується. Випробування повинні проводитися за нарядом.

Перед початком випробувань необхідно перевірити наявність стаціонарного заземлення кожухів устаткування, що випробовується. Кожух установки, що випробовується, і каркас пульта управління повинні бути заземлені бригадою, що проводить випробування.

Місце випробувань, а також сполучні проводи, які знаходяться під напругою при випробуванні, повинні бути захищені або у місцях випробування має знаходитися спостерігаючий. На огорожах повинні вивішуватися плакати або встановлюватися світлова сигналізація.

## 10.15. Захист від статичної електрики (ГОСТ 12.4.124-83 і ДНАОП 0.00-1.29-97)

Заряди статичної електрики можуть виникнути при зіткненні або терті твердих матеріалів, при роздрібненні або пересипанні однорідних і різнорідних непровідних матеріалів, при розбризкуванні діелектричних рідин, при транспортуванні сипких речовин і рідин по трубопроводах тощо.

Статична електрика небезпечна з огляду електричного удару людини, що стосується елементів, які знаходяться під високим потенціалом, хоча струми досягають невеликого значення ( $10^{-6}$ — $10^{-8}$  А). Крім того, може бути небезпека пожежі та вибуху горючих і вибухонебезпечних речовин іскровим розрядом.

Одним із надійних методів зниження потенціалів статичної електрики є заземлення всіх металевих частин устаткування, де можлива електризація. При заземленні ізольованого провідника різниця потенціалів між провідником і землею стає рівною нулю, а електростатичні заряди, що генеруються, стікають на землю.

Заземлювати слід не тільки ті частини устаткування, які беруть участь у генерації зарядів, але і всі інші ізольовані провідники, які можуть заряджати за індукцією.

Устаткування слід вважати електростатично заземленим, якщо опір у будь-якій його точці за найсприятливіших умов не перевищує 10 Ом.

Значення опору заземлюючого пристрою (контура заземлення), призначеного для захисту від статичної електрики, допускається до 100 Ом, оскільки враховуються малі струми витоку (мікроампери).

Часто виникає необхідність у “заземленні” діелектричних частин устаткування шляхом нанесення на їх поверхню суцільних або несучільних провідних покриттів (плівок). При заземленні цих покриттів останні забезпечують витік зарядів з незаземлених частин діелектрика, і тим самим зменшується густина заряду на його поверхні.

Як електропровідні покриття застосовуються плівки металів, які наносяться на діелектричні поверхні шляхом розбризкування, розпилювання або випаровування металів у вакуумі. Плівки, отримані таким чином, мають опір до декількох Ом.

При веденні технологічних процесів слід враховувати те, що і людина може накопичувати заряди статичної електрики за ра-

хунок ємності. Ємність людського тіла коливається в межах 100—350 пФ.

Розряд статичної електрики з тіла людини здатний не тільки налякати його, але й запалити парогазоповітряні суміші, пил сірки, пластмас, металевих порошоків тощо.

Для відведення статичних розрядів, що генеруються з людини на землю, необхідно забезпечити працюючих струмопровідним взуттям і передбачити пристрій електропровідної підлоги.

Взуття вважається електропровідним, якщо питомий опір між електродом, що знаходиться всередині взуття, і зовнішнім електродом менше  $10^5 \text{ Ом} \times \text{м}$ . До такого належить взуття на шкіряній підшві, підшві із струмопровідної гуми або пробитої заклепками, які є струмопровідними.

Покриття підлоги вважається електропровідним, якщо питомий електричний опір витоку між встановленим на підлозі електродом і землею не перевищує  $10^4 \text{ Ом} \times \text{м}$ . Провідними покриттями є: бетон завтовшки 3 см, спеціальний бетон і пінобетон, ксиоліт, настил з гуми із зниженим опором, спеціальні терацетові плити, наливні підлоги.

**Захистом від статичної електрики** також є забезпечення витоку заряду, що генерується, на заземлені частини устаткування. Це явище здійснюється за рахунок зволоження навколишньої атмосфери; збільшення поверхонь провідності діелектриків і застосування нейтралізаторів.

**Нейтралізатори статичної електрики** збільшують електропровідність повітря шляхом його іонізації. Вони поділяються на індукційні, високовольтні та радіоактивні.

**Індукційні нейтралізатори** є струмопровідними або діелектричними стрижнями, на яких кріпляться заземлені голки, мітелочки з дроту або смужки альфоля.

Принцип дії індукційних нейтралізаторів заснований на використуванні зарядів, індукованих на його вістрях наелектризуюваною поверхнею.

Висока напруга електричного поля, що виникає на вістрях під дією наелектризованого об'єкта, зумовлює появу коронного розряду, що володіє значною іонізуючою здатністю. Під дією електричного поля іони, полярність яких протилежна знаку заряду на наелектризованому об'єкті, переміщуються у бік цього об'єкта і нейтралізують його.



Індукційні нейтралізатори застосовуються тоді, коли для запобігання іскровому розряду вимагається понизити високий заряд до визначеного, але ще достатньо високого значення.

Високовольтні нейтралізатори застосовують незалежно від заряду на об'єкті. Вони ефективні і при малих зарядах на наелектризованій поверхні.

**Високовольтні нейтралізатори** складаються з голчатого розрядника і джерела напруги.

Як джерело високої напруги застосовується випрямляч, зібраний за схемою множення.

**Радіоактивні нейтралізатори** прості за своєю конструкцією, не вимагають джерел живлення, їх можна використовувати у вибухонебезпечних виробництвах.

Недоліком є відносно менша ефективність порівняно з іншими типами нейтралізаторів. Крім того, багато  $\alpha$ - і  $\beta$ -ізопів випромінюють ще й  $\gamma$ -промені, які через свою високу проникаючу здатність вимагають проведення відповідних заходів щодо захисту обслуговуючого персоналу від їх дії.

У багатьох випадках краще застосовувати комбіновані нейтралізатори — радіоактивні та індукційні.

Зниження електризації також може проводитися **зміною режиму технологічного процесу**: релаксацією електростатичного заряду; усуненням побічних джерел генерації зарядів, супутніх основному; зміною параметрів, що характеризують технологічний процес.

## Питання для перевірки засвоєння матеріалу

1. Які складні рефлекторні зміни викликає дія електричного струму в організмі людини?
2. Які розрізняють різновиди електричного опіку?
3. На які ступені поділяються електричні удари за ступенем важкості?
4. Від яких факторів залежить опір тіла людини?
5. Яке значення прийнято для середнього опору тіла людини?
6. Які чинники будуть визначати ступінь важкості ураження електрострумом?
7. Які Ви знаєте види ураження електричним струмом?
8. Поясніть поняття “відчутний струм”.
9. Поясніть поняття “пороговий відчутний струм”.
10. Який струм називають невідпускаючим?
11. Що таке “пороговий невідпускаючий струм”?
12. Дайте характеристику поняттю “фібриляційний струм”.
13. Дайте характеристику поняттю “пороговий фібриляційний струм”.
14. Якою залежністю описується взаємозв'язок допустимого струму  $I_n$  з тривалістю його проходження через тіло людини  $t$  у межах до 1 с?
15. Наведіть формулу визначення опору тіла людини.
16. Яким чином рід струму впливає на силу ураження людини?
17. Які найбільш небезпечні шляхи проходження струму в тілі людини?
18. Як класифікуються приміщення, в яких розташовується електрообладнання?
19. Від чого залежить напруга кроку?
20. Що таке “напруга дотику”?
21. Які три схеми включення людини в електричний ланцюг є найхарактернішими?
22. Чому двофазний дотик є особливо небезпечним?
23. Які мережі частіше використовують для живлення будівельних підприємств?
24. Якими є основні причини ураження електричним струмом в умовах будівництва?
25. На які групи умовно поділяють усі захисні засоби від ураження електричним струмом?

26. Що відносять до технічних заходів захисту від ураження електричним струмом?

27. Які організаційні заходи повинні виконуватися для забезпечення електробезпеки при експлуатації електроустановок?

28. На які чотири категорії поділяють усі роботи в електроустановках до 1000 В відносно заходів безпеки?

29. Хто складає, затверджує і з ким узгоджується перелік робіт усіх категорій, які виконуються оперативно-ремонтним персоналом по розпорядженню і у порядку поточної експлуатації, з вказівкою необхідних кваліфікаційних груп персоналу?

30. Які технічні заходи повинні виконуватися при виконанні робіт в електроустановках з частковим або повним зняттям напруги для забезпечення електробезпеки?

31. Яким чином класифіковані умови роботи за ступенем електробезпеки?

32. Які особи визначають категорію приміщень і умов робіт за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом і виходячи з яких умов і відповідно до чого?

33. На які два види можна поділити технічну документацію електроустановок напругою до 1000 В?

34. Які документи входять до приймально-здавальної технічної документації?

35. Які документи входять до експлуатаційної технічної документації?

36. Для чого призначене заземлення?

37. В яких установках застосовується заземлення?

38. Поясніть фізичну суть захисного заземлення.

39. Яким має бути допустиме значення опору розтікання струму заземлюючого пристрою захисного заземлення установок напругою до 1000 В із ізольованою нейтраллю відповідно до вимог ПУЕ?

40. Для чого призначається занулення?

41. В яких установках застосовується занулення?

42. Поясніть фізичну суть занулення.

43. Яким повинен бути опір заземлюючого пристрою відповідно до вимог ПУЕ, до якого приєднані нейтралі генераторів і трансформаторів для електроустановок напругою 660/380 В, для електроустановок напругою 380/220 В і для електроустановок напругою 220/127 В?

44. В яких випадках слід виконувати заземлення (занулення) електроустановок?
45. Які частини електроустановок підлягають заземленню (зануленню)?
46. Які частини електроустановок не підлягають заземленню (зануленню)?
47. Яким чином проводиться заземлення (занулення) електричних установок у будівництві?
48. Яким чином проводиться заземлення (занулення) електроустаткування, встановленого на віброючих основах, на основах, що рухаються, або часто демонтуються?
49. Наведіть класифікацію пересувних електроустановок на пругою до 1000 В.
50. Яким чином виконується заземлення для пересувних механізмів, що живляться від стаціонарних або пересувних джерел енергії?
51. Яким чином виконується заземлення металевих корпусів електроустаткування крана?
52. Які заходи необхідно здійснювати при спорудженні кабельних ліній?
53. Чим забезпечується належний рівень електробезпеки при підключенні електроприймачів на будівельному майданчику?
54. Наведіть схему заземлення стаціонарної трансформаторної підстанції.
55. Який найнадійніший метод зниження потенціалів статичної електрики?
56. Яким чином нейтралізатори статичної електрики збільшують електропровідність повітря?
57. Що таке "індукційні нейтралізатори"?
58. Що таке "високовольтні нейтралізатори"?
59. Що таке "радіоактивні нейтралізатори"?

---

## РОЗДІЛ 11

# ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

### 11.1. Сутність процесу горіння

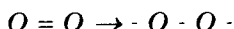
Горінням називають фізико-хімічний процес взаємодії горючої речовини з окислювачем (киснем повітря), у результаті якого виділяється тепло й випромінюється світло. Це визначення процесу горіння характеризує звичайні умови будівництва.

З хімії відомо, що в особливих умовах окислювачем у процесі горіння може служити не тільки кисень, але й азотна кислота, хлор та інші речовини. Крім того, деякі речовини (наприклад, стиснутий ацетилен) можуть вибухати (швидко горіння) без кисню з утворенням тепла й світла. При цьому відбувається реакція розкладання, а не з'єднання.

У загальному випадку процес горіння можна охарактеризувати так: горіння — це хімічна реакція, що швидко протікає, або окислювання, яке супроводжується виділенням тепла й випромінюванням світла.

Згідно з теорією окислювання, у реакції з горючою речовиною беруть участь лише ті молекули кисню, запас енергії яких досягає енергії активації або перевищує її. Під енергією активації розуміють той мінімум енергії, яким повинні володіти частинки, що взаємодіють, щоб між ними відбулася реакція.

Молекули кисню, що володіють енергією активації, набувають активного стану, тобто такого, при якому один із двох зв'язків у молекулі  $O_2$  розірваний:



Наявність вільних зв'язків в атомах кисню забезпечує групи  $\cdot O \cdot O \cdot$  високу реакційну здатність. Група  $\cdot O \cdot O \cdot$ , вступивши в реакцію, утворить перекис  $R-O-O-R$  або гідроперекис  $R-O-O-H$ . Такі з'єднання нестійкі — при нагріванні, ударі або терті вони розпадаються. У результаті розпаду утворюються атомарний кисень,

вільні радикали й атоми, що сприяють подальшому окислюванню нових порцій горючої речовини.

Перекісна теорія розвинулась і доповнилася в теорії ланцюгових реакцій. Згідно з цією теорією, при впливі на молекули речовини надлишкової кількості енергії (тепла, променистої енергії, електричного розряду) вони поглинають деяку кількість тепла й розпадаються на атоми й радикали (H, Cl, O, OH, CH<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> й ін.). Проміжні продукти, які виникли, маючи підвищену хімічну активність, у вторинних реакціях відновлюються й можуть продовжувати первинну реакцію, створюючи ланцюгову реакцію.

При експлуатації будівельних машин кисень повітря може з'єднуватися з горючою речовиною (наприклад, спалювання палива в топці асфальтозмішувача). Горіння можливе й за відсутності повітряного середовища, якщо кисень входить до складу окислювачів (наприклад, горіння порошку терміту при зварювальному процесі).

Процес горіння може виникнути і за наявності імпульсу, що викликає запалювання: відкриті джерела, джерела, що світяться, полум'я, розпечена поверхня, промениста енергія, іскра, тертя, удар, адіабатичний тиск, екзотермічна реакція.

Деякі джерела запалення мають таку температуру полум'я, тління й нагрівання, °C: полум'я сірника — 750—860, тління цигарки — 700—750, полум'я деревної скіпи — 850—1000.

На процес горіння сильно впливає тривалість імпульсу запалення. Так, відомо, що деревна дошка загорається від полум'я з температурою 1200 °C, що діє протягом 15—20 с. Але цей же матеріал не запалюється від палаючого терміту з температурою 3000 °C, а в дощі лише пропалюється отвір, якщо контакт із термітом триває 2—3 с.

За нормального атмосферного тиску речовини в повітряному середовищі можуть горіти при вмісті кисню більше за 14 %. За недостатньої кількості його в повітрі відбувається неповне горіння. Таким чином, процес горіння може виникнути й протікати за наявності трьох чинників: пальної речовини, окислювача й джерела запалення. Горюча речовина й кисень складають горючу систему.

Процес горіння може бути дифузійним і кінетичним. При дифузійному горінні горюча речовина й повітря не перемішані один з одним. У цьому випадку повітря стикається з поверхнею горючої речовини (як твердої, так і рідкої) і надходить до неї через

продукти горіння. Швидкість горіння буде залежати від швидкості дифузії кисню повітря в зоні реакції. Дифузія — процес, що повільно протікає.

При кінетичному горінні горюча речовина й повітря перемішані між собою й представляють найчастіше суміш газів або пилу з повітрям. Швидкість горіння в цьому випадку не залежить від дифузії повітря, а визначається швидкістю хімічної реакції й проявляється як вибух або детонація.

Кількість повітря  $V_n^o$ , необхідного для горіння горючої речовини, залежить від її хімічного складу. Наприклад, обсяг повітря, потрібний для горіння 1 кг речовини, становить, м<sup>3</sup>: для деревини — 4,18, бензину — 10,25, пропану — 23,8. У дійсності в умовах пожежі повітря  $V_n$  витрачається в 2—10 разів більше проти теоретичної потреби.

Відношення  $V_n : V_n^o = \alpha$  називають коефіцієнтом надлишку повітря.

У результаті горіння утворюються продукти згорання в газоподібному, рідкому й твердому стані. Дим містить частинки вуглецю — сажу.

Для горючих речовин характерне виділення тепла при їх згорянні (з одиниці маси або обсягу), яке називається теплотою згорання. Теплоту згорання поділяють на вищу й нижчу. Нижча теплота згорання відрізняється від вищої величиною теплоти випаровування вогкості, яка присутня в продуктах згорання. Теплота, що виділяється із зони горіння, нагріває продукти згорання; температура, яка досягається ними при цьому, називається температурою горіння.

Температуру горіння розрізняють: калориметричну, коли продукти згорання отримують температуру від всієї виділеної теплоти (допускається, що втрати теплоти відсутні); теоретичну, коли враховують втрати теплоти на дисоціацію продуктів згорання при температурі горіння більше 1700°; дійсну, тобто температуру пожежі з урахуванням втрат теплоти на нагрівання, випромінювання тощо.

## 11.2. Самозапалювання, самозаймання й заpalення горючих речовин

Процес нагрівання горючої суміші в посудині можна представити графічно (рис. 11.1, а), коли по осі абсцис відкладають температури стінки посудини й горючої суміші  $t$ , а по осі ординат — швидкості тепловиділення  $q_1$  і тепловіддачі  $q_2$  посудини. При  $t_0$ , коли температура недостатня, кисень повітря в реакцію з паливом не вступає через відсутність активних молекул. При нагріванні суміші до температури  $t_1$  і вище в ньому з'являються активні молекули й починається реакція окислювання з виділенням теплоти, від якої горюча система також нагрівається.

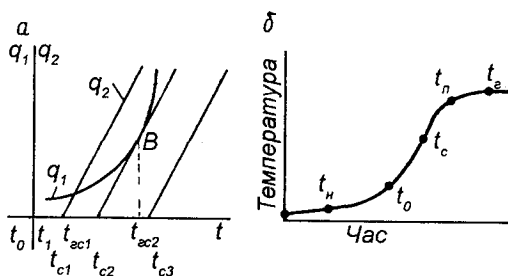


Рис. 11.1. Графіки зміни параметрів: а — швидкості тепловиділення  $q_1$  і тепловіддачі  $q_2$  від температури; б — температури від часу

Швидкість тепловиділення характеризується кривою, яка описується рівнянням:

$$q_1 = QVK_0 C^v e^{\frac{E}{Rt}}, \quad (11.1)$$

де  $Q$  — теплота згоряння горючої системи, ккал;  $V$  — обсяг горючої суміші,  $m^3$ ;  $K_0$  — передекспонціальний множник;  $C$  — концентрація пального в системі,  $kg/m^3$ ;  $n$  — сумарний порядок реакції;  $E$  — енергія активації;  $R$  — газова постійна;  $t$  — температура горючої суміші та сітки посудини,  $^{\circ}C$ ;  $q_1$  — швидкість тепловиділення, ккал/год.

З підвищенням температури горючої системи температура стінок посудини й навколишнього середовища також підвищується, і при температурі, наприклад,  $t_2$  починається тепловіддача у навколишнє середовище. Швидкість тепловіддачі можна виразити графічно прямою лінією  $q_2$ , рівняння якої має вигляд:



$$q_2 = \alpha A(t - t_c), \quad (11.2)$$

де  $\alpha$  — коефіцієнт тепловіддачі від горючої системи до стінок посудини;  $A$  — поверхня стінок посудини;  $t$  і  $t_c$  — температура горючої суміші й стінок посудини;  $q_2$  — швидкість тепловідводу, ккал/год.

Лінія тепловіддачі перетинається із кривою тепловиділення в точці  $A$ . До цієї точки дотримувалася умова  $q_1 > q_2$ , тобто відбувалося самонагрівання системи. У точці  $A$ , коли  $q_1 = q_2$ , окислення буде тривати й температура стінки посудини підвищиться до  $t_{c1}$ .

При подальшому нагріванні посудини, наприклад, до температури  $t_3$ , температура стінки посудини складе  $t_{c3}$ , лінія тепловіддачі не перетнеться із кривою тепловиділення, горюча система буде самонагріватися й при  $q_1 > q_2$  почнеться samozapalювання.

При температурі  $t_2$ , проміжній між  $t_1$  і  $t_3$ , коли лінія тепловіддачі буде дотикатися до кривої тепловиділення в точці  $B$ , настає теплова рівновага. Але як тільки наступить стан, коли  $q_1 > q_2$ , почнеться самонагрівання речовини, що призводить до його samozapalювання.

Отже, температурою samozapalювання горючої речовини потрібно вважати найменшу температуру горючої речовини, при якій настає самонагрівання й початок горіння.

Залежність температури нагрівання речовини від часу показана на рис. 11.1, б. Точкою  $t_n$  позначений початок нагрівання горючої системи. На відрізку  $t_n - t_0$  теплота витрачається на плавлення, розкладання й випаровування горючої речовини. У точці  $t_0$  починається окислювання, і за рахунок теплоти реакції окислювання температура речовини зростає швидше. Коли тепловиділення з горючої речовини перевищить тепловіддачу в навколишнє середовище, ця речовина samozapalиться (точка  $t_c$ ). Полу-м'я з'явиться в точці  $t_n$ . Точкою  $t_z$  позначена температура горіння.

Температура samozapalювання деяких речовин і матеріалів така, °С: бензину — 255—300, деревини соснової — 399, лінолеуму гумового — 410, плит з волокнистої деревини — 345, повсті будівельної — 370 °С.

Виходячи з температур samozapalювання, горючі речовини поділяють на два види:

1 — з температурою samozapalювання вище температури навколишнього середовища, які samozаймаються лише при нагріванні їх вище температури навколишнього середовища;

2 — температура запалення яких нижча за температуру навколишнього середовища, вони запалюються без нагрівання, тому що навколишнім середовищем бувають нагріті до температури самозапалювання; їх називають самозаймистими речовинами, а появу горіння — самозайманням.

Своєю чергою, речовини, що самозаймаються, поділяють на три групи: самозаймисті — від впливу на них повітря (наприклад, торф, кам'яне вугілля, промаслені обтиральні матеріали й спецодяг); ті, які викликають горіння при контакті з водою (карбід кальцію, негашене вапно); самозаймисті — в результаті змішування один з одним (мінеральне масло в середовищі стиснутого кисню, стружки й тирса деревини, змоченої азотною кислотою).

Горіння, що виникло в результаті запалення лише частини загальної кількості горючої речовини, називається запаленням. Таким чином, в основі процесу горіння лежить самозапалювання; самозаймання й запалення є окремими явищами самозапалювання.

При горінні твердих речовин вони плавляться, утворюючи рідкий шар, або розкладаються, перетворюючись у гази та пари. Тверді речовини горять самі й поширюють горіння, яке характеризується масовою швидкістю вигорання на одиницю площі, наприклад, для виробів з деревини вона становить  $0,84 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{хв})$ .

Швидкість вигорання рідких горючих речовин поділяють на: масову швидкість вигорання (маса рідини, що вигоріла з одиниці поверхні за одиницю часу) і лінійну (висота шару рідини, що вигоріла за одиницю часу). Наприклад, масова швидкість вигорання бензину становить  $2,7\text{—}3,2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{хв})$ , лінійна —  $3,8\text{—}4,5 \text{ мм}/\text{хв}$ .

### **11.3. Горіння та вибухи газо-, паро- і пилоповітряних сумішей**

Суміші газів або парів з повітрям можуть горіти лише за певних співвідношень. Мінімальну й максимальну концентрації горючих газів або парів у повітрі, при яких вони можуть запалюватися, називають нижніми й верхніми концентраційними межами запалення. Концентрації сумішей, що перебувають у цих межах і здатні горіти, називаються вибухонебезпечними.

При горінні сумішей в умовах замкнутих ємностей виникає підвищений тиск, що призводить до вибуху. Так, при випарі 0,25 кг бензину в повітрі утвориться газова суміш, вибух якої розвиває потужність, що досягає 12 тис. кВт. Цим пояснюється, що вибухи викликають руйнування, пожежі й важкі форми травматизму (струс мозку, переломи кісток, поранення).

Суміші, концентрації яких перебувають нижче нижньої й вище верхньої меж запалення, у замкнутих посудинах не горять і тому є безпечними.

Концентраційні межі запалення парів і газів деяких речовин такі, %: для пари ацетилену: нижня межа — 2,5, верхня — 80,8; для бутану: нижня — 1,36, верхня — 8,41, для бензину: нижня — 0,76, верхня — 5,4.

Полум'я по вибуховій суміші у відкритій трубі поширюється зі швидкістю всього декількох метрів у секунду, тоді як у закритій трубі — зі швидкістю 2000—3000 м/с. За такої швидкості згорання суміші називається детонацією.

При вибуху більшості газів утворюється температура 1500—2000 °С і тиск до 1,1 МПа (11 атм).

Суміші парів з повітрям із вибухонебезпеки аналогічні сумішам газів з повітрям. Ураховуючи, що концентрація насичених парів рідини залежить від температури, ці температури прийнято називати нижніми й верхніми температурними межами запалення.

Нижню температурну межу запалення рідини називають також температурою спалаху. Цей критерій прийнятий для класифікації рідини за ступенем їх пожежної небезпеки. Так, рідини з температурою спалаху до 45 °С належать до легкозаймистих (бензин, гас), а більше 45 °С — до горючих рідин (дизельне паливо, мастила).

Температурні межі запалення деяких рідин такі: для бензину: нижня (температура спалаху) — 14 °С, верхня +12 °С, у гасу освітлювального відповідно —35° і +75 °С.

Суміші пилу з повітрям, як і газові суміші, горять із великою швидкістю й вибухають у замкнутих посудинах.

У повітрі пил перебуває в стані аерозолі (зваженого в повітрі) або аерогелю (пил, що осів на стелі й поверхнях). Температура самозапалювання вугільного пилу в стані аерогелю — 260 °С, а у стані аерозолі — 969 °С.

Небезпека пилу характеризується нижньою концентраційною межею їх запалення. Пили, в яких ця межа становить  $65 \text{ г/м}^3$  і менше, належать до вибухонебезпечних, а в яких вона вище  $65 \text{ г/м}^3$  — до пожежонебезпечних.

Категорії вибухонебезпечних сумішей газів і парів з повітрям, а також групи вибухонебезпечних сумішей газів і парів з повітрям за температурою самозапалювання викладені в Держстандарті 12.1.011-78 “Суміші вибухонебезпечні”, “Класифікація та методи досліджень (СТ СЭВ 2775-90)”.

## 11.4. Вогнестійкість будівельних конструкцій і матеріалів

Пожежна безпека будівель і споруд значною мірою залежить від правильного вибору займистості й вогнестійкості будівельних конструкцій.

Під займистістю розуміють здатність матеріалу, який піддається місцевому впливу високотемпературного джерела підпалювання, самостійно горіти, жевріти за наявності цього джерела або після його видалення.

Відповідно до ДБН В.1.1-7.2002 “Протипожежні норми проектування будівель і споруд” й ОСТу 78.2-73 “Горіння й пожежна безпека речовин. Термінологія”, всі будівельні матеріали й конструкції із займистості поділяють на дві групи: негорючі та горючі.

**Негорючими** називаються матеріали, які під впливом вогню або високої температури не запалюються, не жевріють і не обвуглюються. До них належать усі природні й штучні неорганічні матеріали, гіпсові й гіпсоволокнисті плити при вмісті органічної маси менше 8 %, мінераловатяні плити при вмісті синтетичного, бітумного або крохмального зв'язування менше 6 % за масою, а також метали, які застосовуються в будівництві. Конструкції, виготовлені з негорючих матеріалів, називаються негорючими.

Конструкції, які виконані із важкогорючих матеріалів, і конструкції, що виконані з горючих матеріалів, але захищені від загоряння штукатуркою або облицюванням з негорючих матеріалів, називаються важкогорючими.

**Горючими** називаються матеріали, які під впливом вогню чи високої температури запалюються або жевріють і продовжують горіти або жевріти після видалення джерела підпалювання. До них належать усі органічні матеріали, що не відповідають вимогам, які висуваються до негорючих і важкогорючих матеріалів (наприклад, деревина, торф, бітум, гудрон, повсть, папір, картон, комишит, соломіт, пінопласт ПС-4 і ПСБ-С, декоративно-будівельні пластики й ін.).

Горючі конструкції в свою чергу поділяються на чотири групи Г1, Г2, Г3, Г4.

Конструкції, які виконані з горючих матеріалів, не захищених від впливу вогню або високої температури, називають горючими.

Іншою важливою характеристикою будівельних конструкцій є вогнестійкість, під якою розуміють здатність зберігати свої несучі якості та захисні функції в умовах пожежі. Тривалість (у хвилинах) опору будівельної конструкції впливу високої температури при пожежі до вичерпання нею несучої здатності прийнято називати межею вогнестійкості і нормується вона за граничними станами конструкції вогнестійкості. Межа вогнестійкості характеризується появою однієї з таких ознак:

- втрата цілісності (Е) — утворення у конструкції, що обгороджує (стіна, перегородка, перекриття, покриття), наскрізних отворів або наскрізних тріщин, через які можуть проникати полум'я або продукти горіння;
- теплоізолювальна здатність і підвищення температури на поверхні, яка не обігрівається, і що обгороджує конструкції в середньому більше ніж на 140 °С або в будь-якій точці цієї поверхні більше ніж на 180 °С (порівняно з початковою температурою) або більше ніж на 220 °С незалежно від початкової температури конструкції;
- втрата конструкцією несучої здатності (R) або стійкості (обвалення).

Відповідно до ДСТУ БВ1.1-4-98 допускається визначення межі вогнестійкості розрахунковими методами.

Межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначаються як експериментально, так і розрахунковими методами (у тому числі на БОМ). Їх прийнято називати фактичними межами вогнестійкості  $P_{\phi}$ . Встановлені нормами межі вогнестійкості для основних

частин будівель і споруд називаються необхідними межами вогнестійкості та встановлюються відповідно до чисельного ряду (15, 30, 45, 60, 90, 120 та 180 хв, прийнятого у державах, що входять до Європейського Співтовариства.

Умови пожежної безпеки будівельних конструкцій формулюються в такий спосіб: фактична група займистості повинна бути не вищою за необхідну, а фактична межа вогнестійкості — не нижчою за необхідну.

Дотримання вищенаведених умов безпеки при проектуванні й будівництві будівель і споруд є однією з найважливіших передумов забезпечення їх збереження при пожежі певної тривалості.

### **Методи визначення вогнестійкості будівельних конструкцій**

Одним із основних методів визначення вогнестійкості будівельних конструкцій є метод вогневих випробувань конструктивних елементів натуральних розмірів. Сутність експерименту полягає в тому, щоб конструктивний елемент натуральних розмірів піддати впливу нормативних навантажень і реальних агресивних факторів, які мають місце в умовах пожеж, і фіксувати час із моменту початку випробувань до моменту появи однієї з ознак настання межі вогнестійкості.

Дослідження меж вогнестійкості в нашій країні проводиться при стандартному температурному режимі на вогневих дослідних установках згідно з СНіПом III-4-80.

Конструкції, що обгороджують (стіни, перегородки, плити перекриттів і покриттів), піддають однобічному нагріванню; балки, прогони й ригелі нагрівають із трьох сторін, а ферми, колони, стовпи й стійки — по всій бічній поверхні. Несучі конструкції піддають впливу нормативних навантажень (без коефіцієнта перевантаження). Конструктивні елементи в процесі нагрівання піддаються випробуванням на термічну стійкість при різкому охолодженні струменями води.

Межі вогнестійкості елементів будівельних конструкцій можуть бути знайдені також методами моделювання й розрахунку. Останнім часом поширений метод розрахунку вогнестійкості конструкцій на ЕОМ.

### **Вогнестійкість окремих видів будівельних конструкцій**

Дослідження дозволили встановити характер руйнування й межі вогнестійкості переважної більшості будівельних конструкцій.

Сталеві конструкції за відсутності захисту негорючими теплоізоляційними матеріалами досить швидко прогриваються до високих температур і через 15—20 хв від початку нагрівання втрачають міцність і стійкість. Застосування облицювань із негорючих теплоізоляційних матеріалів суттєво збільшує вогнестійкість металевих конструкцій. Так, якщо сталеву колону облицювати штукатуркою товщиною 25 мм (по сітці), то межа вогнестійкості її складе 45 хв, а при товщині облицювання до 50 мм вона збільшується до 2 год.

Сьогодні застосовують фарби, що спучуються, які підвищують межу вогнестійкості металевих конструкцій до 35—45 хв.

**Кам'яні конструкції.** Серед кам'яних конструкцій найбільш вогнестійкими є конструкції зі звичайної глиняної цегли, руйнування якої відбувається при температурах 900—950 °С, у той час як конструкції зі звичайного бетону в умовах пожежі руйнуються при температурах 650—700 °С (при таких же температурах руйнуються конструкції із силікатної цегли). Конструкції із граніту руйнуються при температурі близько 600—650 °С, з вапняку — 850—900 °С.

**Залізобетонні конструкції.** Вогнестійкість залізобетонних конструкцій залежить від призначення конструкції, розмірів перерізу, теплофізичних властивостей бетону, а також від виду арматури. Вогнестійкість центральностиснених колон залежить тільки від розмірів поперечного перерізу й виду грубого заповнювача в бетоні. Гнучка арматура на вогнестійкість колон не впливає. Винятком є колони, що мають відсоток армування більше 3,5, із твердою або спіральною арматурами. Це відбувається тому, що гнучкі арматури при прийнятих у будівельній практиці величинах захисного шару в умовах пожежі швидко прогриваються до критичної температури й виходять із ладу, у той час як для прогріву бетону до критичної температури потрібно набагато більше часу.

*Вогнестійкість пустотілих колон значно нижча за вогнестійкість колон суцільного перетину.*

*Вогнестійкість колон з високим відсотком армування (3,5 % і більше), які застосовуються у багатоповерхових будинках, визначається виходом з ладу робочих арматур, унаслідок чого такі колони мають більш низькі межі вогнестійкості (порівняно зі слабоармованими).*

*Межі вогнестійкості нецентральноствиснених колон* з малим ексцентриситетом значно нижчі, ніж межі вогнестійкості центральноствиснених колон, що мають такі ж розміри перетину й запаси міцності.

*Вогнестійкість балок, прогонів, ригелів і плит* залежить від виду робочих арматур, товщини захисного шару бетону й статичної схеми роботи. Більш високі межі вогнестійкості мають статично невизначені (нерозрізні) конструкції, що обумовлено явищем перерозподілу зусиль при їх нагріванні. Попередня напруга арматур знижує вогнестійкість цих конструкцій.

*Вогнестійкість залізобетонних форм* визначається вогнестійкістю одного з її елементів, який має найменші розміри поперечного перерізу й мінімальний запас міцності. Більшість залізобетонних форм, що випускають вітчизняні заводи, має межі вогнестійкості 75—90 хв.

*Вогнестійкість суцільних залізобетонних стін і перегородок* залежить від їхньої товщини й виду бетону.

Вогнестійкість стін і перегородок суттєво знижується в тому випадку, якщо вони виконані із заповненням з горючих матеріалів. Панелі із заповненням з горючих пінопластів вважаються важкогорючими, хоча їх оболонки є негорючими. Це пояснюється тим, що навіть нетривале нагрівання конструкцій при пожежі викликає горіння заповнювача й поширення вогню по всьому будинку.

*Вогнестійкість несучих стін сучасних будинків* залежить від розмірів перетину в значно меншому ступені. Їхнє руйнування при пожежі визначається не прогріванням протилежної від вогню поверхні до небезпечних температур, а зміною напруженого стану в процесі нагрівання. Це відбувається тому, що в більшості випадків несучі стіни великопанельних будинків розташовані всередині будинку, не виконують функцій теплозахисного огороження і тому мають невелику товщину (12—14 см). Унаслідок цього й межі вогнестійкості цих стін суттєво знижуються.

*Конструкції з дерева й пластичних мас.* Конструкції з дерева й більшість пластмас є горючими. Горючими є також багато ізоляційних, акустичних й оздоблювальних матеріалів із застосуванням деревини й пластичних мас: поропласт поліуретан, мінераловатяні плити на бітумному сполученні, деревоволокнисті й стружкові плити, полістірольні плити, поліетиленові й поліхлорвінілові



плівки, самоклеючі склопластики, плівки й шпалери. Суттєвим недоліком конструкцій і матеріалів із пластмас є те, що при їх горінні виділяються високотоксичні продукти термічного розпаду, вдихання яких людиною в умовах пожежі викликає сильне отруєння, а нерідко й смерть.

Для підвищення опору конструкцій з дерева й пластмас впливу вогню використовують різні способи вогнезахисту. Деревину піддають поверхневій і глибокій обробці вогнезахисними сполуками (фарбування теплостійкими сполуками, оштукатурювання, глибинне просочення рідкими вогнезахисними сполуками). У деякі види пластичних мас при виготовленні вводять добавки, що зменшують горючість конструкцій.

Вибір вогнестійкості конструкцій при проектуванні будівель і споруд проводиться з урахуванням умови, що фактична межа вогнестійкості будь-якого конструктивного елемента повинна бути не менша за величину необхідної межі вогнестійкості. Вибір фактичних меж вогнестійкості проводиться за ДБН В.1.1-7-2002 "Протипожежні норми проектування будівель і споруд".

### **Класифікація будівель і споруд за ступенем вогнестійкості**

Вогнестійкість будівель або споруд визначається вогнестійкістю таких основних частин: протипожежних стін (брандмауерів), несучих стін, стін сходових клітин, колон, зовнішніх стін з навісних панелей і зовнішніх фахверкових стін, що несуть конструкції міжповерхових і горищних перекриттів, несучих конструкцій покриттів, внутрішніх ненесучих стін (перегородок).

Розрізняють вісім ступенів вогнестійкості залежно від класу довговічності будівлі або споруди за відповідними нормами проектування. Характеристика будівель і споруд за ступенем їхньої вогнестійкості згідно зі СНіПом III-4-80 наведена в табл. 11.1, де вони наведені за міждержавним МНС 2.02-01-97, і їх є п'ять.

Фактичний ступінь вогнестійкості повинен бути не нижчим за необхідний ступінь вогнестійкості, наприклад, 0,25 год для плит, настилів, внутрішніх ненесучих стін (перегородок) і зовнішніх стін з навісних панелей. Збільшення межі вогнестійкості будь-якої частини будівлі не є підставою для віднесення її до більш високого ступеня вогнестійкості. При визначенні фактичного ступеня вогнестійкості межі вогнестійкості перекриттів і покриттів визначаються мінімальною вогнестійкістю їх елементів. Так, якщо межі вогнестійкості залізобетонних плит і балок перекриття або

Таблиця 11.1. Характеристика будівель і споруд за ступенем вогнестійкості

Основні будівельні конструкції	Ступінь вогнестійкості будівлі або споруди									
	I		II		III		IV		V	
	група займистості	необхідний період вогнестійкості, год	група займистості	необхідний період вогнестійкості, год	група займистості	необхідний період вогнестійкості, год	група займистості	необхідний період вогнестійкості, год	група займистості	необхідний період вогнестійкості, год
Несучі стіни, стіни сходових клітин, колони	негорючі	2,5	негорючі	2	негорючі	2	важкогорючі	2	горючі	—
Зовнішні стіни з начіпних панелей і зовнішні фахверкові стіни	ті ж	0,5	ті ж важкогорючі	0,25 0,5	ті ж важкогорючі	0,25 0,5	ті ж	0,25	ті ж	—
Плити, настили й інші несучі конструкції міжповерхових і горищних перекриттів	»	1	негорючі	0,75	ті ж	0,75	»	0,25	»	—
Плити, настили й інші конструкції покриттів	»	0,5	ті ж	0,25	горючі	—	горючі	—	»	—
Внутрішні ненесучі стіни (перегородки)	»	0,5	важкогорючі	0,25	важкогорючі	0,25	важкогорючі	0,25	»	—
Противопожежні стіни (брандмауери)	»	2,5	негорючі	2,5	негорючі	2,5	негорючі	2,5	негорючі	2,5

покриття дорівнюють відповідно 90 й 60 хв, то межу вогнестійкості перекриття приймають такою, що дорівнює 60 хв.

При визначенні ступеня вогнестійкості не враховуються межі вогнестійкості другорядних конструктивних елементів (вікон, дверей, несучих елементів сходів, покрівлі), тому необхідно брати до уваги відповідні вказівки норм (СНіП III-4-80, ГОСТ 30244-94, ГОСТ 30402-96, ГОСТ 30444-97).

Вищенаведена класифікація будинків і споруд за ступенями вогнестійкості є одним із важливих показників при розробленні об'ємно-планувальних рішень і складанні генеральних планів будівництва об'єктів промислового й цивільного призначення.

### 11.5. Загальні основи розрахунку вогнестійкості будівельних конструкцій

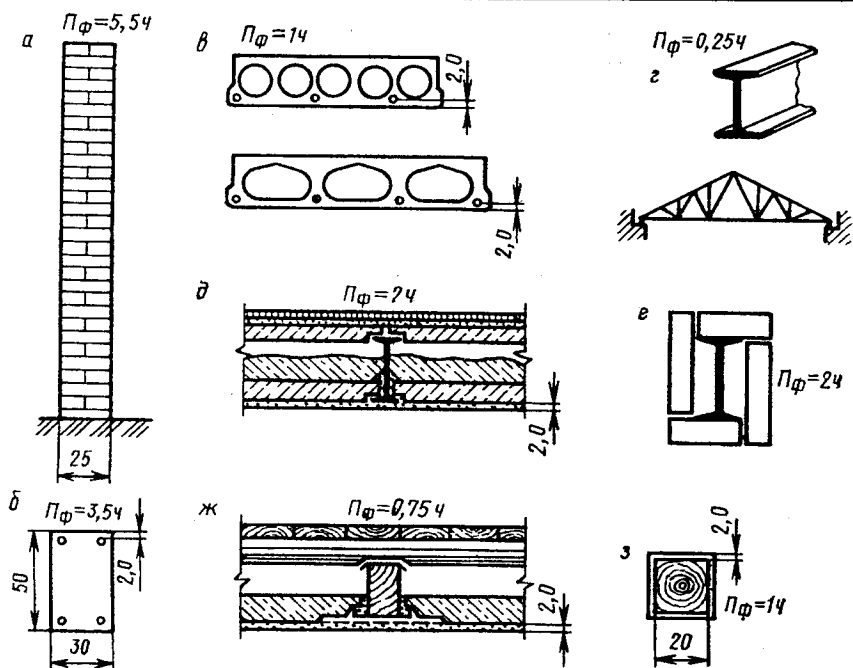
Розрахунковий метод визначення вогнестійкості будівельних конструкцій включає *статичний розрахунок*, у ході якого визначають критичну температуру й критичний перетин конструкції, а *теплотехнічний розрахунок* — визначення часу, після закінчення якого в конструкції виникає критична температура (рис. 11.2).

При статичному й теплотехнічному розрахунках визначають вогнестійкість будівельних конструкцій за трьома схемами і за методикою, викладеною в роботі М. Я. Ройтмана “Пожежна профілактика в будівельній справі”.

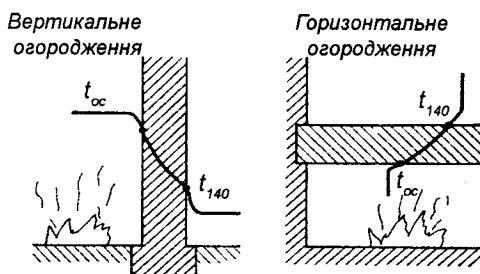
**Схема 1** (рис. 11.3). Визначають час (межу вогнестійкості), після закінчення якого на поверхні, що не обігривається (незверненої до вогню), будівельної конструкції підвищиться температура більше ніж на 140 °С.

**Схема 2.** Визначають час (межу вогнестійкості), після закінчення якого на поверхні металевих конструкцій або на поверхні арматур виникне критична температура, у результаті чого конструкція втратить несучу здатність (рис. 11.4). Під критичною температурою мають на увазі температуру, при якій нормативний опір (або межа текучості) знижується до величини робочих напруг.

**Схема 3.** Визначають час (межу вогнестійкості), після закінчення якого внаслідок обвуглювання деревини площа перетину зменшується й конструкція втрачає несучу здатність (рис. 11.5, а);



**Рис. 11.2.** Схеми деяких будівельних конструкцій із вказівкою меж їх вогнестійкості: *а* — цегельна стіна; *б* — залізобетонна колона; *в* — збірні залізобетонні панелі перекриттів із круглими та овальними порожнечами; *г* — незахищені металеві конструкції; *д* — перекриття по металевих балках; *е* — металева колона, що облицьована цеглою на ребро (6,5 см); *ж* — перекриття по дерев'яних балках; *з* — дерев'яна оштукатурена стійка



**Рис. 11.3.** Схема до розрахунку меж вогнестійкості конструкцій, що огорожують

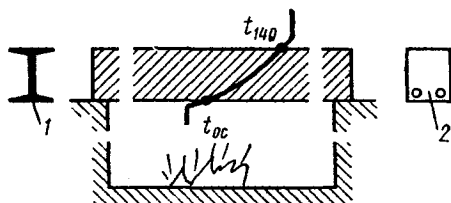


Рис. 11.4. Схема до розрахунку межі вогнестійкості несучої конструкції із втратою несучої здатності: 1 — металева; 2 — залізобетонна

у результаті ж прогріву стиснутих елементів кам'яних конструкцій настає руйнування (рис. 11.5, б).

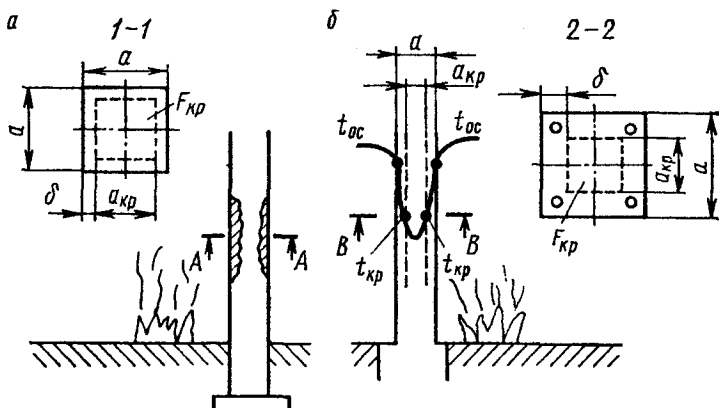


Рис. 11.5. Схема до розрахунку межі вогнестійкості конструкцій із втратою несучої здатності: а — дерев'яна, б — кам'яна

Перетин конструкції, при якому відбувається руйнування, називають критичним перетином, а досягнуту при цьому температуру — критичною температурою.

**Статичний розрахунок.** Під впливом високої температури фізико-хімічні властивості будівельних матеріалів суттєво змінюються й міцність їх знижується.

Критичний коефіцієнт зміни міцності матеріалів

$$k_{\text{кр}} = R^t / R^u = \sigma / R^u, \quad (11.3)$$

де  $R^t$  — межа міцності або плинності матеріалу в нагрітому стані,  $\text{кг}/\text{см}^2$ ;  $R^H$  — те ж, у нормальному стані, тобто при руйнуванні матеріалу межа його міцності або плинності дорівнює робочій напрузі.

Крім того, критичний коефіцієнт зміни міцності можна визначити за формулами:

$$\text{— для стиснутих елементів} \quad k_{\text{ткр}} = F^H / F_p; \quad (11.4)$$

$$\text{— для елементів, що згинають,} \quad k_{\text{ткр}} = M^H / M_p, \quad (11.5)$$

де  $F^H$  — нормативне або експлуатаційне навантаження,  $\text{кг}$ ;  $F_p$  — руйнівне навантаження,  $\text{кг}$ ;  $M^H$  — момент від нормативного або експлуатаційного навантаження,  $\text{кг} \times \text{м}$ ;  $M_p$  — момент від руйнівного навантаження,  $\text{кг} \times \text{м}$ .

На підставі підрахованого  $k_{\text{ткр}}$  і кривої зміни міцності матеріалу залежно від температури за графіком (рис. 11.6) визначають критичну температуру. Крива 1 належить до холодновитягнутого дроту діаметром 3 мм із тимчасовим опором розриву  $1800 \text{ кг}/\text{см}^2$ , крива 2 — для дроту 5—6 мм й  $6000 \text{ кг}/\text{см}^2$ , крива 3 — для сталі Ст3 і Ст5, крива 4 — для низьколегованої сталі 25 М С; крива 5 — для сталі 30 ХГ2 С.

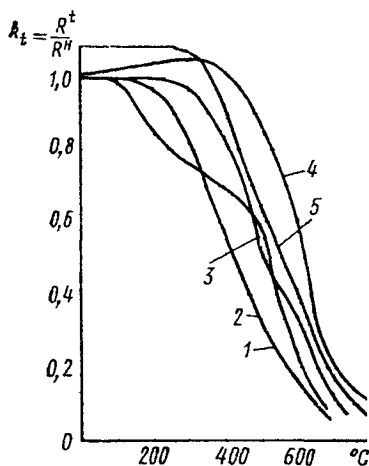


Рис. 11.6. Графік зміни міцності сталі при дії високої температури

Критична температура для низьколегованої сталі й Ст3:

$$t_{\text{ткр}} = a - bk_{\text{ткр}}, \quad (11.6)$$

де  $a = 750$ ,  $b = 450$  — коефіцієнти для Ст3;  $a = 800$ ,  $b = 400$  — коефіцієнти для низьколегованої сталі.

**Критична площа квадратного поперечного перерізу:**

— для центральностиснутих або розтягнутих елементів (рис. 11.5, б)

$$A_{кр} = F^n / R_c^n \quad (11.7)$$

Звідки сторона квадрата:

$$a_{кр} = \sqrt{A_{кр}} \quad (11.8)$$

— для конструкцій, що згинають:

$$M_{кр} = M^n / R_{зг}^n, \quad (11.9)$$

де  $A_{кр}$  — площа критичного перетину,  $\text{см}^2$ ;  $M_{кр}$  — момент опору стрижня в критичному перетині,  $\text{см}^3$ ;  $R_c^n$ ,  $R_{зг}^n$  — нормативні опори при стиску й вигині,  $\text{кгс}/\text{см}^2$ .

**Теплотехнічний розрахунок.** Межу вогнестійкості будівельної конструкції визначають низкою ознак, однією з яких є підвищення температури на поверхні конструкції, що не обігривається.

Розрахунковим шляхом цю температуру визначають на основі диференціального рівняння теплопровідності Фур'є, що характеризує зміну температури у твердому тілі за часом і простором.

Температуру конструкції на її поверхні, що обігривається, стосовно до стандартного режиму температури визначають за формулою А. І. Яковлева.

$$t_{II} = 1250 - (1250 - t_{ноч}) f \left( \frac{k}{2} \sqrt{\tau} \right), \quad (11.10)$$

де  $t_{ноч}$  — початкова температура обігріву, прийнята такою, що дорівнює  $20^\circ$ ;  $k$  — коефіцієнт, що характеризує об'ємну масу матеріалу конструкції (при  $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$  —  $k = 0,55$ ; при  $\gamma = 1500 \text{ кг/м}^3$  —  $k = 0,58$ ; при  $\gamma = 2300 \text{ кг/м}^3$  —  $k = 0,62$ );  $\tau$  — час, після закінчення якого визначають температуру на поверхні;  $f \left( \frac{k}{2} \sqrt{\tau} \right)$  — функція помилок Гаусса.

Температура на поверхні конструкції, яка не обігривається, а також у будь-якій точці й у будь-який час:

$$t_{x=t_{c,i}} = t_{t_{c,i}-\lambda x} - (t_{t_{c,i}-\lambda x} - t_{ноч}) \frac{\lambda x / \lambda_t}{\lambda x / \lambda_t + 1 / \alpha}, \quad (11.11)$$

де  $t_{t_{ca}-\Delta x}$  — температура у вузловій точці, що суміжна з поверхнею, яка не обігривається;  $t_{пoc}$  — початкова температура, °C;  $\alpha$  — коефіцієнт теплообміну, що дорівнює  $\alpha = 5,5 + 0,045 t$ ;  $t$  — температура на поверхні, що не обігривається, у момент часу  $\tau$ ;  $\lambda_t$  — теплопровідність, кДж/(м × год × град);  $\Delta x$  — товщина кожного шару, на які розбивається плита, м;  $t_{cл}$  — товщина плити, м.

За цими двома формулами можна підрахувати межу вогнестійкості плити за прогрівом її поверхні.

## 11.6. Чинники, що впливають на межу вогнестійкості будівельних конструкцій

В умовах пожежі на величину межі вогнестійкості конструкцій впливають такі чинники: теплота пожежі, теплове навантаження, температура й навантаження. Руйнівна дія пожежі, у першу чергу, характеризується кількістю теплоти, що виділяється при цьому, і визначається питомою теплотою пожежі, кДж/(м<sup>2</sup> × год) (1 кДж = 1,163 ккал):

$$Q = Q_H v_m z \beta_c, \quad (11.12)$$

де  $Q_H$  — нижня теплота згорання речовини, кДж/кг;  $v_m$  — масова швидкість згорання речовини, кг/(м<sup>2</sup> × год);  $z$  — коефіцієнт хімічного недопалу;  $\beta_c$  — коефіцієнт зміни швидкості горіння.

Звідси випливає, що кількість теплоти, яка виділяється під час пожежі, залежить від найнижчої теплоти згорання речовини (деревина при 14 % вогкості має  $Q_H = 13\,827$  кДж/кг, для бензину  $Q_H = 41\,900$  кДж/кг) і швидкості вигорання (у деревини складає  $v_m = 50$ , а для бензину — в середньому  $v_m = 175$  кг/(м<sup>2</sup> × год). Коефіцієнти хімічного недопалу й зміни швидкості горіння речовини на кількість теплоти, що виділяється, впливають несуттєво.

Під час пожежі будівельні конструкції нагріваються, акумулюючи в собі теплоту, що називають тепловим навантаженням; вимірюють його кількістю теплоти, яка виділяється поверхнею площею в 1 м<sup>2</sup>. При досягненні відповідного рівня теплового навантаження будівельна конструкція руйнується.

Величина теплового навантаження, кДж/м<sup>2</sup> визначається за формулою:

$$Q = \mu q t A_{зop} / A_k, \quad (11.13)$$



де  $t$  — тривалість пожежі, год;  $A_{гор}$  — площа поверхні горіння,  $m^2$ ;  $A_k$  — те ж, конструкції,  $m^2$ ;  $\mu$  — коефіцієнт акумуляції теплоти.

Температура при пожежі залежить від питомої теплоти й тривалості. Оскільки питома теплота пожежі у будь-який час постійна, температура буде залежати лише від часу пожежі.

Руйнування при пожежі, що зазвичай супроводжується вибухами, призводять до додаткових навантажень на будівельні конструкції, які враховують при проектуванні (наприклад, шляхом устрою легкоскидних конструкцій, що стравлюють тиск, який утвориться в приміщеннях від продуктів горіння).

## 11.7. Найменші допустимі відстані між будівлями та спорудами

Щоб уникнути або зменшити небезпеку поширення пожежі на сусідні об'єкти й забезпечити належні умови для її ліквідації, між будівлями й спорудами встановлюють певні найменші (безпечні) відстані, які називають протипожежними розривами.

При визначенні протипожежних розривів враховують основний чинник, що сприяє виникненню пожеж або вибухів на сусідніх об'єктах, — дію променистої теплоти. Чинники, що обумовлюють можливість поширення пожежі при вибухах на технологічних установках, а також метеорологічні умови при визначенні протипожежних розривів не враховують.

Протипожежні розриви згідно зі СНіПом III-4-80, встановлюють залежно від призначення будівель і споруд, фактичного ступеня їхньої вогнестійкості, категорії пожежної небезпеки виробничих процесів (враховуються, в основному, в серії приміток до таблиць протипожежних розривів) тощо. Норми протипожежних розривів між виробничими будівлями, спорудами й закритими складами наведені в табл. 11.2.

Основним показником, що визначає величину протипожежних розривів, є ступінь вогнестійкості будівель і споруд. Отже, перш ніж приступити до складання генерального плану, необхідне конструктивне пророблення кожного будинку з метою встановлення фактичного ступеня його вогнестійкості.

Якщо пожежо- і вибухонебезпечні виробничі процеси розміщують на відкритих майданчиках, то розриви між ними, вироб-

**Таблиця 11.2. Протипожежні розриви між виробничими будівлями, спорудами, закритими складами й допоміжними будівлями, розташовуваними на території підприємств і новобудов**

Ступінь вогнестійкості будівлі або споруди	Розриви, м, при ступені вогнестійкості будівлі або споруди		
	I і II	III	IV і V
I і II	Для виробництв категорій Г і Д не нормуються; для виробництв категорій А, Б і В — 9	9	12
III	9	12	15
IV й V	12	15	18

**Примітка.** Розриви для будівель I і II ступенів вогнестійкості з виробництвами категорій А, Б і В зменшуються з 9 до 6 м у випадку, якщо вони обладнуються автоматичними установками пожежогасіння, автоматичною пожежною сигналізацією або якщо завантаження горючими матеріалами не перевищує 10 кг/м<sup>2</sup>.

ничими, допоміжними й іншими будівлями та спорудами призначають за відомчими нормами будівельного проектування.

У тих випадках, коли дотримання нормативних розривів не допускається, передбачено здійснення низки заходів, що їх компенсують: устрій протипожежних стін, зниження категорії пожежної небезпеки виробничих процесів, зменшення площі забудови будівель, устрій автоматичних засобів пожежогасіння тощо.

У СНіПі III-4-80 наведені також норми протипожежних розривів між будівлями або спорудами й відкритими видатковими складами вугілля, торфу, лісоматеріалів, легкозаймистих рідин і газгольдерами для горючих газів (табл. 11.3).

**Таблиця 11.3. Протипожежні розриви між житловими, суспільними будинками й допоміжними будівлями промислових підприємств**

Ступінь вогнестійкості одного будинку	Розриви, м, при ступені вогнестійкості іншого будинку		
	I і II	III	IV і V
I й II	6	8	10
III	8	8	10
IV	10	10	15

Величину розривів для сільських населених пунктів приймають трохи більшою, виходячи з того, що в сільській місцевості значно менше можливості використати потужну пожежну техніку порівняно з населеними пунктами міського типу.

## 11.8. Протипожежні перешкоди

Протипожежні перешкоди призначені для запобігання можливості поширення вогню вбік сусідніх приміщень або будівель. Їх можна також застосовувати як укриття для підрозділів, що беруть участь у гасінні пожежі. До основних протипожежних перешкод належать перекриття з негорючих матеріалів, протипожежні зони й стіни (брандмауери). До допоміжних протипожежних перешкод у будівлях належать також теплові екрани, водяні завіси, димові й підривні люки.

До протипожежених перешкод, на відміну від СНіПу 2.01.02-85, віднесені лише протипожежені стіни, перегородки та перекриття, а протипожежні двері, ворота, вікна, люки та клапани вважаються елементами заповнення прорізів у цих протипожежних перешкодах, і подані вони у табличній формі.

Зараз протипожежні зони проектуються досить рідко, за винятком зон, що представляють собою вставку чи блок побутових або адміністративних приміщень у складі будинку, які виділяють різні за пожежною небезпекою виробничі процеси. Тому розглянемо конструктивні особливості протипожежних стін і найважливіші вимоги пожежної безпеки для них. Протипожежною стіною (брандмауером) називається глуха або із прорізами, захищеними відповідним чином, стіна з негорючих матеріалів, яка має межу вогнестійкості не менше 2,5 год, що опирається безпосередньо на фундамент і перерізує всі конструктивні елементи будівлі або споруди, із важкогорючих і горючих матеріалів.

У будівельній практиці протипожежні стіни застосовують для поділу виробничих процесів з різною пожежною небезпекою (при розміщенні їх в одній будівлі), поділу на секції більших за площею будівель різного призначення, відділення складських і допоміжних приміщень від виробничих, поділу складських будівель на протипожежні відсіки, зменшення протипожежних розривів між будівлями.

Противопожежні стіни можуть бути внутрішніми, якщо вони обмежують поширення пожежі всередині будівлі, і зовнішніми, призначеними для обмеження поширення пожежі на сусідні будівлі або споруди.

Щоб протипожежна стіна в будівлях з горючих і важкогорючих матеріалів могла перешкодити поширенню вогню з однієї частини будинку на іншу, піднесення гребеня протипожежної стіни над покрівлею з горючих матеріалів або над покриттям з негорючих чи важкогорючих матеріалів з горючим утеплювачем повинно бути не менше ніж на 0,6 м; піднесення гребеня протипожежної стіни над покрівлею з негорючих або важкогорючих матеріалів при горючому утеплювачі має бути не менше 0,3 м. Якщо покриття з негорючих матеріалів має негорючий утеплювач, то брандмауер може не перерізувати покриття й не підніматися над покрівлею (незалежно від групи займистості покрівлі).

У будівлях IV й V ступенів вогнестійкості протипожежна стіна повинна виходити за зовнішню площину зовнішніх стін, карнизів і звивів дахів не менше ніж на 0,3 м (якщо устрій таких виступів не є можливим або доцільним, допускається замінювати їх протипожежними зонами з негорючих матеріалів шириною не менше 1,8 м).

У протипожежних стінах, як і в перекриттях з негорючих матеріалів, з технологічних міркувань допускається передбачати прорізи, площа яких не повинна перевищувати 25 % площі протипожежної стіни. Щоб уникнути поширення пожежі в суміжні приміщення, заповнення прорізів у протипожежних стінах (двері, ворота, вікна, люки й ін.) повинно бути негорючим і мати межу вогнестійкості не менше 72 хв.

## 11.9. Забезпечення безпечної евакуації людей

При проектуванні й будівництві будівель і споруд різного призначення важливим завданням є створення найсприятливіших умов для руху людини й забезпечення її безпеки у випадку виникнення аварійної ситуації (пожежа, загроза вибуху тощо).

Розглянемо деякі поняття й визначення, що зустрічаються в нормах із евакуації людей з будівель і приміщень у випадку пожежі.

Шлях евакуації — це будь-яка ділянка на шляху руху до виходу назовні із приміщення або будинку в цілому (проходи, коридори, сходи).

Евакуаційними вважаються виходи, які ведуть:

- а) із приміщень першого поверху назовні — безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітину;
- б) із приміщень будь-якого поверху, крім першого, у коридор або прохід, що веде до сходової клітини або безпосередньо в сходову клітину, що має самостійний вихід назовні;
- в) із приміщення в сусідні приміщення на цьому ж поверсі, які забезпечені виходами, зазначеними в пп. “а” і “б”, за винятком випадків, зазначених у відповідних главах СНіП.

При проектуванні евакуаційних виходів з конкретного приміщення в сусідні приміщення на цьому ж поверсі (крім приміщень із виробництвами категорії А, В і Е, а також приміщень у будинках IV й V ступенів вогнестійкості) останні повинні бути забезпечені евакуаційними виходами назовні — безпосередньо назовні або через коридор, вестибюль, сходову клітину.

Важливою умовою своєчасної й безпечної евакуації людей з будинку під час пожежі є правильний вибір довжини шляхів евакуації. Одним із чинників, що визначають довжину шляхів евакуації, є призначення будинку (житлове, суспільне або виробниче). Іншим, не менш важливим чинником, є ступінь вогнестійкості будинку, оскільки вона впливає на швидкість поширення пожежі (чим нижчий ступінь вогнестійкості будівлі, тобто чим більше вона містить будівельних конструкцій з горючих матеріалів, тим швидше в ній буде поширюватися вогонь і тим швидше люди повинні покинути будинок). Граничнодопустимі відстані до евакуаційних виходів для будинків різного призначення приймають за відповідними главами СНіПу. Ці відстані встановлені нормами проектування з розрахунку, щоб тривалість виходу людей, які евакуюються, не перевищувала допустимого часу евакуації, протягом якого забезпечується безпечний рух людей.

Класифікацію незадимлюваних сходових кліток доповнено новим типом — Н4, який, на відміну від інших типів незадимлюваних сходових кліток, може використовуватися не тільки біля зовнішніх стін будинку з віконними прорізами, а й у середині будинку.

## 11.10. Обов'язки осіб, відповідальних за пожежну безпеку

Відповідальність за здійснення технічних рішень пожежної безпеки, закладених у проєкті, а також за забезпечення пожежної безпеки при виробництві будівельно-монтажних робіт покладається на начальників (виконавців робіт) будівельних ділянок. На окремих будівельних циклах, у виробничих і підсобних приміщеннях відповідальність за дотримання засобів пожежної безпеки покладається на керівників відповідних ділянок або об'єктів (начальників цехів, майстрів, бригадирів, завідувачів складами тощо).

В обов'язки осіб, відповідальних за пожежну безпеку, входить суворе дотримання засобів, встановлених законодавчими актами правил пожежної безпеки, своєчасне виконання розпоряджень органів Державного пожежного нагляду, організація навчання робітників і службовців правил пожежної безпеки та дій на випадок пожежі.

Усі робітники та службовці, які працюють на будівельному майданчику, повинні знати правила пожежної безпеки й уміти вжити заходів до виклику пожежної допомоги й ліквідації пожежі. З цією метою керівництво будівельного майданчика (ділянки) організовує інструктаж із пожежної безпеки.

Інструктаж буває первинний, який проводиться для робітників та службовців, які щойно поступили, і повторний (безпосередньо на робочих місцях особами, відповідальними за пожежну безпеку на цій ділянці).

Первинний інструктаж проводиться представниками пожежної охорони або інженерно-технічними працівниками будівельного майданчика й має на меті ознайомити робітників і службовців із правилами й інструкціями з пожежної безпеки, з пожежо-небезпечними ділянками будівництва і необхідними заходами безпеки на цих ділянках, можливими причинами пожежі й заходами її попередження, а також із практичними діями на випадок виникнення пожежі.

Крім первинного й повторного інструктажу, періодично з усіма робітниками й службовцями в обов'язковому порядку проводяться заняття із пожежно-технічного мінімуму.

Детально питання навчання робітників і службовців правил пожежної безпеки викладені в Програмі проведення протипожежного інструктажу й занять із пожежно-технічного мінімуму з робітниками та службовцями промислових підприємств, будівництва та інших об'єктів.

Найчастіше пожежі, а іноді й вибухи на будівельних майданчиках виникають унаслідок порушення встановлених норм і режиму пожежної безпеки робітниками та службовцями, особливо в тих випадках, якщо вони не проходили інструктажу, а також за відсутності громадських організацій із попередження й гасіння пожеж або при незадовільній їх роботі.

Нерідко виникнення пожеж на будівництві пов'язане з порушенням правил пожежної безпеки при зварювальних роботах, сушінні й обігріві будівель, при зберіганні будівельних та інших матеріалів тощо. Тому попередження пожеж за вищенаведеними умовами їх виникнення повністю залежить від керівників, робітників і службовців будівельного майданчика, обов'язком яких є всіляке вбереження споруджувальних об'єктів від ушкодження або знищення вогнем.

### **11.11. Утримання територій і приміщень будівельного майданчика**

До початку будівництва майданчик облаштовують дорогами й проїздами із твердим покриттям, зв'язаними з міськими магістралями, а також пожежним водопостачанням (у випадку відсутності поблизу водоймищ і водопроводів з пожежними гідрантами) і телефонним зв'язком для виклику пожежної допомоги у випадку пожежі. Дороги, проїзди й місця розташування джерел пожежного водопостачання (гідранти, водойми) освітлюють для зручності користування ними в нічний час.

Допоміжні будівлі й споруди тимчасового призначення розташовують у суворій відповідності із затвердженим будгепланом, на якому позначені й протипожежні розриви між основними й тимчасовими будівлями і спорудами. До початку будівництва обов'язково зносять усі будівлі, розташовані в протипожежних розривах між тимчасовими будівлями та спорудами і тими, що споруджуються. Зводити тимчасові споруди, не передбачені будгепланом, не допускається.

При будівництві будинків висотою в три поверхи і більше сходи, передбачені проектом, монтують одночасно зі зведенням будинку (це ж стосується й сходів, що з'єднують поетапно балкони або лоджії). Застосовувати в сходових клітинах будинків висотою більше двох поверхів дерев'яні драбини не рекомендується, тому що при виникненні пожежі вони швидко будуть знищені вогнем, у результаті чого ускладниться евакуація людей і гасіння пожежі. Допускається покриття негорючих щаблів дошками або полімерними матеріалами (для запобігання їх ушкодження).

Для вдалого гасіння пожежі у випадку її виникнення в будинку, що споруджується, зовнішні пожежні сходи й огороження на дахах (парапети), передбачені проектом, монтуються відразу ж після зведення зовнішніх стін і устрою даху. Конструкція будівельних лісів повинна бути негорючою, однак настили й підмостки можна виготовляти з дерева. У спекотну пору року дерев'яні елементи будівельних лісів періодично поливають водою.

Для швидкої евакуації робітників у випадку виникнення пожежі в будинку, що споруджується, будівельні ліси обладнують сходами або драбинами, встановлюваними через 40 м по периметру будинку. При будівництві будинків висотою в три поверхи й більше слід застосовувати інвентарні металеві ліси. Горючі конструкції настилів повинні бути оброблені вогнезахисною сполукою.

На території будівельного майданчика встановлюють вказівники джерел пожежного водопостачання й первинних засобів пожежогасіння, а також вивішують плакати із пожежної безпеки й попереджувальні написи.

У процесі розвантаження й складування будівельних матеріалів і деталей стежать за тим, аби дороги, проїзди й під'їзди до будинків, джерела водопостачання й первинних засобів пожежогасіння не захацувалися і щоб можна було безперешкодно використати їх у випадку виникнення пожежі. Відходи горючих будівельних матеріалів (деревні стружки й обпилювання, клоччя тощо) з будівельного майданчика щодня видаляють у спеціально відведені місця, розташовані на відстані не менше 50 м від будівель і споруд.

Дерев'яні відходи в кількості, що не перевищує тридобового надходження їх з ділянок будівництва, допускається тимчасово зберігати безпосередньо на будівельно-монтажному майданчику на відстані не ближче 30 м від основних будівель, що споруджуються, і тимчасових підсобних будинків і споруд.



Складування деревних обпилювань, трісок або рейок повинно бути роздільним, причому обпилювання зсипають у спеціально відведені місця або ящики. Інші відходи складують окремо від деревних відходів. Місця варіння бітуму розташовують поза будівлями й спорудами на спеціально відведених майданчиках на відстані не менше 30 м від будинків і будівель IV та V ступенів вогнестійкості, 20 м від будинків і будівель III ступеня вогнестійкості, і 10 м від будинків і будівель I й II ступенів вогнестійкості. Змішування бензину з бітумом проводять на відстані не менше 50 м від місця розігріву бітуму. Розводити багаття (наприклад, для спалювання відходів) і курити на території майданчика не допускається. Для паління відводять спеціально обладнані місця.

## 11.12. Сушіння будівель і споруд

Нерідко причиною виникнення пожежі на будівельних майданчиках є неправильний устрій або експлуатація установок, які застосовують для пришвидшення процесів твердіння бетонів і сушіння різних частин будинків та споруд.

Небезпека виникнення й поширення пожежі при проведенні цих робіт обумовлена наявністю значної кількості горючих матеріалів, які використовуються для опалубки, а також запасів рідкого або газоподібного палива й джерел запалення у вигляді різного роду нагрівальних установок, особливо при неправильному їх устрої та експлуатації. Тому при штучному прогріві бетону дозволяється застосовувати пару, гарячу воду, нагріте повітря та електричну енергію. Для теплоізоляції бетону можна застосовувати будь-які важкогорючі й негорючі матеріали. Застосування соломи, стружки й інших горючих матеріалів, за винятком зволжених обпилювань, не допускається.

При устрої тепляків варто застосовувати негорючі або важкогорючі утеплювачі; для фундаментів тепляків допускається застосування деревних обпилювань, оброблених глиняним розчином або вапняним молоком.

При сушінні будинків за допомогою калориферних установок допускаються повітронагрівачі тільки заводського виготовлення, які встановлюють на негорючій основі на відстані не менше 5 м від будинків і споруд, що споруджуються. Паливна ємність повинна мати місткість не більше 200 л і розташовуватися не ближче

10 м від повітропідігрівника й не ближче 15 м від будинку або споруди, що споруджується. Подання палива до повітронагрівача проводиться по металевому трубопроводу. Під час роботи установки дотримуються правил безпечної експлуатації, не допускається переміщення підігрівника або заправлення паливних баків, повторне включення підігрівника дозволяється тільки після повного його охолодження тощо. З огляду на підвищену небезпеку калориферів з вогневим обігрівом, доцільно, де це можливо, застосовувати електрокалорифери, які менш небезпечні в пожежному відношенні. У випадку використання для сушіння будинків газових сушильних установок треба виконувати такі правила: подача газу до повітронагрівача допускається по металевому трубопроводі при тиску не більше 5000 Па; нагріте повітря в будинки подається при цьому по металевому повітроводу через дверні або віконні прорізи із протипожежними розділками. За наявності пересувної установки з окремо розташованим балоном із зрідженим газом, останній розташовують не ближче ніж за 1,5 м від установки й інших нагрівальних приладів і не ближче 1 м від електричного обладнання (електролічильників, вимикачів, розеток); відстань між газовим випромінювачем сушильної установки і горючими елементами або матеріалами повинна становити не менше 1 м; між випромінювачем і важкогорючими елементами або матеріалами — не менше 0,7 м, а між випромінювачем і негорючими елементами або матеріалами — не менше 0,4 м. Установку, що працює, не можна залишати без нагляду. Не допускається також користуватися вогнем біля балонів з газами. При відчутті запаху газу установку негайно вимикають. Застосування сушильних установок з використанням газу небажане, тому що вони, зазвичай, не забезпечують повного згоряння газу, що може призвести не тільки до утворення вибухонебезпечних сумішей у приміщенні, але й до отруєння обслуговуючого персоналу.

При використанні пальників інфрачервоного випромінювання для сушіння штукатурки приміщень до монтажу допускаються тільки газові пальники заводського виготовлення, обладнані автоблокуванням для припинення подачі газу при загасанні пальника. Ці установки менше небезпечні в пожежному відношенні порівняно з іншими методами. Однак, за певних умов пальники інфрачервоного випромінювання також можуть стати причиною пожежі. Їх небезпека обумовлена нагріванням поверхні керамічних насадок до температури 800—900 °С, внаслідок чого можливе

запалення розташованих близько горючих матеріалів. За наявності нещільностей газопроводів можливі також витoki газу, які у випадку застосування відкритого вогню можуть спричинити вибух.

Тому основними умовами безпечної експлуатації пальників інфрачервоного випромінювання є справність системи електрозапалювання й герметичність газопроводів, а також розташування пальників і балонів зі зрідженим газом (у пересувних установках) на таких же відстанях від поверхні матеріалів і конструкцій, як і у випадку повітрянагрівачів, що працюють на газі.

Застосування тимчасових металевих пічок і жаровень (мангалів) для сушіння приміщень на новобудовах не допускається. Практика свідчить, що порушення цієї вимоги нерідко є причиною майже повного виходу з ладу зведеного будинку або споруди.

### **11.13. Проведення зварювальних та інших робіт, пов'язаних із вогнем**

Найпоширенішими умовами виникнення пожеж є умови, пов'язані з недопустимою за умовами пожежної безпеки появою різного роду джерел запалення. Однією з таких умов є неправильна організація або самовільне проведення вогневих робіт (газове й електричне зварювання й різання металів, розігрів гідроізоляційних матеріалів). Тому всі зварювальні й інші вогневі роботи на будь-якій ділянці будівельного майданчика можна виконувати лише з письмового дозволу осіб, відповідальних за пожежну безпеку на будівництві.

До проведення зварювальних й інших вогневих робіт, згідно з Правилами, допускаються особи, що здали у встановленому порядку заліки зі знання вимог пожежної безпеки та отримали кваліфікаційне посвідчення й спеціальний талон (він видається терміном на один рік). Перед початком цих робіт з ділянки забирають горючі матеріали й забезпечують ділянку засобами пожежогашіння.

При виконанні газозварювальних робіт небезпека виникнення пожежі або вибуху визначається наявністю відкритого вогню й обладнання, заповненого горючими газами (ацетиленові генератори й балони з ацетиленом, бутаном або пропаном). Ацетиленові гене-

ратори розміщують на відкритому повітрі або в добре вентиляваних приміщеннях. Встановлювати їх у підвальних приміщеннях не допускається. Місця проведення зварювальних робіт трансформаторів повинні бути очищені від горючих матеріалів і будівельного сміття в радіусі не менше 5 м. При проведенні газо- або електрозварювальних робіт слід пам'ятати, що зварювання, різання або паяння свіжопофарбованих або невисохлих конструкцій не допускається. Зварювання, різання чи паяння резервуарів, цистерн або баків з-під вогнебезпечних рідин або газів можуть бути допущеними тільки після попереднього їх промивання і подальшого продування гострою парою чи інертним газом.

### **11.14. Зберігання вогнебезпечних речовин і матеріалів**

Порушення режиму зберігання матеріалів, використовуваних на будівельному майданчику, може призвести до виникнення й поширення пожежі. Вимоги пожежної безпеки при зберіганні речовин і матеріалів впливають із їхніх пожежонебезпечних властивостей. При зберіганні речовин і матеріалів (як і при їх транспортуванні) необхідно суворо дотримуватися встановленого порядку сумісності.

*Легкозаймисті й горючі рідини* на будівельному майданчику зберігають в окремих будівлях з негорючих матеріалів або на спеціально обладнаних відкритих майданчиках. Щоб уникнути розтікання рідин (при їх розливі) убік навколишніх будинків і споруд, складські будинки або відкриті площадки для рідин розміщують на більш низьких позначках, обваловують.

На будівельному майданчику між будинками, спорудами і складами дотримують установлені нормами протипожежні розриви.

Якщо легкозаймисті (ЛЗР) й горючі рідини (ГР) зберігаються спільно, то 1 м<sup>3</sup> ЛЗР прирівнюється до 5 м<sup>3</sup> ГР. Якщо склад рідин граничить із будівлями, в яких розміщаються виробництва категорій А і Б, то зазначені в табл. 11.3 розриви збільшуються на 25 %. При підземному зберіганні ЛЗР і ГР розриви можуть бути скорочені на 50 %.

При місткості складу легкозаймистих рідин більше 2000 м<sup>3</sup> і горючих рідин більше 10 000 м<sup>3</sup> протипожежні розриви визначають

за СНіПом II-106-79 “Склади нафти й нафтопродуктів. Норми проектування”.

За будь-яких умов рідини, що мають температуру спалаху не вище 61 °С, не дозволяється зберігати або розливати в тару в підвальних і напівпідвальних приміщеннях. Не можна також зберігати ці рідини у відкритій тарі.

Оліфу, мастильні матеріали й рослинні масла зберігають у резервуарах або цистернах, заглиблених у землю, або в окремих металевих посудинах (банки, бочки) в ізольованому приміщенні з негорючих матеріалів. Зберігати зазначені матеріали разом з іншими горючими матеріалами (папір, клоччя тощо) не допускається.

Масляні лаки, спирт, а також смоли й терті фарби (масляні, емалеві, силікатні, казеїнові) зберігають у добре вентиляованих приміщеннях з негорючих конструкцій, не допускаючи розміщення в них волокнистих матеріалів. Для зберігання фарб і лаків на основі пожежонебезпечних розчинників використовують посуд, що закривається герметично.

Зберігання імпортованих клеїв, мастик та інших пожежонебезпечних матеріалів і виробів, що не мають інструкцій з їх застосування, не допускається.

У приміщеннях, де зберігають, виготовляють і застосовують матеріали, що виділяють пожежо- і вибухонебезпечні пари й гази, освітлювальні арматури, електродвигуни, проводки й інше електроустаткування повинно бути у вибухозахищеному виконанні згідно з Правилами устрою електроустановок (ПУЕ).

Рубильники для знеструмлення електричної мережі виносять за межі приміщення й встановлюють на стінах з негорючих матеріалів або стовпах у спеціальних ящиках.

Для гасіння загорянь, що виникають на складах вогнебезпечних рідин, використовують пінні, аерозольні або порошкові вогнегасники, сухий пісок, азбестові ковдри, вогнегасники на основі двоокису вуглецю.

*Гази*, що зберігаються на будівельних майданчиках, можуть бути горючими (ацетилен, водень, пропан, бутан), такими, що підтримують горіння (кисень і стиснене повітря), окислювачами (хлор) й інертними (азот, двоокис вуглецю тощо). Пожежна небезпека горючих газів визначається, як наголошувалося, здатністю їх у суміші з повітрям утворювати вибухонебезпечні концентрації. Для водню й ацетилену характерні порівняно незначні

концентрації нижньої межі запалення й досить широкий діапазон займистості (відповідно 4—72 % й 2,6—82 % за об'ємом). Цим, власне, і визначається підвищена небезпека ацетилену й водню.

Кисень і стиснене повітря небезпечні тим, що вони з'єднуються з багатьма елементами, викликаючи окисні реакції. Рідкий кисень, крім усього, здатний утворювати вибухові з'єднання з мастилом, вугільним порошком та іншими горючими речовинами.

Гази-окислювачі легко з'єднуються з багатьма елементами, сприяючи протіканню вибухових процесів. Так, хлор у суміші з воднем й ацетиленом спричиняє вибух при дії сонячних променів.

Інертні гази, будучи негорючими й такими, що не підтримують горіння, проте становлять значну небезпеку (під дією тепла від нагрівальних приладів або в умовах пожежі вони розширюються й можуть розривати балони, а це буде сприяти поширенню пожежі й створювати загрозу для здоров'я й життя людей). Тому гази в балонах зберігають, дотримуючись певних правил пожежної безпеки, а також Правил устрою й безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

У закритих приміщеннях для зберігання горючих газів допускається застосовувати таке електроустаткування: проводки в сталевих трубах (броньовані кабелі без зовнішніх горючих покриттів можуть прокладатися відкритим способом); світильники серій НОБ, НІГ і ВЗГ (при зберіганні пропану й бутану) або В4А (при зберіганні водню); двигуни серій МА, ДО, КОФ і ТАГ (при зберіганні пропану й бутану), СОГ (при зберіганні водню).

У приміщеннях для зберігання балонів з ацетиленом застосовувати будь-яке електроустаткування не допускається. Освітлення може бути організоване через спеціальні скляні пройоми з використанням спеціальних електричних світильників.

Балони з газами в кількості не більше 50 штук зберігають як у спеціальних будинках з негорючих матеріалів, так і під навісами на відкритих майданчиках, причому наповнені й порожні балони зберігають окремо. Балони із двоокисом вуглецю можна зберігати разом з балонами, заповненими будь-якими газами. Горючі гази, гази-окислювачі й гази, що підтримують горіння, не допускається зберігати разом: з легкогорючими речовинами (пенька, клоччя, деревне вугілля, деревні стружки, папір тощо); з речовинами, здатними викликати запалення (сірчана, азотна кислота, бром тощо); з речовинами, що самозаймаються при взаємодії

з водою (металеві натрій і калій, карбід кальцію тощо); з речовинами, які при ударах розкладаються з вибухом (азотнокислий калій, бертолетова сіль тощо). Горючі гази не можна зберігати з киснем і стисненим повітрям.

Відстань від складу газів до житлових і суспільних будинків повинна бути не меншою, відповідно, 50 й 100 м, а до будинків і споруд на території будівельного майданчика — не меншою 20 м.

*Технічний карбід кальцію* містить різні домішки, у тому числі й фосфористий водень, що при розкладанні карбіду водою здатний запалити ацетилен, який виділяється. Запалення ацетилену може відбутися також у випадку сильного розігріву карбіду при потрапленні на нього невеликої кількості води, що може мати місце за наявності нещільностей у барабанах, через які проникає вода, особливо під час дощів. Аби уникнути зволоження, барабани з карбідом зберігають у сухих, добре вентильованих приміщеннях. Для запобігання карбіду від випадкового зволоження (наприклад, ґрунтовими водами) підлогу у приміщенні складу піднімають над рівнем землі не менше ніж на 20 см або барабани вкладають на дерев'яні стелажі або підкладки висотою не менше 20 см.

Карбід зберігають в одноповерхових будинках, у барабанах, покладених не більш ніж у два яруси із прокладенням між ними дощок. Якщо місткість складу не перевищує 5000 кг, то будівля може бути будь-якого ступеня вогнестійкості. При місткості складу більше 5000 кг будівля складу повинна бути I або II ступеня вогнестійкості та розділена стінами з негорючих матеріалів на відсіки місткістю не більше 5000 кг кожний.

Зберігання карбіду в підвалах не допускається. Склади карбіду кальцію за пожежною небезпекою належать до виробництв категорії А, тому протипожежні розриви до основних і допоміжних будівель, що споруджуються, приймають на 25 % більше. Розкривати барабани, розфасовувати або відпускати карбід кальцію безпосередньо в приміщенні для його зберігання не допускається. З цією метою виділяють спеціально пристосоване приміщення. У складі забороняється також зберігати будь-які інші матеріали або спорожнені барабани з-під карбіду. Застосовувати електроустаткування в приміщеннях для зберігання й розфасування карбіду не допускається з огляду на можливість виділення ацетилену, що має підвищені вибухові властивості.

*Негашене вапно (окис кальцію)*, як відомо, при взаємодії з водою виділяє значну кількість тепла, якого часто буває досить для запалення горючих матеріалів або конструкцій. Це є причиною великих пожеж, особливо в тих випадках, коли склади негашеного вапна розміщують у будинках з горючих матеріалів, які не мають достатніх протипожежних розривів до сусідніх будівель або споруд.

Негашене вапно зберігають у закритих складських приміщеннях (за можливості, на більш піднесених ділянках, щоб уникнути затоплення їх під час паводків і дощів); підлогу складського приміщення піднімають над рівнем землі не менше ніж на 20 см. Навколо складу влаштовують стоки для відводу води.

У складах для зберігання негашеного вапна допускається застосовувати електроустаткування відкритого типу. Ізольовані проведення прокладають на роликах або ізоляторах (якщо приміщення дерев'яне).

Ями для гасіння вапна слід розташовувати на відстані не менше 5 м від місця його зберігання й не менше 15 м до сусідніх будинків або споруд.

### **11.15. Засоби пожежогасіння на будівельному майданчику**

До початку основних будівельних робіт ділянку будівництва рекомендується забезпечувати постійним водопроводом і встановлювати на мережі пожежні гідранти. Пожежні гідранти встановлюють у закритих колодязях, розташованих уздовж доріг і проїздів на відстані не більше 100 м один від іншого і не більше 5 м від стін будинків. Місця установа гідрантів позначають спеціальними показниками. У зимовий період колодязі гідрантів утеплюють, щоб уникнути замерзання води в стояках. За неможливості устрою постійного зовнішнього водопроводу до початку основних будівельних робіт і за відсутності поблизу будівництва природних джерел укладають тимчасові протипожежні водопроводи або влаштовують тимчасово пожежні водойми місткістю не менше 100 м<sup>3</sup>. Кількість водойм повинна бути такою, щоб відстань між водоймами й кожним із будинків і споруд, що споруджуються, не перевищувала 200 м за наявності в пожежній частині



автонасосів. Якщо на будівельному майданчику або на озброєнні пожежної частини є мотопомпи, цю відстань приймають відповідно 100—150 м (залежно від типу мотопомпи). Щоб використовування водойми при пожежі було зручнішим і безпечнішим, відстань між водоймами й будинками або спорудами I і II ступенів вогнестійкості повинна бути не меншою за 10 м; для будинків і споруд III, IV і V ступенів вогнестійкості й відкритих складів горючих матеріалів ця відстань має становити не менше 30 м.

Підсобні будинки, споруди і будинки, що споруджуються, забезпечуються первинними засобами пожежогасіння за нормами, наведеними у Правилах пожежної безпеки при проведенні будівельно-монтажних робіт.

На окремих ділянках будівництва, крім того, обладнують пожежні пункти (щити), які мають таке пожежне обладнання: сокири, ломи, лопати, багри металеві, цебра, пофарбовані в червоні кольори, і вогнегасники.

Пожежне обладнання тримають у справному стані, а доступи до нього залишають вільними.

Різноманітні засоби, які використовуються для гасіння пожеж, називають вогнегасними, для чого можуть бути використані речовини й матеріали, що мають певні властивості у твердому, рідкому й газоподібному стані.

До найбільш поширених для гасіння пожеж належать такі засоби.

*Вода* здатна сприймати від палаючих речовин і матеріалів значну кількість тепла. На нагрівання й перетворення в пару 1 л води витрачається близько 2688 Дж тепла.

Вода погано змочує багато речовин (наприклад, деревину й деревне вугілля, бавовну, вовну тощо), тому коефіцієнт її використання при гасінні пожежі досить низький. Для підвищення змочувальної здатності води й збільшення ефективності гасіння в неї додають різного роду змочувачі, а також застосовують її у вигляді розпилених струменів, тому що в цьому випадку непродуктивні втрати її суттєво скорочуються. Тонкорозпилену воду використовують також для гасіння деяких легкозаймистих і горючих рідин.

Застосовувати воду для гасіння пожеж не допускається в тих випадках, якщо вона хімічно взаємодіє з тією чи іншою речовиною (наприклад, з негашеним вапном, карбідом кальцію, лужними металами тощо). Іншим недоліком води є її електропровідність,

тому застосовувати її для гасіння електроустановок не допускається (за винятком випадків застосування тонкорозпиленої води).

*Водяна пара* чинить охолоджувальну дію на палаючі речовини, а також сприяє розведенню концентрацій реагуючих речовин у зоні горіння й ізолює її від навколишнього повітряного середовища. Водяна пара застосовується для гасіння загорянь і пожеж у різного роду апаратах і в закритих приміщеннях невеликого об'єму. Ефект гасіння за допомогою водяної пари досягається при масовій витраті його не менше  $0,002 \text{ кг}/(\text{с} \times \text{м}^3)$ .

*Вогнегасні піни* отримують при змішуванні газу й рідини, в результаті чого утворюються пухирці, всередині яких знаходяться частинки газу. Для гасіння пожеж використовують хімічну й повітряно-механічну піни. Вогнегасні властивості піни полягають у тому, що вона, покриваючи поверхню палаючої речовини, ізолює її від зони горіння, зменшує надходження в неї горючих парів і газів і трохи охолоджує палаючу речовину.

Вогнегасні піни використовують для гасіння легкозаймистих і горючих рідин, а також більшості твердих горючих речовин. У вогнище пожежі піну подають за допомогою спеціальних апаратів — пінних вогнегасників, пінних стовбурів або піногенераторів.

В останні роки широке поширення отримала піна середньої й високої кратності, яку з успіхом застосовують при гасінні пожеж у промислових і житлових будинках, на судах тощо.

*Двоокис вуглецю (вуглекислий газ, вуглекислота)*, азот і продукти згоряння рідких і твердих палив широко використовують у якості вогнегасіння.

Вогнегасні властивості двоокису вуглецю (як і інших інертних газів) полягають у тому, що він певною мірою ізолює палаючу поверхню від доступу повітря, охолоджує її й розбавляє концентрацію реагуючих речовин, що надходять у зону горіння.

Швидке випаровування рідкого двоокису вуглецю супроводжується утворенням "снігу" (ця властивість  $\text{CO}_2$  використовується в спеціальних вогнегасниках). Вогнегасна концентрація двоокису вуглецю при гасінні пожеж у закритих об'ємах становить до 30 % (за об'ємом). Через те, що цей газ має токсичні властивості (небезпечною для людини є концентрація 10 % і більше), при гасінні пожежі варто негайно залишати приміщення при заповненні його двоокисом вуглецю. Двоокис вуглецю не проводить

електричний струм, тому його використовують для ліквідації горіння в електроустановках. Для гасіння палаючого магнію, натрію, алюмінію й калію двоокис вуглецю застосовувати не можна, оскільки він розкладається з виділенням кисню й тим самим підсилює горіння. Ці метали можна гасити спеціальними порошковими вогнегасниками або рідким азотом.

Поряд із двоокисом вуглецю й азотом, для гасіння пожеж широко застосовують *галойодовані вуглеводні*, до яких належать рідинні сполуки “3,5”, БФ-1; БФ-2, БМ і фреон (хладон) 114В2. Їх вогнегасний вплив заснований на хімічному гальмуванні реакції горіння при введенні парів цих складів у зону пожежі.

У випадках, якщо застосування вищеперерахованих засобів неефективне або недопустиме, використовують *спеціальні порошкові сполуки*. Для гасіння нафтопродуктів, спиртів, захисту трансформаторів застосовують порошкову сполуку ПСБ (на основі бікарбонату натрію). Для гасіння розплавлених лужних металів застосовують порошкові склади типу ПС. Порошок ПФ (на основі фосфорно-амонійних солей) застосовується для гасіння деревини, тканин та інших тліючих матеріалів.

## 11.16. Механізм припинення горіння

Горіння будь-якої речовини можна припинити, впливаючи фізичним або хімічним методом на реакцію горіння, внаслідок чого відбувається зменшення кількості тепла, що виділяється, зниження температури горіння і в результаті — припинення реакції. Виходячи з цього, розрізняють такі механізми припинення горіння: розведення концентрацій реагуючих речовин; ізоляція реагуючих речовин; охолодження реагуючих речовин; хімічне гальмування реакції горіння.

Перші три механізми становлять основу фізичного, а четвертий — хімічного методу впливу на реакцію горіння. У практиці гасіння пожеж нерідко використовують також різноманітні їхні комбінації.

*Припинення горіння розведенням концентрації реагуючих речовин* полягає в розведенні повітря або горючої речовини, що надходить у зону горіння, негорючими речовинами доти, доки суміш,

що утвориться в зоні реакції, стане негорючою. Речовини, що застосовуються з цією метою, повинні бути не тільки негорючими, а й малотеплопровідними, мати велику теплоємність і не підтримувати горіння. При цьому введення їх у зону реакції можливе тільки в розпиленому або газоподібному стані. Найбільш уживаними речовинами для припинення горіння розведенням концентрації реагуючих речовин є азот, продукти згорання, двоокис вуглецю, водяна пара.

Перераховані речовини можна вводити безпосередньо у факел полум'я, а також в об'єм приміщення, де відбувається горіння. У факел полум'я вогнегасні засоби вводять при горінні рідин і газів, які здатні перемішуватися з негорючими речовинами. Введення вогнегасних засобів в об'єм приміщення, в якому відбувається горіння, ефективно за умови певної герметизації приміщення (відсутність великої кількості відкритих прорізів). Вогнегасні засоби при цьому подають за можливості ближче до джерела горіння або рівномірно — вздовж стін приміщення.

*Припинення горіння ізоляцією реагуючих речовин* полягає в тому, що горючу речовину або зону горіння відокремлюють від повітря. Якщо горюча речовина ізолювана (наприклад, шар палаючої рідини засипаний піском або накритий повстю), то надходження в зону горіння горючих парів неможливе, внаслідок чого горіння припиняється. Якщо зона горіння ізолювана від навколишнього середовища (наприклад, апарат з палаючою рідиною закритий кришкою або азбестовим покривалом), у зону горіння припиняється надходження кисню повітря, без якого неможливе протікання реакції. Виняток становлять ті випадки, коли кисень утримується в самій горючій речовині, у кількостях, достатніх для горіння (наприклад, у бавовні, целулоїдній кіноплівці тощо).

В якості вогнегасних засобів для гасіння пожеж ізоляцією реагуючих речовин використовують: тверді листові матеріали (повсть, азбест, металеві кришки й ін.), негорючі сипучі матеріали (пісок, тальк й ін.), рідкі речовини (хімічну й повітряно-механічну піну, воду в чистому вигляді або з добавками, що підвищують її в'язкість і змочувальну здатність), газоподібні речовини: продукти згорання, азот, двоокис вуглецю.

Гасіння пожеж ізоляцією зони реакції застосовують при горінні речовин у всіх агрегатних станах (твердому, рідкому й газоподібному).

*Припинення горіння охолодженням реагуючих речовин.* Як відомо, горіння будь-якої речовини можливе в тому випадку, якщо горючі пари, що виділяються нею, або газу нагріті до температури запалення. Отже, охолоджуючи палаючу речовину, можна досягти такого стану, коли пари, які виділяються, запалитися не зможуть. Використовуючи цю особливість, можна припинити горіння на пожежі.

Вогнегасні засоби, які використовуються для гасіння пожеж охолодженням реагуючих речовин, повинні мати велику теплоємність, питому теплоту плавлення й паротворення, здатність рівномірно розподілятися по поверхні палаючої речовини й добре її змочувати. Найпоширенішою речовиною з такими властивостями є вода.

Одним із методів гасіння, заснованих на охолодженні зони реакції, є метод перемішування палаючої речовини (у сипучому або рідкому стані) з нижніми, більш холодними шарами. Унаслідок цього відбувається охолодження верхнього шару й зниження швидкості горіння до таких меж, за яких горіння стає неможливим. Цей метод досить широко використовують для гасіння зерна в силосах елеваторів і вогнебезпечних рідин у резервуарах.

*Хімічне гальмування реакції горіння.* Ефект гасіння пожежі полягає в тому, що в зону горіння подаються вогнегасні засоби, які здатні змінювати напрямок реакції завдяки різкому зменшенню кількості тепла, що виділяється при горінні. З цією метою застосовують газоподібні або легко перехідні в газоподібний стан термічно нестійкі речовини, які здатні при розкладанні утворювати радикали або атоми, що активно реагують із проміжними продуктами реакції горіння. Цими властивостями володіють галюйодовані вуглеводні (зазвичай це "3,5"; БФ-1; БМ і фреон 114 В2).

### **11.17. Особливості гасіння пожеж на будівництві**

При виникненні пожежі або загоряння на будь-якій ділянці будівництва негайно вмикають пожежну сигналізацію (по місцевому радіо або звуковими сигналами) і сповіщають про це в пожежну охорону, використовуючи найближчий телефон. Номер телефону пожежної охорони вивішують на видних місцях на бу-

дівельному майданчику та біля кожного телефонного апарата з виходом у міську чи об'єктову телефонну мережу. Про пожежу повідомляють чітко, з зазначенням адреси будівництва й прізвища особи, що повідомляє.

Одночасно з повідомленням про пожежу, робітники та службовці (у першу чергу члени добровільної пожежної дружини) вживають заходів щодо його ліквідації й евакуації людей з палаючого будинку або приміщення, а також заходів щодо посилення охорони об'єкта. Для гасіння пожежі використовують наявні на будівництві первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники, воду, пісок, азбестові покривала).

При загорянні ізоляції проводів або обмоток електродвигунів насамперед знеструмлюють електричну мережу (це робить черговий електрик або інша особа, що обслуговує електроустановку). Гасити пожежі на електроустановках, що перебувають під напругою, за допомогою води або пінного вогнегасника не допускається, тому що це пов'язано з небезпекою ураження струмом. Електроустановки, що перебувають під напругою, можна гасити вуглекислотними й порошковими вогнегасниками або сухим піском.

При горінні лісоматеріалів або столярних виробів застосовують воду, збиваючи полум'я, в першу чергу, із зовнішніх поверхонь, а потім — подаючи струмінь усередину штабеля або пакета. Періодично зволожують поблизу розташовані штабелі й будови з горючих матеріалів.

Горіння різних рідин ліквідовують за допомогою пінних і порошкових вогнегасників, сухого піску, азбестового покривала або повстини. Гасити палаючий бензин, гас або дизельне паливо водою не треба, оскільки рідини, легші за воду, спливають на її поверхню й продовжують горіти. При горінні рідин у ємностях (цебра, відкриті бочки, листи) струмінь піни або вуглекислоти подають уздовж внутрішньої поверхні ємності.

При гасінні пожежі в складі карбіду кальцію й негашеного вапна не можна застосовувати воду, тому що карбід, взаємодіючи з водою, виділяє ацетилен і настільки сильно розігрівається, що запалює його, а вапно, розігріваючись, сприяє розвитку горіння, а це може призвести до збільшення розмірів пожежі. У цьому випадку для боротьби з вогнем застосовують порошкові вогнегасники, повітряно-механічну піну, а також сухий пісок, азбестові покривала або повстину.

При горінні складів або навісів для зберігання балонів з газом використовують пінні вогнегасники, а балони інтенсивно охолоджують розпиленими струменями води. Якщо пожежа має більші розміри й балони встигли сильно нагрітися, їх охолоджують із укриттів, тому що в цих умовах можливі вибухи балонів. При пожежі в приміщенні, суміжному зі складом або навісом, балони евакуюють (насамперед, балони з горючими газами) у безпечне місце. Від впливу тепла балони захищають за допомогою брезентів, які періодично зволожують.

Після прибуття на будівельний майданчик міської або об'єктової пожежної частини члени добровільних пожежних дружин (ДПД), бойових розрахунків, а також інші робітники та службовці виконують розпорядження керівника гасіння пожежі, діючи згідно з його вказівками.

## Питання для перевірки засвоєння матеріалу

1. Поясніть сутність процесу горіння.
2. Які розрізняють види процесу горіння?
3. Що таке “коефіцієнт надлишку повітря”?
4. Як розрізняють температуру горіння?
5. Запишіть рівняння, яке описує швидкість тепловиділення.
6. Поясніть поняття “температура самозапалювання горючої речовини”.
7. На які два види поділяють горючі речовини, виходячи з температури самозапалювання?
8. Наведіть класифікацію речовин, що самозаймаються.
9. Поясніть поняття “запалення”.
10. Як поділяють швидкість вигорання рідких горючих речовин?
11. Поясніть поняття “нижня концентраційна межа запалення”.
12. Поясніть поняття “верхня концентраційна межа запалення”.
13. Які концентрації сумішей називаються вибухонебезпечними?
14. Поясніть поняття детонації.
15. Яку температуру називають температурою спалаху?
16. За яким критерієм прийнято класифікувати рідини за ступенем їх пожежної безпеки?
17. Які рідини відносять до легкозаймистих?
18. Які рідини відносять до горючих?
19. Чим характеризується небезпека пилу?
20. Який пил відносять до вибухонебезпечного?
21. Який пил відносять до пожежонебезпечного?
22. Які матеріали називають негорючими?
23. Які матеріали називають важкогорючими?
24. Які матеріали називають горючими?
25. Що розуміють під “вогнестійкістю”?
26. Поясніть поняття “межа вогнестійкості”.
27. Появою яких ознак характеризується межа вогнестійкості?
28. Яким чином визначаються межі вогнестійкості будівельних конструкцій?



29. Який основний метод визначення вогнестійкості будівельних конструкцій?

30. Чим визначається вогнестійкість будівель або споруд?

31. Які ступені вогнестійкості розрізняють залежно від класу довговічності будівлі або споруди за відповідними нормами проектування?

---

---

## Розділ 12

# ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З КОМП'ЮТЕРОМ

Стрімке впровадження комп'ютерів не лише в сфері управління виробництвом, але і в самій галузі будівництва призвело до того, що в цій галузі максимальна кількість людей залучена в роботу системи: “людина — комп'ютер — середовище”. Надійність цієї системи, в першу чергу, визначається функціональним станом людини. На функціональний стан людини (психофізіологічні та емоційні перенапруження, втома, стрес тощо) впливають фізичні чинники виробничого середовища, до яких належать усі чинники, перераховані вище. Усі вони нормуються згідно з “Державними санітарними правилами і нормами роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин” ДСанПіН 33.2.007-98, які поширюються на умови й організацію праці при роботі з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) усіх типів вітчизняного і зарубіжного виробництва на основі електронно-променевої трубки (ЕПТ), що використовуються в електронно-обчислювальних машинах (ЕОМ) колективного використання та персональних ЕОМ (ПЕОМ).

Ці Правила містять гігієнічні й ергономічні вимоги до організації робочих приміщень та робочих місць, параметрів робочого середовища, дотримання яких дасть змогу запобігти порушенням у стані здоров'я користувачів ЕОМ і ПЕОМ.

Умови праці операторів персональних комп'ютерів (ПК) характеризуються можливістю впливу на них комплексу виробничих чинників: параметрів технологічного обладнання і робочого місця, специфічних метеорологічних, зорових, ергономічних умов праці, шуму, тепловиділень, шкідливих речовин, іонізуючих випромінень.

Умови праці операторів при роботі з відеотерміналами визначаються характеристиками обладнання, яке використовується, якістю робочих матеріалів, розміщенням елементів обладнання і матеріалів у робочій зоні, конструкцією меблів і їх розмірами.

В основному, відеотермінали мають екрани розміром  $25 \times 20$  см, розмір екрана по діагоналі має бути не меншим ніж 38 см. Слід відзначити, що збільшення розміру екрана призводить до виникнення низки недоліків: погіршується відбиваюча здатність екрана (утворення відблисків), деформації знаків на периферії екрана, складно розмістити екран у нормальному полі зору.

З ергономічного погляду, найкращим є площинний екран, який поглинає зовнішні світлові потоки, чим зменшує кількість відблисків. Колір екрана має бути нейтральним: світло-зеленим, жовто-коричневим тощо. Частота кадрової розгортки повинна складати не менше ніж 70—80 Гц, з метою зменшення миготіння на площинах екрана з підвищеною яскравістю.

Оптимальна висота розташування екрана має відповідати направленості зору оператора в секторі  $50\text{—}35^\circ$  по відношенню до горизонталі. Якщо верхній край екрана вище за рівень очей, зчитування інформації з екрана ПК може викликати стан дискомфорту.

При облаштуванні робочого місця враховуються антропометричні дані операторів, а також розміщення елементів обладнання залежно від характеру роботи, яку виконуємо. Робочий стіл повинен мати стабільну конструкцію: площина стола має складати  $180 \times 90$  см і регулюватися по висоті в діапазоні 65—85 см, висота від горизонтальної лінії зору до робочої поверхні стола складає 45—50 см. Висота сидіння регулюється в межах 42—55 см.

Покриття поверхні стола повинно бути матовим з коефіцієнтом відбиття 20—50 %, легко чиститися, кути і передня панель дошки стола повинні бути заокругленими. Сидіння повинно бути комфортним, мати заокруглені краї, нахилитися по відношенню до горизонталі вперед на  $20^\circ$  і назад на  $140^\circ$ , розмір — не більше ніж  $40 \times 40$  см. Висота спинки крісла складає 48—50 см від поверхні сидіння. Підніжка крісла повинна мати п'ять опор, щоб запобігти його падінню.

Робочі місця з ВДТ мають відповідати таким вимогам:

- відстань між бічними поверхнями ВДТ — 1,2 м;
- відстань від тильної поверхні одного ВДТ до екрана іншого ВДТ — 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць має бути не меншим 1 м;
- висота робочої поверхні робочого стола — 680—800 мм;
- ширина робочої поверхні робочого стола — 600—1400 мм;

- глибина робочої поверхні робочого стола — 800—1000 мм;
- простір для ніг: заввишки — 600 мм, завширшки — 500 мм, завглибшки — 450 мм.

Конструкція робочого місця користувача ВДТ має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками: ступні ніг — на підставці для ніг або на підлозі; стегна — в горизонтальній площині; передпліччя — вертикально; лікті — під кутом 70—90° до вертикальної площини; зап'ястя — зігнуті під кутом не більше 20° відносно горизонтальної площини; нахил голови — 15—20° відносно вертикальної площини.

Екран ВДТ та клавіатура розташовуються на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків і символів, а також розміру екрана по діагоналі (табл. 12.1).

*Таблиця 12.1. Відстань від екрана до очей користувача залежно від розміру екрана ВТД*

Розмір екрана по діагоналі	Відстань екрана до очей
35/38 (14"/15")	600—700
43 (17")	700—800
48 (19")	800—900
53 (21")	900—1000

При організації праці, що пов'язана з використанням ВДТ ЕОМ і ПЕОМ, для збереження здоров'я працюючих, запобігання професійних захворювань і підтримання працездатності передбачені внутрішньозмінні режими при 8-годинному робочому дні залежно від характеру праці:

- для розробників програм — 15 хвилин перерви через кожну годину роботи;
- для операторів ЕОМ — 15 хвилин через кожні 2 години роботи;
- для операторів комп'ютерного набору — 10 хвилин перерви через кожну годину роботи.

У всіх випадках тривалість безперервної роботи з ВДТ не може перевищувати 4 години.

## 12.1. Метеорологічні умови виробничого середовища

У зв'язку з тим, що відеотермінали є джерелом тепловиділень, у приміщенні може підвищитися температура повітря і знизитися відносна вологість повітря приміщення.

Розміщення робочих місць з ВДТ ЕОМ, ПЕОМ у підвальних приміщеннях і на цокольних поверхах не дозволяється.

Нормовані параметри мікроклімату наведені в табл. 12.2.

*Таблиця 12.2. Нормовані параметри мікроклімату для приміщень з ВДГ та ПК*

Період року	Категорія робіт (ГОСТ 12.1.005-88)	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Легка 1 а	22—24	40—60	0,1
	Легка 1 б	21—23	40—60	0,1
Теплий	Легка 1 а	23—25	40—60	0,1
	Легка 1 б	22—24	40—60	0,2

До категорії 1 а належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують напруження, при яких витрати енергії складають до 139 Вт, а до категорії 1 б — роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням, при яких витрати енергії становлять 140—174 Вт.

Для створення оптимальних метеорологічних умов необхідно, в першу чергу, зменшити тепловиділення в джерелі, що частково передбачено при конструюванні. Крім цього, необхідно забезпечити певну площу й об'єм виробничого приміщення: між кожним робочим місцем повинен бути прохід шириною не менше 1 м, площа на одного працюючого складає 6 м<sup>2</sup> і об'єм 19,5 м<sup>3</sup>. ЕОМ можуть бути розміщені таким чином, щоб теплові потоки від них не були направлені на оператора або його сусідів, треба обмежити кількість ЕОМ в одному приміщенні, не можна користуватися опалювальними системами, які розташовані на підлозі.

Для забезпечення нормованих метеоумов використовують опалення, кондиціювання повітря і припливно-витяжну вентиляцію згідно з СНіПом 2.04.05-91, та застосовують установки або прилади зволоження та штучної іонізації.

## 12.2. Освітлення виробничих приміщень

Освітлення виробничих приміщень для роботи з ВДТ має бути природним і штучним, згідно зі СНіПом II-4-79.

Природне освітлення повинно здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані на північ або північний схід і забезпечувати КПО  $\geq 1,5\%$ . Необхідно використовувати одностороннє бокове природне освітлення з площею світлових прорізів  $25\%$  від площі підлоги.

Віконні прорізи обладнують регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки), а робочі столи розміщують подалі від вікон і таким чином, щоб вікна були зліва від них.

Для внутрішнього оздоблення слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтом відбиття: для стелі —  $0,7-0,8$ ; для стін —  $0,5-0,6$ ; для підлоги  $0,3-0,5$ .

Поверхня підлоги має бути рівною, не слизькою, з антистатичними властивостями і покрита масляною фарбою.

Штучне освітлення в приміщенні та на робочих місцях повинно забезпечувати хорошу видимість інформації на екрані, машинописного і рукописного тексту, оптимальні співвідношення яскравості робочих і навколишніх поверхонь, виключення відбиття від екрана і клавіатури.

Штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі необхідності й комбінованого (сумарного загального і місцевого) освітлення. При цьому світільники місцевого освітлення слід встановити таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екрана, а освітленість екрана не повинна перевищувати  $300$  лк. Крім того, вони повинні мати просвічуючий відбивач із захисним кутом не менше  $40^\circ$ .

Нормована освітленість на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має бути  $300-500$  лк.

Система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світільників, розташовані з боку робочих місць (зазвичай, ліворуч), паралельно до лінії зору працюючих.

Для штучного освітлення застосовують люмінесцентні лампи типу ЛБ або світільники серії ЛГЮ 36 із дзеркальними ґратами, укомплектовані високочастотними пускорегульовальними апаратами. У разі застосування відбитого освітлення можна використовувати металогалогенні лампи потужністю  $250$  Вт. Лампи

розжарювання можна застосовувати для місцевого освітлення. Допускається використання світильників П, Н і В класу світлорозподілу. Застосовувати світильники без розсіювачів та екранних сіток забороняється.

Слід передбачити обмеження прямої близькості від джерел освітлення, при цьому яскравість відблисків на екрані ВДТ не повинна перевищувати  $40 \text{ кд/м}^2$ , а яскравість стелі —  $200 \text{ кд/м}^2$ . Показник освітленості не повинен перевищувати у виробничих приміщеннях — 20, а показник дискомфорту в адміністративно-громадських приміщеннях — 40. При цьому співвідношення яскравості робочих поверхонь не повинно перевищувати 3 : 1, а робочих поверхонь і поверхонь стін — 5 : 1. Зменшенню відблисків сприяє застосування захисних дашків та приєкранних фільтрів.

Основні світлотехнічні характеристики:

коефіцієнт запасу = 1,4

коефіцієнт пульсацій  $\leq 5 \%$ .

Для забезпечення нормованих значень освітленості шибки і світильники необхідно чистити двічі на рік. З метою усунення відблисків поверхня екрана обробляється різними засобами (кислотою, нанесенням розсіювальних покриттів тощо) або використовують спеціальні фільтри (скляні, пластмасові, сітчасті).

Таким чином, для створення комфортних умов праці, запобігання втомленості очей і професійним захворюванням *освітлення повинно:*

- відповідати нормованим значенням освітленості на кожному робочому місці;
- бути рівномірним і постійним;
- не створювати тіней;
- не засліплювати;
- зменшувати до мінімуму стробоскопічний ефект;
- дотримувати необхідний контраст об'єктів і фону на екрані ВДТ;
- забезпечуватися правильно підібраними світильниками;
- уникати відблисків на екрані;
- передбачати заходи для обмеження осліплювальної дії вікон, прямих сонячних променів з метою вимкнення на робочих поверхнях яскравих і темних плям, засвічування екрана;
- зменшувати тепловий ефект від інсоляції.

### 12.3. Шум, вібрація, ультразвук

Шум, вібрація, ультразвук виникають при роботі машинок, принтерів, розмножувальної техніки, обладнання для кондиціонування повітря, а також вентиляторів систем охолодження і трансформаторів.

Сумісні приміщення, в яких рівні шуму і вібрації не перевищують допустимих значень, не повинні межувати з виробничими приміщеннями для роботи з ВДТ.

Звукоізоляція огорожувальних конструкцій і звукопоглинання приміщень з ВДТ має забезпечити параметри шуму, які наведені в табл. 12.3.

*Таблиця 12.3. Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, рівні звукового тиску в октавних смугах частот*

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ									
	в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Рівні звуку, еквівалентні рівні звуку дБА/дБА <sub>екв</sub>
Програмісти ЕОМ	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Оператори в залах оброблення інформації на ЕОМ та оператори комп'ютерного набору	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
У приміщеннях для розташування шумних агрегатів ЕОМ	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Рівень шуму, згідно з ГОСТом 12.1.003-86, на робочих місцях не повинен перевищувати 50 дБА, що досягається застосуванням малошумного обладнання, використанням спеціальних матеріалів



для обшивання приміщень, а також різноманітними звукопоглинальними пристроями (перегородки, кожухи, прокладки тощо).

Як засоби шумопоглинання застосовуються негорючі або важкогорючі спеціальні перфоровані плити, панелі, мінеральна вата з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в межах частот 31,5—8000 Гц або інші матеріали аналогічного призначення, дозволені для оздоблення приміщень органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду. Крім того, застосовуються підвісні стелі з аналогічними властивостями.

Вентилятори системного блока, накопичувачі, принтери (матричні) необхідно розташовувати в іншому приміщенні, огородити звукоізолювальними або звукопоглинальними екранами, помістити в кожухи.

Для запобігання впливу шуму навколишнього середовища (ззовні) приміщення з ЕОМ повинні облицьовуватися звукопоглинальними матеріалами, що мають максимальний коефіцієнт звукопоглинання.

Для зменшення вібрації обладнання треба встановлювати на амортизуючі прокладки.

## 12.4. Електромагнітні випромінювання

Дисплеї на основі ЕПТ є джерелом випромінювання електромагнітного спектра: рентгенівського, радіочастотного, але їх значення не перевищують допустимих норм:

- експозиційні дози рентгенівського випромінювання на відстані 5 см від екрана становлять 0,1 мБер/год = 100 мкР/год;
- поверхнева кількість потоку енергії (інтенсивність потоку енергії)
  - для УФ-С — 0,001 Вт/м<sup>2</sup>;
  - для УФ-В — 0,01 Вт/м<sup>2</sup>;
  - для УФ-А — 0,10 Вт/м<sup>2</sup>;
  - для видимих випромінювань — 10,0 Вт/м<sup>2</sup>;
  - для інфрачервоних випромінювань — 35,0—70,0 Вт/м<sup>2</sup>;
- електростатичність поверхневого потенціалу відеотерміналу — 500 В;
- напруженість електростатичного поля — 20 кВ/м.

Вміст озону в повітрі робочої зони не повинен перевищувати  $0,1 \text{ мг/м}^3$ , вміст оксидів азоту —  $5 \text{ мг/м}^3$ , вміст пилу —  $4 \text{ мг/м}^3$ .

Вимоги щодо допустимих значень неіонізуючого електромагнітного випромінювання:

— напруженість електромагнітного поля на відстані 50 см навкруги ВДТ за електронною складовою не повинні перевищувати:

у діапазоні частот 5 кГц — 2 кГц —  $25 \text{ В/м}^2$ ;

у діапазоні частот 2 кГц — 400 кГц —  $2,5 \text{ В/м}^2$ ;

— щільність магнітного потоку не повинна перевищувати:

у діапазоні частот 5 кГц — 2 кГц — 250 нТл;

у діапазоні частот 2 кГц — 400 кГц — 25 нТл.

Захист від дії електромагнітних випромінювань наведений у попередніх розділах.

## 12.5. Електробезпека

Згідно з ПУЕ, приміщення, де експлуатуються ЕОМ і ПЕОМ, належать до приміщень без підвищеної небезпеки ураження людини електричним струмом.

Вимоги електробезпеки і пожежної безпеки у приміщеннях, де встановлені ВДТ ЕОМ і ПЕОМ, відображені у ДНАОП 0.00-1.31-99: ЕОМ і все устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження їх роботи, електропроводи і кабелі мають відповідати електробезпеці зони за ПВЕ та мати апаратуру захисту від струму короткого замикання.

Необхідно забезпечити неможливість виникнення джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження провідів шляхом переходу на негорючу ізоляцію.

Лінії електромережі ВДТ ЕОМ і ПЕОМ виконуються як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників (заземлення або занулення), причому площі перерізу нульового робочого і нульового захисного провідника повинні бути не меншими за площу перерізу фазового провідника.

При одночасному використанні більше п'яти ПЕОМ на помітному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який у разі

небезпеки повністю обезструмлює електричну мережу (крім освітлення). В такому випадку при використанні трипровідникового захищеного проводу або кабеля в оболонці з негорючого чи важкогорючого матеріалу дозволено прокладання їх без металевих труб та гнучких металевих рукавів.

Електромережі для підключення ВДГ, ЕОМ і ПЕОМ оснащуються справжніми штепсельними з'єднаннями та електророзетками, які, крім контактів фазового і нульового робочого провідників, мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника, що був під'єднаний раніше, ніж вони. Порядок роз'єднання при відключенні мережі має бути зворотним. Заборонено під'єднувати обладнання до звичайної двопровідної електричної мережі, в тому числі з використанням перехідних пристроїв. Електромережі штепсельних з'єднань та електричних розеток необхідно виконувати за магістральною схемою, по 3—6 в одному колі. При розташуванні їх уздовж стін провідники перекидають по підлозі в металевих трубах і гнучких металевих рукавах, а при розташуванні їх у центрі приміщення прокладають у каналах або під підлогою, що знімається в металевих рукавах. При цьому не дозволяється використовувати провід і кабель в ізоляції з вулканізованої гуми та інші матеріали, що містять сірку. Металеві трубки і гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені згідно з ДНАОП 0.00-1.21-98. Не можна використовувати функціональне заземлення для підключення захисного заземлення.

Штепсельні з'єднання або електричні розетки для напруги 12 і 36 В мають бути пофарбовані в колір, що відрізняється від їх кольору для напруги 127 і 220 В.

Плити знімної підлоги повинні бути важкогорючими з межею вогнестійкості не менше 30 хвилин або негорючими і виконані з матеріалів, які під час горіння не виділяють шкідливих токсичних речовин і газів, що сприяють корозії. Простір під ними розділяють негорючими діафрагмами на відсіки площею не більше 250 м<sup>2</sup> з межею вогнестійкості не менше 45 хвилин. Простір під підлогою має бути оснащений системою пожежної сигналізації та засобами пожежогасіння згідно з вимогами пожежного захисту з використанням димових пожежних сповіщувачів.

За способом захисту людини від ураження електричним струмом ВДТ, ЕОМ і ПЕОМ повинні відповідати I класу захисту згідно з ГОСТом 12.2.006-87. Заземлені конструкції, що знаходяться у приміщенні (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі тощо),

мають бути захищені діелектричними щитками або сітками від випадкового дотику.

*Правила пожежної безпеки в Україні ДНАОП 0.00.1.31-99* визначають такі заходи пожежної безпеки:

- для всіх споруд і приміщень з ВДТ ЕОМ і ПЕОМ повинні визначатися категорії вибухо- і пожежонебезпеки за ОНТП 24-86 та класу зон за Правилами влаштування електричних установок, ці значення наносяться на двері;
- носії інформації зберігаються в металевих касетах в негорючих стелажах і шафах, які разом з перфокартами, магнітними стрічками, пакетами магнітних дисків розміщуються у відокремлених приміщеннях;
- звукопоглинальне облицювання стін і стелі слід виготовляти з негорючих або важкогорючих матеріалів;
- для промивання деталей слід використовувати мийні препарати, промивання горючими матеріалами дозволяється у спеціальних приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією;
- приміщення мають бути обладнані системою автоматичної пожежної сигналізації з димовими пожежними сповіщувачами та вогнегасниками з розрахунку 2 шт. на 20 м<sup>2</sup> площі, з урахуванням граничнодопустимих концентрацій вогнегасильної речовини.

Профілактика порушень стану здоров'я користувачів ВДТ, ЕОМ і ПЕОМ за допомогою технічних засобів проводиться за двома напрямками:

- вдосконалення конструкції;
- розроблення та застосування захисних засобів.

Вдосконалення конструкції сьогодні проводяться таким чином:

- екранування корпусів дисплеїв;
- застосування дисплеїв з автоматичною зміною яскравості зображення на екрані, залежно від умов навколишнього середовища;
- заміна скла з люмінофором багат шаровими екранами, які вже самі поглинають небезпечні випромінювання, мають хорошу роздільну здатність;
- зміна форми екрана на плоску, що менше спотворює зображення;

- виконання екранів на основі апаратурної решітки;
- використання системи динамічного керування фокусуванням променя;
- використання системи динамічного керування струмом катода;
- вдосконалення рідкокристалічних і плазмових екранів.

Такі вдосконалення, перш за все, ВДТ, дозволяють знизити до фонових значень величину електричного поля, знизити переадаптацію зору і втомлюваність користувача, зменшити відбиття світла, підвищити роздільну здатність, позбутися спотворення зображення, забезпечити високу чіткість, яскравість і якість зображення. Але залишається низка недосконалостей ВДТ, ЕОМ і ПЕОМ, які можна покращити тільки захисними засобами, до яких належать, насамперед, захисні екрани, хоча, сучасне комп'ютерне обладнання вже їх не потребує. Крім того, існують системи, які зменшують інтенсивність електромагнітного випромінювання, або працюють за принципом загороджувальної сітки, або захищають біополе людини від випромінювань. У сучасних комп'ютерах більшість з цих питань вирішується на стадії конструювання і виготовлення апаратури.

**Чим небезпечний комп'ютер.** Зупинимось на основних симптомах, що турбують тих, хто весь день або більшу його частину проводить за монітором.

У кожної професії — свої болячки. Наприклад, у шахтарів — силікози, у тих, хто стоїть весь день на ногах, — варикозне розширення вен. Є професійні хвороби у тих, хто працює за комп'ютером.

**Болять шия, спина, кисті рук.** Якщо ми довго, сутулячись, сидимо в одній і тій же позі, у м'язах спини з'являється напруга, застої крові, і як, наслідок, — набряк і запалення. "Остеохондроз...", — думаємо ми, але це не так. Як стверджують фахівці, у цьому випадку болу нам завдає м'язова блокада. Чому блокада? А тому, що такі м'язи затискають нерви, що виходять зі спинного мозку у хребті, спричиняючи біль і порушення чутливості. Якщо затиснуто нерви, що виходять із шийного відділу хребта, то болять і німіють шия, плечі, руки, а якщо з попереково-крижового, то, відповідно, турбуватимуть поперек та ноги.

Як же можна допомогти собі в цьому випадку?

Насамперед, потурбуйтеся, щоб ваше робоче місце було зручним: висота стола повинна бути 75—85 сантиметрів. Краще сидіти на

стілці, що крутиться, і має підлокітники й опору для попереку. Необхідно відрегулювати положення клавіатури, щоб зап'ястя не зависали в повітрі. Найзручніша миша — доволі велика, з легким корпусом і важкою кулькою.

**Алергія шкіри, випадання волосся, нестача кисню.** Комп'ютер, як інша електротехніка, є джерелом електромагнітного випромінювання. Електростатичне поле сприяє тому, що частинки найдрібнішого пилу осідають на руках, обличчі, шиї, зумовлюючи алергічні реакції, сухість шкіри і волосся. Тому в приміщенні, де працюють комп'ютери, повинна бути налагоджена хороша система вентиляції. Мінімальна площа на один відеомонітор — 9—10 квадратних метрів. Не бажано, щоб у поле вашого зору потрапляли інші монітори або телеекрани. Не будуть зайвими у приміщенні іонізатори (наприклад, люстра Чижевського) і зволожувач повітря.

**Ріжуть і болять очі, течуть сльози, почервоніли повіки, відчуваєте, що швидко втомлюєтеся.** Усе це очевидні ознаки так званої дисплейної хвороби. Вона виникає, коли ви тривалий час без перерви сидите перед екраном. Перші ознаки атенопії (зорової втоми) виникають через 45 хвилин безперервної роботи за екраном. Зорові функції раптово знижуються через дві години. Не "прилипайте" надовго до свого "компа". Якщо ви через 1—2 години роботи дозволите собі невелику перерву, то не будете так втомлюватися. Слід знати, що тривале (понад чотири години) сидіння біля екрана може накопичувати втому.

Не забувайте, що оптимальна відстань від очей до монітора — 70 сантиметрів. Монітор повинен стояти так, щоб на нього не потрапляло яскраве світло від лампи чи від вікна. Треба також уникати різкої контрастності між яскравим екраном і навколишнім простором. Не можна працювати за комп'ютером у темному або напівтемному приміщенні. Бажано, щоб вечірнє освітлення і стіни виробничого приміщення були блакитного кольору, а яскравість відповідала яскравості екрана.

Через кожні 40—45 хвилин необхідно зробити коротку фізкультурну паузу: поведіть очима за годинниковою стрілкою і проти, виконайте легкі гімнастичні вправи для всього тіла (для цього достатньо декількох секунд).

**Нервозність, підвищений тиск, погіршення пам'яті та сну.** Все це ознаки стресу, якого не можна уникнути на жодній роботі.

Тим не менше, знайте, що рівень стресу залежить і від якості вашого комп'ютера. Якщо він "зависає", втрачає важливу інформацію, знижує темп роботи, то й не сприяє душевному спокою. Тому комп'ютер належної потужності, без сумніву, виправдає себе — підніме вам настрій, додасть упевненості у своїх силах. А це важливі складові здоров'я.

## **Питання для перевірки засвоєння матеріалу**

1. *Чим визначаються умови праці операторів при роботі з відеотерміналами?*
2. *Які недоліки з'являються при збільшенні розміру екрана?*
3. *Який екран є найкращим з ергономічної точки зору?*
4. *Як обирається оптимальна висота розташування екрана?*
5. *Яким має бути покриття стола, де стоїть дисплей?*
6. *Наведіть вимоги до робочих місць при роботі з ВДТ.*
7. *Які засоби використовуються для забезпечення нормованих метеоумов при роботі з ВДТ?*
8. *Який КПО має забезпечувати природне освітлення?*
9. *Якою має бути нормована освітленість на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів?*
10. *Наведіть основні світлотехнічні характеристики, необхідні для забезпечення комфортних умов праці з ВДТ.*
11. *Яким вимогам має відповідати освітлення для створення комфортних умов праці, запобігання втомленості очей і запобігання професійним захворюванням?*
12. *Який рівень не повинен перевищувати шум на робочих місцях?*
13. *Наведіть засоби шумопоглинання.*
14. *Які вимоги щодо допустимих значень неіонізуючого електромагнітного випромінювання?*
15. *Наведіть вимоги щодо електромагнітних випромінювань при роботі з комп'ютером.*
16. *Наведіть вимоги щодо електробезпеки при роботі з комп'ютером.*
17. *Наведіть вимоги щодо пожежної безпеки при роботі з комп'ютером.*



---

## Розділ 13

# СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА ЗАКОНОДАВСТВО З ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 13.1. Державне управління охороною праці

#### 13.1.1. Управління охороною праці в галузі

Управління охороною праці на галузевому рівні здійснюють міністерства, інші центральні органи виконавчої влади, об'єднання підприємств, створені за галузевим принципом.

Міністерства та інші центральні органи виконавчої влади:

- проводять єдину науково-технічну політику в галузі охорони праці;
- розробляють і реалізують галузеві програми покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за участю профспілок;
- здійснюють методичне керівництво діяльністю підприємств галузі з охорони праці;
- укладають з відповідними галузевими профспілками угоди з питань поліпшення умов і безпеки праці;
- беруть участь в опрацюванні та перегляді нормативно-правових актів з охорони праці;
- організують навчання і перевірку знань з питань охорони праці;
- за необхідності створюють у разі потреби аварійно-рятувальні служби, здійснюють керівництво їх діяльністю, забезпечують виконання інших вимог законодавства, що регулює відносини у сфері рятувальної справи;
- здійснюють відомчий контроль за станом охорони праці на підприємствах галузі.

Для координації, вдосконалення роботи з охорони праці й контролю за цією роботою в міністерствах та інших центральних

органах виконавчої влади створюються структурні підрозділи з охорони праці.

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

У разі систематичного порушення законодавства у сфері охорони праці міністерство має право розривати контракти з керівниками підприємств, установ, організацій, що належать до сфери управління міністерства, іншого центрального органу виконавчої влади.

*Система управління охороною праці в галузі (СУОПГ)* — сукупність органів управління галуззю, які на підставі чинних нормативно-правових актів здійснюють цілеспрямовану планомірну діяльність з виконання завдань охорони праці в галузі.

СУОПГ є складовою частиною системи управління галуззю.

*Об'єктом* управління охороною праці в галузі є діяльність керівництва галузі, структурних підрозділів і функціональних служб щодо здійснення правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів з виконання законодавства і нормативних вимог з охорони праці в галузі.

Загальне керівництво системою управління охороною праці в галузі здійснює міністр, а в структурних підрозділах — керівники структурних підрозділів і функціональних служб.

Організаційно-методичну і наглядову діяльність із впровадження та забезпечення функціонування СУОП в галузі, підготовку управлінських рішень контролю за їх виконанням у центральному апараті здійснює відділ охорони праці.

Реалізація завдань охорони праці повинна бути заснована на системному підході шляхом об'єднання розрізнених заходів у єдину систему цілеспрямованих, постійно здійснюваних дій на всіх рівнях і стадіях управління діяльністю в галузі. Системний ефект отримують у результаті підвищення рівня організації виробничої системи, надбання нею більш високої інтеграції внаслідок сполучення багатьох сил в одну загальну.

*Нормативною основою СУОПГ є Конституція України, Закон “Про охорону праці”, Кодекс законів про працю України, закони, постанови та інші акти Верховної Ради України, Національна програма покращення безпеки гігієни праці та виробничого середовища, Закон України “Про пожежну безпеку”, система стандартів безпеки праці, правила, інші законодавчі й нормативні документи з охорони праці.*

Мета управління — проведення державної і галузевої політики — дотримання пріоритету життя і здоров’я працівників галузі і повної відповідальності керівництва міністерства (корпорації) і структурних підрозділів за створення безпечних умов праці.

Управління охороною праці в галузі, в кожному з його структурних підрозділів і в функціональних службах здійснюється шляхом виконання відповідних завдань з охорони праці, які встановлені чинними законодавчими і нормативними актами.

*Завдання управління охороною праці в галузі.* Завдання — це види заходів, які необхідно виконувати в обумовлений термін. Завдання роботи з охорони праці в галузі впливають із всієї управлінської, виробничої та іншої діяльності Міністерства і його структурних підрозділів:

- підвищення кваліфікації і перевірки знань з охорони праці посадових осіб керівного складу об’єднань, облуправлінь і організацій галузі;
- забезпечення об’єднань, облуправлінь і організацій правилами, нормами, стандартами та іншими нормативними актами з питань охорони праці;
- пропаганда охорони праці, видання галузевої нормативної і навчальної літератури, літератури з передового досвіду, плакатів, інструкцій, наочних посібників та інших методичних матеріалів з охорони праці;
- створення і функціонування санітарної мобільної лабораторії для атестації робочих місць у галузі;
- розроблення рекомендацій, типових положень та іншої нормативної і методичної літератури з охорони праці;
- проведення організаційної роботи з підвищення рівня охорони праці на підвідомчих підприємствах;
- створення галузевих підприємств з виготовлення засобів індивідуального, колективного захисту;

- проведення експертизи проектів на повноту вирішення питань охорони праці, отримання дозволу на пуск та ліцензії на випуск продукції;
- впровадження у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивної технології, вітчизняного і зарубіжного досвіду з охорони праці;
- підготовка статистичних звітів та інформації з питань охорони праці;
- проведення обліку та аналізу нещасних випадків, аварій, профзахворювань, пожеж, а також шкоди від цих подій;
- фінансування плану заходів з охорони праці галузі;
- методична допомога об'єднанням, облуправлінням і організаціям галузі у створенні та забезпеченні функціонування СУОП;
- розслідування та облік групових і смертельних нещасних випадків, а також аварій I і II груп на підвідомчих підприємствах;
- страхування працівників галузі від нещасних випадків і профзахворювань;
- проектування підприємств, розроблення конструкцій нового обладнання і сучасної технології з урахуванням вимог діючих нормативних актів з охорони праці;
- виготовлення нового обладнання, машин і механізмів згідно з вимогами чинних нормативних актів з охорони праці й отримання сертифікатів безпеки на них;
- постачання і забезпечення підприємств засобами індивідуального і колективного захисту;
- розроблення і впровадження заходів безпечної організації праці на підприємствах;
- проведення наукових досліджень з питань охорони праці.

Керівники структурних підрозділів галузі повинні визначити на підставі чинних нормативних актів конкретні завдання роботи з охорони праці в підрозділі (навчання персоналу, безпека обладнання, виробничих процесів, будівель, виробниче середовище, санітарно-гігієнічні умови, режим праці і відпочинку, санітарно-побутове, лікувально-профілактичне забезпечення, забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту, технічна підготовка виробництва з урахуванням вимог охорони праці, професійний відбір та ін.), які закріпити в посадових інструкціях за конкретними відповідальними посадовими особами.

*Держнагляд охорони праці наказом від 02.06.1999 р. № 102 встановив такі заходи, що можуть здійснюватися за рахунок галузевих коштів на охорону праці:*

- Створення та впровадження автоматизованих інформаційних систем охорони праці на галузевому рівні (типових автоматизованих експертних систем аналізу та прогнозування небезпечних і аварійних ситуацій на виробництві).
- Розроблення та впровадження спеціальних технічних засобів для механізації важких, небезпечних і шкідливих робіт.
- Проведення науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт для розв'язання проблем охорони праці.
- Розроблення та реалізація заходів щодо усунення типових для підприємств галузі шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища (запиленість, загазованість, шум, вібрація, ультразвук, іонізуючі та інші види шкідливих випромінювань).
- Розроблення та організація виробництва нових засобів індивідуального й колективного захисту працюючих на підприємствах галузі.
- Розроблення й реалізація навчальних та інформаційних програм щодо підвищення рівня знань працівників, населення з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності.
- Створення матеріальної бази галузевих навчальних центрів з охорони праці, розроблення та виготовлення тренажерів для навчання працівників, зайнятих на роботах з високим рівнем техногенного ризику, чинних моделей і макетів виробничого обладнання.
- Проведення навчання працівників з питань охорони праці.
- Розроблення й реалізація заходів метрологічного, кадрового та організаційного забезпечення атестації робочих місць. Створення госпрозрахункових промислово-санітарних лабораторій (у тому числі пересувних) для надання допомоги підприємствам галузі в проведенні атестації робочих місць на їх відповідність до нормативних актів про охорону праці.
- Проведення експертизи технічного стану будівель і споруд, діагностики та експертизи потенційно небезпечних об'єктів, обладнання на підприємствах галузі.

- Створення та матеріально-технічне оснащення сертифікаційних лабораторій для сертифікації засобів виробництва, індивідуального захисту працюючих.

- Проведення конференцій, нарад, семінарів, оглядів-конкурсів тощо з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності, створення та матеріально-технічне забезпечення виставок тих засобів індивідуального захисту працюючих, що виробляються на вітчизняних підприємствах.

- Організація випуску знаків безпеки, плакатів, пам'яток, інформаційних листків з охорони праці, каталогів засобів індивідуального захисту працюючих і забезпечення ними підприємств галузі.

- Вивчення досвіду інших країн, участь у діяльності міжнародних організацій, проведенні міжнародних семінарів, нарад, виставок тощо з питань охорони праці.

- Розроблення та видання нових, а також перевидання тих, що не переглядаються, галузевих нормативних актів про охорону праці, забезпечення ними служб охорони праці підприємств галузі.

- Заохочення трудових колективів і окремих осіб, які плідно працюють над розв'язанням проблем охорони праці.

*Функції управління охороною праці в галузі.* Процес виконання кожного завдання з охорони праці полягає в послідовному здійсненні керівником (відповідальною особою), власником основних функцій (стадій, етапів) управлінського циклу: планування — організація — мотивація — контроль.

Плануванню заходів з охорони праці (перспективне, щорічне) в галузі, об'єднаннях, управліннях, організаціях повинна передувати відповідна передпланова робота: прогнозування можливих небезпечних і шкідливих чинників і необхідних профілактичних заходів, а також складання цільових програм із запобігання травматизму, профзахворювань і покращення виробничого середовища.

*Прогнозування можливих небезпек* і необхідних заходів з охорони праці в галузі і в кожному структурному підрозділі здійснюється їхніми керівниками разом із фахівцями з охорони праці шляхом:

- вивчення причин виробничого травматизму і профзахворювань, стану умов праці на підставі аналізу статистичних даних,

- звітів, за результатами паспортизації санітарно-технічного стану і наявності засобів охорони праці, атестації робочих місць за умовами праці, за результатами комплексних перевірок, відомчого контролю, збору пропозицій від робітників, інженерно-технічних працівників, уповноважених з охорони праці, профспілок;
- оцінки безпеки існуючої технології та обладнання, можливої їх модернізації та заміни новою сучасною технікою і технологіями;
  - визначення змін небезпечних і шкідливих чинників, зумовлених зростанням виробничих потужностей, інтенсифікації праці.

Керівництвом галузі і структурних підрозділів складаються цільові програми необхідних заходів і засобів, а саме:

- 1) запобігання виробничого травматизму;
- 2) запобігання профзахворювань;
- 3) покращення умов праці і виробничого середовища (зниження шуму, вібрацій, запиленості, загазованості, оптимізації мікроклімату тощо).

**Планування** — це встановлення цільових завдань виконавцям і визначення потреб у ресурсах усіх видів, змісту й обсягу робіт з розподілом їх щодо часу виконання. В планах повинні бути передбачені заходи охорони праці щодо:

- знарядь праці — машин, механізмів, пристосувань, інструментів, обладнання;
- предметів праці — матеріалів, напівфабрикатів, виробів;
- технології — прогресивної технології, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів;
- організації та управління — наукової організації праці, ергономіки, виробничої естетики;
- будівель і споруд — безпечної конструкції будівель і споруд.

*Перспективне* (стратегічне) планування містить комплексні плани на 3—5 років та інші організаційно-технічні плани з питань покращення охорони праці, які формуються на підставі проведення прогнозування і цільових програм.

*Щорічні комплексні заходи* колективної угоди складаються згідно зі “Спільними рекомендаціями державних органів і профспілкових організацій”. У них входять також заходи перспективних

планів, передбачених на поточний рік, і плани робіт служби охорони праці господарського органу з графіком перевірок підпорядкованих організацій і підприємств.

*Оперативне планування* передбачає заходи з виконання приписів, актів перевірок і вказівок органів нагляду і керівних організацій.

Заходи планів з охорони праці входять у відповідні розділи техпромфінпланів (планів соціального і економічного розвитку, виробничих планів) господарських органів, промислових підприємств.

Перспективне та щорічне планування науково-дослідних робіт з охорони праці здійснює Науково-технічне управління на підставі пропозицій об'єднань, управлінь, підприємств і організацій.

Організаційно-методичну роботу при складанні планів роботи з охорони праці здійснює служба охорони праці.

**Організація роботи з охорони праці в галузі** здійснюється шляхом:

- розподілу обов'язків щодо управління охороною праці між підрозділами і службами;
- розроблення посадових інструкцій про обов'язки, права і відповідальність керівних працівників щодо охорони праці.

**Мотивація роботи з охорони праці** — це вид управлінської діяльності, який забезпечує процес спонукання керівника і працівників на діяльність, спрямовану на досягнення цілей охорони праці. Мотивація цієї діяльності базується на двох категоріях:

- потреби відчуття безпеки під час праці, уникнення травм, захворювань і аварій;
- винагороди за проведення заходів з охорони праці, уникнення організаційних і матеріальних наслідків у випадку травмування чи профзахворювання людей, виникнення аварій, пожеж тощо.

Функція мотивації здійснюється шляхом застосування керівництвом галузі (підрозділу) таких методів управління:

- *адміністративно-правових* (виконання вимог посадових інструкцій керівниками та інструкцій з охорони праці робітниками, виконання вимог законодавства і нормативних актів з охорони праці (Закон про охорону праці, КЗпП, стандарти, норми, правила, інструкції));



- *соціально-психологічних* (інструктаж, навчання, стажування, пропаганда охорони праці, моральне стимулювання, особистий приклад керівника і неформальних лідерів трудового колективу в дотриманні вимог охорони праці);
- *економічних* (використання об'єктивних економічних законів і врахування інтересів працівників).

Методи управління охороною праці повинні бути спрямовані на те, щоб керівник умів заздалегідь знаходити й усувати можливі причини нещасних випадків, профзахворювань, аварій і пожеж, а не витрачав часу і величезних грошей на ліквідацію їх наслідків.

До економічної мотивації (важелів) роботи з охорони праці належать:

- штрафні санкції;
- диференційовані страхові тарифи залежно від класу професійного ризику виробництва.

Штрафні санкції на підприємство накладаються за невиконання колективного договору та інші порушення.

**Контроль, облік, аналіз, звітність, комунікація** — функція управління, призначена для встановлення фактичного стану і виконання завдань з охорони праці в галузі (підрозділів), порівняно з планом і чинними нормативними актами.

Контроль сприяє виконанню посадовими особами планів робіт, законодавства та інших нормативних актів з охорони праці. Він повинен визначати ступінь повноти виконання посадовими особами обов'язків з охорони праці. Для контролю, обліку аналізу і звітності з охорони праці необхідно застосовувати технічні засоби — персональні комп'ютери, а також систему комунікацій як складову частину системи управління. Контроль поділяється на відомчий, адміністративно-громадський та профспілковий.

*Відомчий контроль* за дотриманням охорони праці та функціонування СУОП з боку вищого господарського органу здійснюється його фахівцями (службою охорони праці) із складанням актів перевірок. За результатами контролю готуються проекти наказів, постанов і вносяться відповідні пропозиції.

*Адміністративно-громадський контроль* з охорони праці здійснюється керівником і головними фахівцями спільно з представниками трудового колективу (профспілок) підприємства.

*Професійні спілки* самостійно здійснюють контроль за дотриманням власниками законодавчих та інших нормативних актів з охорони праці, створенням безпечних і нешкідливих умов праці, забезпеченням робітників засобами колективного та індивідуального захисту.

Результати контролю є підставою для складання плану заходів щодо покращення охорони праці, а також для заохочення, залежно від рівня охорони праці керівних та інженерно-технічних робітників підвідомчих організацій і підприємств.

### 13.1.2. Охорона праці в ринкових умовах

У ринкових умовах виникає три центри управління охороною праці: Державне управління (не адміністративне), управління з боку працедавця, управління з боку працівників (рис. 13.1).



Рис. 13.1. Комплексне управління охороною праці

Державне управління формулює державну політику в галузі охорони праці — пріоритет життя і здоров'я працівника. Держава створює нормативно-правове законодавство в галузі охорони праці, встановлює обов'язки, права і відповідальність державних адміністрацій усіх рівнів щодо проведення державної політики у відповідних регіонах, створює відділи з питань охорони праці при держадміністраціях, навчально-методичні та експертно-технічні центри, систему Держнаглядохоронпраці, санітарно-епідеміологічні служби, органи пожежної, екологічної безпеки, Фонд соціального страхування від нещасного випадку і профзахворювання та інших органів, а також систему нормативно-правового, організаційно-управлінського, матеріально-технічного, кадрового, інформаційного, наукового і фінансового забезпечення діяльності в галузі охорони праці. Голова держадміністрації регіону відповідає за проведення державної політики в галузі охорони праці в регіоні, забезпечує обслуговування потреб підприємств з їх замовленням на засоби охорони праці й аудит у цій галузі. Облдержадміністрація розробляє регіональну програму покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на наступні роки з відповідним фінансуванням. Програма формується на підставі конкурсу проектів і бізнес-планів.

Фінансування програм проводиться як за рахунок державного, галузевого і регіонального бюджету, так і за рахунок Фонду страхування від нещасного випадку і профзахворювання, фондів держадміністрацій, ініціативних, благодійних та інших фондів. Головний принцип фінансування — від фінансування витрат на охорону праці до фінансування замовлень, послуг зацікавлених у цьому підприємств, організацій, установ. Це гарантія того, що послуги будуть виконані, а гроші будуть використані доцільно. Підприємства виступають у ролі замовника на послуги з боку інших організацій, заключають з ними контракти на послуги у вигляді аудиту, розроблення проектів, створення засобів охорони праці, навчання тощо.

На підприємствах повинні діяти економічні, адміністративні, психологічні й особисті стимули для забезпечення безпеки праці і культури здоров'я працівників. Механізм соціального страхування передбачає, що страховий тариф підприємства буде більшим, якщо зростатиме травматизм і захворюваність працюючих на ньому. Отже, підприємства зацікавлені в тому, щоб було менше травм і працівники були здоровими. У той же час кожний

працівник має вживати заходів, аби не травмуватися і не хворіти, інакше він матиме менші шанси на ринку праці. На підприємствах необхідно пропагувати такий стиль праці, при якому людина активно керує своїм кваліфікаційним, фізичним і психологічним станом, програмує шляхи здорового довголіття, попередження випадків травматизму і захворювань. Економічні важелі змушують підприємця турбуватися про здоров'я і працездатність своїх робітників, гарантувати їм право на охорону праці, встановлене державою.

Таким чином, *управління охороною праці в сучасних умовах ринкового механізму* полягає в тому, що:

1. Держава створює органи державного, регіонального і галузевого (не адміністративного) управління охороною праці, комплекс наглядових інспекцій, у завдання яких входить забезпечення застосування створених нормативно-правових актів, створює систему нормативно-правового, організаційно-управлінського, матеріально-технічного, кадрового, інформаційного, наукового і фінансового забезпечення діяльності й охорони праці.

2. Працедавець економічно зацікавлений у тому, щоб його працівники не травмувалися, не хворіли, тому забезпечує виконання на підприємстві всіх нормативно-правових актів з охорони праці. Працедавець повинен широко залучати працівників і уповноважених трудових колективів до управління охороною праці, пропагувати серед працівників культуру здоров'я і культуру безпеки.

3. Кожен працівник повинен дбати про здоровий спосіб життя і праці, виховувати власну культуру здоров'я і безпеки, постійно підвищувати свій кваліфікаційний, фізичний і психологічний рівні, програмувати шлях здорового довголіття, запобігання випадків травматизму і захворювань, перейти від примусового до свідомого виконання інструкцій, правил і норм охорони праці. Працівник повинен негайно повідомити свого керівника про виникнення будь-якої небезпечної ситуації. Керівник не може вимагати від працівника виконання роботи до усунення небезпечної ситуації (пошкодження огороження, блокування, сигналізації, запиленість, загазованість тощо).

Профспілки, Фонд соціального страхування, наглядові і контрольні органи вимагають від власника (працедавця) виконання прав громадян на охорону праці.

Комплексне управління охороною праці з боку держави, працедавця і працівника (трудового колективу) забезпечить підвищення ефективності цієї діяльності.

### 13.1.3. Загальна структура управління охороною праці

*Управління охороною праці в країні поділяється на рівні (рис. 13.2):*

- загальнодержавний;
- регіональний (обласний, районний, міський, районний у місті, селищі, селі);
- галузевий;
- виробничий (рівень підприємств).

*Державне управління охороною праці здійснюють:*

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

**Кабінет Міністрів України:**

- забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- подає на затвердження Верховною Радою України загальнодержавну програму покращення 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.

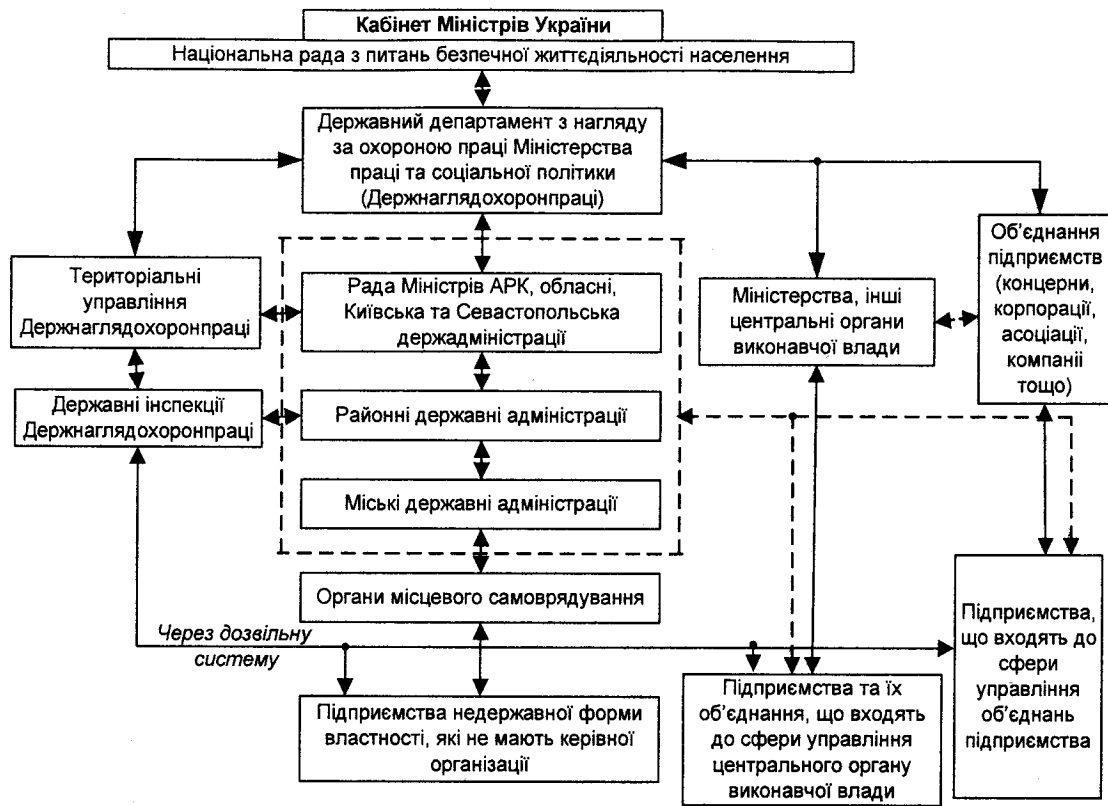


Рис. 13.2. Структурна схема управління охороною праці

*Державний нагляд* за дотриманням законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці здійснюють спеціально уповноважені:

- центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (Держнаглядохоронпраці);
- державний орган з питань радіаційної безпеки;
- державний орган з питань пожежної безпеки;
- державний орган з питань гігієни праці.

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

#### **13.1.4. Державний нагляд і громадський контроль за станом охорони праці**

Державний нагляд за станом охорони праці:

- здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні, реалізує державну політику в цій галузі та здійснює контроль за виконанням функцій державного управління охороною праці міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, Радою міністрів Автономної Республіки Крим, місцевими державними адміністраціями та органами місцевого самоврядування;
- за участю міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Фонду соціального страхування від нещасних випадків, всеукраїнських об'єднань роботодавців та профспілок розробляє загальнодержавну програму покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;
- здійснює нормотворчу діяльність, розробляє і затверджує правила, норми, положення, інструкції та інші нормативно-правові акти з охорони праці або зміни до них;
- координує роботу міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, підприємств, інших суб'єктів підприємницької

діяльності в галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- отримує безкоштовно від міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, органів статистики, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності відомості та інформацію, необхідні для виконання покладених на нього завдань;
- бере участь у міжнародному співробітництві та в організації виконання міжнародних договорів, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, вивчає, узагальнює і поширює світовий досвід з цих питань, опрацьовує та подає у встановленому порядку пропозиції щодо вдосконалення і поступового наближення чинного законодавства про охорону праці до відповідних міжнародних та європейських норм.

Рішення, прийняті органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці в межах його компетенції, є обов'язковими для виконання всіма міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, Радою міністрів Автономної Республіки Крим, місцевими державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування, юридичними та фізичними особами, які, згідно з законодавством, використовують найману працю.

Посадові особи Держнаглядохоронпраці мають право:

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва фізичних осіб, які, згідно з законодавством, використовують найману працю, та здійснювати в присутності працедавця або його представника перевірку дотримання законодавства з питань, які належать до їхньої компетенції;
- отримувати від працедавця і посадових осіб письмові чи усні пояснення, висновки експертних обстежень, аудитів, матеріали та інформацію з відповідних питань, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;
- видавати в установленому порядку працедавцям, керівникам та іншим посадовим юридичним і фізичним особам, які, згідно з законодавством, використовують найману працю,



міністерствам та іншим центральним органам виконавчої влади, Раді міністрів Автономної Республіки Крим, місцевим державним адміністраціям та органам місцевого самоврядування обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і недоліків у галузі охорони праці, охорони надр, безпечної експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки;

- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію підприємств, окремих виробництв, цехів, дільниць, робочих місць, будівель, споруд, приміщень, випуск і експлуатацію машин, механізмів, устаткування, транспортних та інших засобів праці, виконання певних робіт, застосування нових небезпечних речовин, реалізацію продукції, а також скасовувати або припиняти дію виданих ними дозволів і ліцензій до усунення порушень, які створюють загрозу життю працюючих;
- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;
- надсилати працедавцям подання про невідповідність окремих посадових осіб займаній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Рішення посадових осіб Держнаглядохоронпраці за необхідності обґрунтовуються результатами роботи та висновками експертно-технічних центрів, дослідних, випробувальних лабораторій та інших підрозділів (груп) технічної підтримки, що функціонують у складі органів державного нагляду за охороною праці згідно з завданнями інспекційної служби або створюються і діють згідно із законодавством як незалежні експертні організації. Наукова підтримка наглядової діяльності здійснюється відповідними науково-дослідними установами.

### **13.1.5. Пожежна охорона в Україні**

Закон України “Про пожежну безпеку” визначає правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України. Забезпечення пожежної безпеки є невід’ємною частиною державної діяльності щодо охорони життя та здоров’я

людини, національного багатства і навколишнього природного середовища. Цей закон наголошує, що забезпечення пожежної безпеки підприємств покладається на керівників. Власники підприємств зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки;
- забезпечувати дотримання протипожежних вимог, стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів і постанов державного пожежного нагляду;
- організовувати навчання працівників правил пожежної безпеки.

Державний пожежний нагляд за станом пожежної безпеки в населених пунктах і на об'єктах, незалежно від форми власності, здійснюється державною пожежною охороною.

Усі працівники при прийнятті на роботу і щорічно за місцем роботи проходять інструктажі з питань пожежної безпеки.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань пожежної безпеки, забороняється.

На підприємствах з метою проведення профілактики пожеж, організації їх гасіння створюються добровільні пожежні дружини.

За порушення вимог пожежної безпеки до службових осіб застосовуються штрафні санкції.

Громадський контроль за виконанням вимог законодавства з пожежної безпеки здійснюють добровільні пожежні дружини.

Нагляд за дотриманням законності в діяльності пожежної охорони здійснює Генеральний прокурор України.

Пожежну охорону в Україні поділяють за принципом формування на професійну і добровільну (рис. 13.3).

До професійної належать державна, відомча та сільська пожежна охорона.

**Державна пожежна охорона (ДПО)** входить до системи Міністерства Надзвичайних ситуацій України і складається з державних пожежних частин, міських і об'єктових; груп і відділень державного пожежного нагляду; самостійних відділів ДПО з охорони особливо важливих об'єктів.

Підрозділи **відомчої** пожежної охорони створюються на об'єктах міністерств та інших центральних органів виконавчої влади,

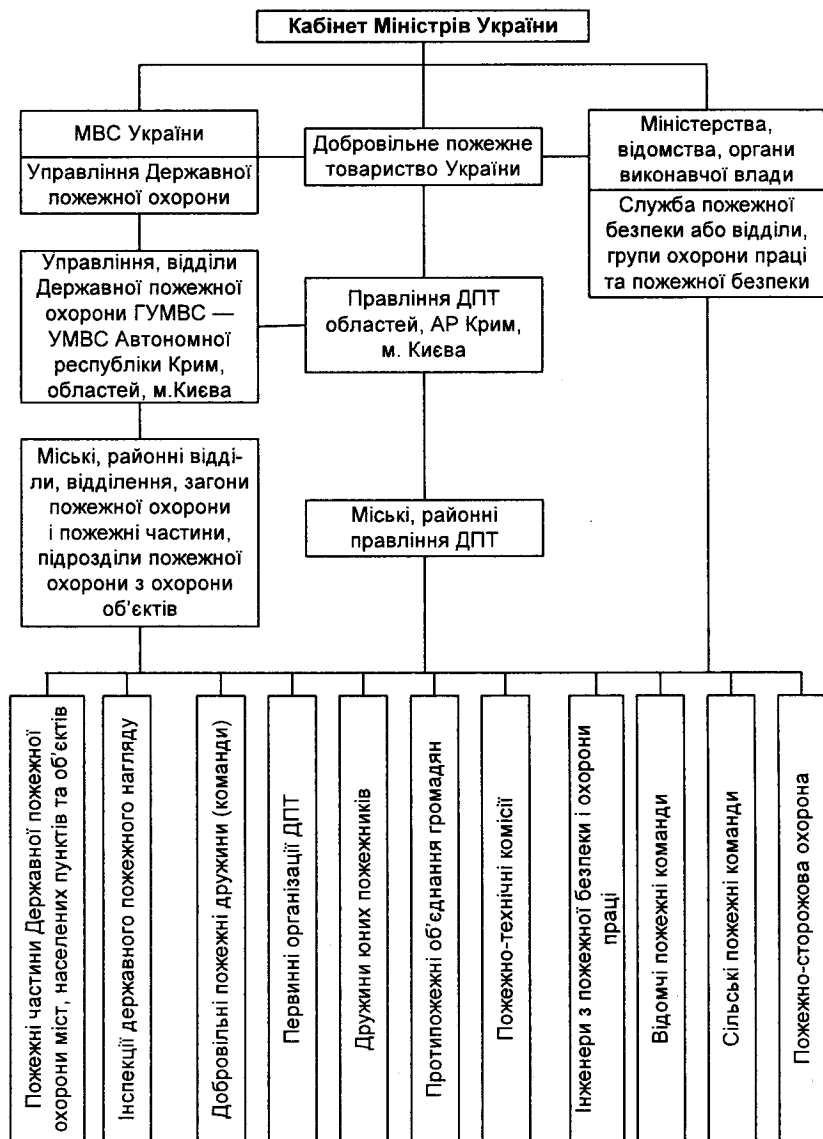


Рис. 13.3. Схема протипожежного захисту в Україні

таких як: Міністерство оборони (військовослужбовці), Міністерство лісового господарства, Міністерство транспорту, Головне управління хлібопродуктів Міністерства сільського господарства і продовольства, Міністерство внутрішніх справ (внутрішня служба), Держкомкордон (військовослужбовці), Держкомрезерв, Укрметротунельбуд, Служба безпеки, Національна гвардія і Штаб ЦО (військовослужбовці).

**Сільська пожежна охорона** утворюється органами місцевого самоврядування — це окремі сільські пожежні команди.

**Добровільна пожежна охорона** існує на промислових підприємствах, в установах та організаціях з метою проведення заходів щодо запобігання пожежам та організації їх гасіння. Дружини юних пожежників організують у школах і дитячих таборах.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктажу і перевірки знань з питань пожежної безпеки, забороняється.

Місцеві органи державної виконавчої влади та самоврядування, житлові установи та організації зобов'язані за місцем проживання організувати навчання населення правил пожежної безпеки в побуті та громадських місцях.

У дитячих дошкільних закладах проводиться виховна робота, спрямована на запобігання пожеж від дитячих пустоців з вогнем і виховання у дітей дбайливого ставлення до національного багатства.

У закладах освіти всіх рівнів (від загальноосвітніх до закладів післядипломної освіти) організується вивчення правил пожежної безпеки на виробництві та в побуті, а також дій на випадок пожежі.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожний громадянин зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном пожежну охорону. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;
- вжити (за можливості) заходів щодо евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового по об'єкту;
- за необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну).

### **13.1.6. Регіональна система управління охороною праці**

Регіональна система управління охороною праці (РСУОП) в області (районі, місті, районі у місті, селищі, селі) — це комплекс органів управління адміністративно-територіальною одиницею, який на підставі чинних нормативно-правових актів здійснює цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо виконання встановлених завдань роботи з охорони праці з метою забезпечення здоров'я і працездатності працівників підприємств, установ і організацій на підпорядкованій території.

Обласна РСУОП є підсистемою єдиної державної системи управління охороною праці. Вона включає місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, Фонд соціального страхування від нещасних випадків, органи Держнаглядохоронпраці, інші державні наглядові інспекції, профспілки, асоціації спеціалістів охорони праці, підприємства, установи й організації, які керують процесом запобігання від нещасних випадків і професійних захворювань, аварій і пожеж на підприємствах, установах, організаціях області.

РСУОП на територіальному рівні є цільовою підсистемою загальної системи управління адміністративно-територіальною одиницею (областю, районом, містом, районом у місті, селищем, селом). Ця система повинна в процесі функціонування забезпечувати підготовку, прийняття і реалізацію рішень щодо здійснення правових, організаційних, соціально-економічних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Метою функціонування РСУОП є охорона життя і здоров'я працівників, забезпечення належних здорових і безпечних умов праці на підприємствах, в установах і організаціях (далі — підприємствах) області, району, міста тощо (далі — області) незалежно від форм власності та видів виробничої діяльності згідно з державною і регіональною політикою з охорони праці.

**Місцеві державні адміністрації у межах відповідних територій:**

— забезпечують виконання законів та реалізацію державної політики в галузі охорони праці;

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

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

#### **Органи місцевого самоврядування у межах своєї компетенції:**

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

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

Для виконання цих функцій сільська, селищна, міська рада створює у складі свого виконавчого органу відповідний підрозділ або призначає фахівця з охорони праці.

**Державні наглядові інспекції та служби області.** Відповідні завдання охорони праці в області вирішують:

- Теруправління Держнаглядохоронпраці в області;
- Санітарно-епідеміологічна служба;
- Державна експертиза умов праці (соціальний захист працюючих);
- Експертно-технічний центр Держнаглядохоронпраці (експертиза проектів, посудин, що працюють під тиском тощо);
- Обласна державна інспекція праці (правові питання);
- Інспекція державного технічного нагляду (безпека сільськогосподарських машин і механізмів);
- Інспекція державного архітектурно-будівельного контролю;
- Державна пожежна охорона області;
- Державна автоінспекція області;
- Управління екологічною безпекою;
- Аварійно-рятувальні формування;
- Рятувально-водолазна служба;
- Територіальна підсистема реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру;
- Лікувально-профілактична служба;
- Центр стандартизації, метрології та сертифікації;
- Статистична служба;
- Профспілкові органи;
- Прокуратура.

### **13.1.7. Система управління охороною праці на підприємстві**

Державне, регіональне і галузеве управління охороною праці, численні наглядові і контрольні інспекції не забезпечать безпечного ведення робіт, якщо це не стане головним повсякденним завданням і моральним обов'язком для всіх без винятку — роботодавців, керівників, інженерно-технічних працівників, кожного працюючого. Для вирішення всіх проблем у сфері охорони праці потрібний системний підхід, створення ефективної системи

управління охороною праці (СУОП) на кожному підприємстві, установі, організації незалежно від форми власності й чисельності персоналу.

Зміст системного підходу полягає в тому, що будь-яка система управління або її окрема частина розглядається як ціле, самостійне явище, яке характеризується метою діяльності, ресурсами, структурою, процесами і взаємозв'язками з іншими системами. Системний підхід дозволяє вивчати систему управління в сукупності всіх її елементів, аналізувати її статику й динаміку.

Система управління підприємством поділяється на підсистеми й елементи, які перебувають між собою в певних співвідношеннях. Можливі різні варіанти розділення систем управління на підсистеми залежно від завдань і мети підсистеми. Зокрема, може бути виділена підсистема управління охороною праці, підсистема управління охороною навколишнього середовища (екологічний менеджмент) та ін.

Система має властивості емерджентності (англ. emergent — раптом утворений), тобто характеризується новими якостями, яких немає в її елементах. Система — об'єднання частин в єдине ціле, властивості якого можуть відрізнятися від властивостей частин, що входять у неї. Мистецтво керівника полягає у вмінні залагоджувати такі протиріччя і знаходити компроміси.

*Соціально-економічні системи* характеризуються також синергічністю (греч. — співробітництво, співдружність) — однаправленістю дій, інтеграцією зусиль у системі, які призводять до підсилення (помноження) кінцевого результату. Якщо всі чітко уявляють собі кінцеву мету, захоплені нею, виникає нова самоорганізація з іншими властивостями.

Більшість посадових осіб, підприємців і бізнесменів розглядає економічні і соціальні чинники неузгоджено, безсистемно в процесі прийняття рішень. Для того, щоб вибір шляхів розвитку був економічно ефективним і соціально справедливим, необхідно розуміти системні зв'язки в процесі діяльності підприємства.

*Системний підхід* повинен стати основним методичним засобом вирішення проблем охорони праці.

До системоутворювальних основних функцій управління охороною праці належать:

- формування працезохоронної політики підприємства на основі державної політики;



- визначення цілей і завдань управління охороною праці згідно з виробленою політикою;
- розроблення стратегічного (перспективного), щорічного й оперативного планів реалізації працезахоронної політики;
- розроблення цільових програм управління охороною праці;
- організація (впровадження) програм і планів охорони праці;
- мотивування і формування працезахоронної свідомості персоналу;
- оперативне управління і координація дій;
- здійснення вимірювання показників охорони праці (моніторинг);
- звітування, обмін інформації, ведення документації;
- аналіз і вдосконалення системи.

Перехід на ринкові відносини потребує реконструкції не тільки виробничих технологій, але й реструктуризації системи управління, оновлення технології управління, його функцій. Традиційні лінійно-функціональні структури управління підприємством будуть трансформуватися в матричні структури, зокрема, з програмно-цільовим управлінням охороною праці.

Інструментами працезахоронної політики є: економічні важелі (страховий тариф, штрафи, премії, пільги, компенсації, доплати, відшкодування та ін.), правова відповідальність (дисциплінарна, адміністративна, матеріальна, кримінальна), соціально-психологічні методи (навчання, виховання, системні вимоги до управлінського персоналу).

Отримання максимального прибутку за рахунок ігнорування охорони праці призводить до банкрутства підприємства та юридичної відповідальності.

*Управління* — це цілеспрямований вплив керівника на трудовий колектив з метою вирішення поставлених завдань. Системний підхід полягає в об'єднанні окремих розрізнених заходів у єдину систему цілеспрямованих дій на всіх рівнях і стадіях управління виробництвом. Управління можна визначити також як впорядкування системи згідно з об'єктивними закономірностями.

*Система управління охороною праці на підприємстві (СУОПШ)* — це сукупність взаємопов'язаних органів управління підприємством (підрозділом), які на підставі комплексу нормативно-правової документації ведуть цілеспрямовану, планомірну діяльність з метою виконання поставлених завдань з охорони праці.

Створення СУОПП здійснюється послідовним визначенням політики, зобов'язань керівництва, мети роботи, об'єкта й органів управління, завдань і заходів з охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, створення системи мотивації, контролю обліку, аналізу, оцінки ризику, аудиту і моніторингу діяльності, технології управління, комп'ютеризації і комунікації системи складання організаційно-методичної документації, впровадження, забезпечення функціонування системи і контролю ефективності СУОПП, подальшого вдосконалення системи (рис. 13.4). СУОПП є цільовою підсистемою загальної системи управління підприємством, яка охоплює всі напрями виробничо-господарської діяльності, трудові колективи структурних підрозділів, матеріальні та фінансові ресурси і реалізується в цілеспрямовану діяльність посадових осіб і працівників щодо виконання нормативно-правових актів з охорони праці, попередження травматизму.

Керівництво підприємства розробляє працезахоронну політику — декларацію про зобов'язання щодо намірів і заходів з охорони праці.

*Метою* управління охороною праці є реалізація конституційних прав працівників і вимог нормативно-правових актів щодо збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці, створення безпечних і нешкідливих умов праці, покращення виробничого побуту, запобігання травматизму, профзахворюванням, аваріям і пожежам.

*Об'єктом* управління охороною праці є діяльність працедавця, керівників структурних підрозділів, функціональних служб і всього колективу підприємства для забезпечення належних здорових і безпечних умов праці на робочих місцях, виробничих ділянках, цехах і підприємствах у цілому, попередження травматизму, профзахворювань і аварій.

Управління охороною праці здійснюють: на підприємстві — роботодавець, у цехах, виробничих ділянках і службах — їх керівники.

Організаційну, методичну і наглядову діяльність з охорони праці, за підготовкою управлінських рішень та контроль за їх виконанням здійснює служба охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо директору (працедавцю).



**Рис. 13.4. Етапи розроблення і подальшого вдосконалення системи управління охороною праці на підприємстві**

*Нормативною базою СУОПП є Конституція України, Закон про охорону праці, Кодекс законів про працю, закони Верховної Ради, постанови КМУ, Укази Президента, Національна програма покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, Закон про охорону здоров'я, Закон про пожежну безпеку, Система стандартів безпеки праці, правила, норми, інструкції та інші нормативно-правові акти про охорону праці, постанови і накази органів державного управління і нагляду.*

Виконання вимог нормативно-правових актів про охорону праці здійснюється шляхом забезпечення функціонування СУОПП, тобто шляхом планомірного виконання завдань і функцій управління охороною праці.

*Основні завдання управління охороною праці:*

- запобігання виробничим травмам, професійним захворюванням, аваріям і пожежам;
- дотримання вимог законодавства і нормативно-правових актів з охорони праці, колективних договорів;
- забезпечення ставлення всіх працівників підприємства до безпеки праці, як до головних обов'язків;
- забезпечення участі працівників підприємства до планування, організації мотивації, контролю та оцінки ефективності заходів з охорони праці;
- розроблення обов'язків, прав і відповідальності за стан охорони праці між усіма керівниками і працівниками підприємства;
- забезпечення компетентності посадових осіб, спеціалістів і всіх працівників при виконанні покладених на них обов'язків і відповідальності, розумінні своїх прав і обов'язків;
- розподілення необхідних фінансових, матеріальних, людських та інших ресурсів при забезпеченні функціонування СУОПП;
- забезпечення працівникам соціальних гарантій у галузі охорони праці у колективному договорі (угоді, трудовому договорі);
- постійне підвищення ефективності функціонування СУОПП.

Завдання управління охороною праці на підприємстві впливають із всієї виробничо-господарської діяльності у відповідних підрозділах. У табл. 13.1 наведені основні завдання управління охороною праці на підприємстві й органи управління з виконання

**Таблиця 13.1. Завдання управління охороною праці**

№ з/п	Завдання управління	Орган управління	Критерії ефективності	Нормативні акти
1	2	3	4	5
1	Навчання працівників безпечних методів праці. Пропаганда охорони праці. Виховання у працівників психології і культури безпеки	КП СОП	Рівень знань вимог охорони праці персоналом, зменшення кількості порушень інструкції, правил і норм	Типове положення про навчання з питань охорони праці. ДНАОП 0.00-4.12-99. Перелік робіт з підвищеною небезпекою, для проведення яких потрібне попереднє спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з охорони праці. Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці
2	Створення нормативно-правових актів підприємства з охорони праці (інструкцій, положень та ін.). Придбання державних і галузевих нормативно-правових актів	СОП КП	Створення системи управління охороною праці на підприємстві та інших положень, інструкцій. Наявність нормативно-правових актів	Положення про порядок опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві. Наказ Держнаглядохоронпраці від 21.12.93 р. № 132
3	Технічна підготовка виробництва з урахуванням вимог охорони праці. Працеохоронний інжиніринг і реінжиніринг виробництва	СГК СГТ СОП КП	Повнота врахування вимог охорони праці в проєктних, конструкторських і технологічних розробленнях	Порядок проведення експертизи проєктної та іншої документації щодо пожежної безпеки. Затв. Наказом МВС України від 22.11.94 р. № 641. Положення про порядок проведення державної експертизи (перевірки) проєктної документації

1	2	3	4	5
3				на будівництво та реконструкцію виробничих об'єктів і виготовлення засобів виробництва на відповідність їх нормативним актам про охорону праці. Постанова КМУ від 23.06.94 р. № 641
4	Матеріально-технічне забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту	ВМТЗ	Забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту	Замовлення підрозділів. Нормативні документи
5	Безпека виробничого устаткування	КП СГМ СГЕ	Відповідність устаткування вимогам безпеки	ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности ГОСТ 12.2.009-80. ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности, ДНАОП 0.00-1.03-93. Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском тощо
6	Безпека технологічних процесів	КП СГТ	Відповідність технологічних процесів вимогам безпеки	ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности, ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности, ДНАОП 0.00-5.12-94. Типова інструкція з організації безпечного ведення вогневих робіт на вибухонебезпечних вибухопожежонебезпечних об'єктах тощо

1	2	3	4	5
7	Безпека будівель і споруд	КП СГМ	Відповідність будівель і споруд будівельним нормам і правилам	СНиП III-4-80. Техника безопасности в строительстве ДБН В.1.1.-7-2002, ДБН В.2.2.-9-99 НАПББ.07.005-86(ОНТП24-86) СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания и др.
8	Нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці	КП	Відповідність санітарно-гігієнічних умов праці вимогам стандартів, правилам і нормам	Гігієнічна класифікація умов праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. МОЗ. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ.
	12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования; ДНАОП 0.038.08-93. Перелік важких робіт і робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок та ін.			
9	Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту	КП ВМТП	Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту згідно з нормами	ДНАОП 0.05-3.03-81. Типові галузеві норми безплатної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям різних професій і посад усіх галузей господарської діяльності та окремих виробництв. Положення про порядок забезпечення працівників спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту. Наказ держохоронпраці від 29.10.96 р. № 170

1	2	3	4	5
10	Забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку працівників	КП ВПіЗ	Встановлення оптимального режиму праці та відпочинку згідно з законодавством	Кодекс Законів про працю України. Правила внутрішнього трудового розпорядку
11	Безпека об'єктів підвищеної небезпеки	КП СГМ СГЕ	Безпека експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки	ДНАОП 0.00-8.02-93. Перелік робіт із підвищеною небезпекою. ДНАОП 0.00-1.07-94. Правила будови і безпечності експлуатації посудин, що працюють під тиском та ін. Інструкція про порядок зупинки експлуатації об'єктів при порушенні нормативних актів про охорону праці, затверджених Наказом Держнаглядохоронпраці України 30.12.94. № 133
12	Противарійний захист	КП СГМ СГЕ	Запобігання аваріям	Положение о порядке расследования причин аварий зданий, сооружений, их частей и конструктивных элементов. Планы запобігання і ліквідації пожеж і надзвичайних ситуацій
13	Забезпечення ергономічних вимог до робочих місць	КП СГК	Відповідність робочих місць ергономічним вимогам	ГОСТ 12.2.32-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования ГОСТ 12.2.033-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования
14	Санітарно-побутове обслуговування працівників	КП	Відповідність санітарно-побутових об'єктів нормам	СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания
15	Лікувально-профілактичне обслуговування працівників	КП МСЧ	Оздоровлення персоналу	Основи законодавства України про охорону здоров'я, 1993, Закон України про забезпечення санітарного та епідемічного добробуту населення. Збірник важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань у 6 томах



Продовження табл. 13.1

1	2	3	4	5
15				ДНАОП 0.03-4.02-94. Положення про мед. огляди. Правила безкоштовної видачі лікувально-профілактичного харчування. Постанова Держкомпраці СРСР та ВЦРПС від 07. 01. 77 № 4 П-1
16	Безпека експлуатації транспортних засобів	КП	Безпека експлуатації транспортних засобів	Закон України "Про дорожній рух", 1993. СНИП 2.05.07-91. Промышленный транспорт ДНАОП 0.00-1,28-97. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности ГОСТ 12.3.020-80. ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности
17	Протипожежний захист	КП ІПБ	Пожежна безпека	Закон України "Про пожежну безпеку", Пожежна безпека. Нормативні акти та інші документи. Правила пожежної безпеки в Україні. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной безопасности
18	Соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання. Соціальний захист потерпілих на виробництві	ДКП ПК СОП	Відшкодування збитків потерпілим	Закон України "Про обов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності", 1999 р. Закон України "Про колективні договори і угоди", 1994 р. Спільні рекомендації державних органів і профспілок щодо змісту розділу "Охорона праці" у колективному договорі

1	2	3	4	5
19	Захист природного навколишнього середовища	КП СОП СЕ	Запобігання забрудненню природного середовища	Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища"; ДСТУ 14011-97 "Настанови щодо здійснення екологічного аудиту. Процедури аудиту. Аудит систем управління навколишнім середовищем"
20	Безпека промислової продукції і послуг	КП Д	Відповідність продукції і послуг вимогам безпеки. Сертифікат відповідності. Ліцензія на право випуску продукції	ГОСТИ, ДСТУ, ТУ на продукцію
21	Професійний добір	ВК КП	Професійна відповідність персоналу до виконуваної роботи	ДНАОП 0.03-8.06-94. Перелік робіт, де є потреба у професійному доборі. ДНАОП 0.03-4.02-94. Положення про медичний огляд працівників певних категорій
22	Розслідування нещасних випадків невиробничого характеру, які трапилися з працюючими на підприємстві особами	КП СОП персонал	Запобігання нещасним випадкам невиробничого характеру	Концепція державної політики щодо запобігання невиробничого травматизму. Положення про розслідування та облік нещасних випадків невиробничого характеру

Умовні позначення: Д — директор (власник), СОП — служба охорони праці, КП — керівник підрозділу, СГМ — служба головного механіка, СГТ — служба головного технолога, СГК — служба головного конструктора, СГЕ — служба головного енергетика, ВМТЗ — відділ матеріально-технічного забезпечення, ВПіЗ — відділ праці і зарплати, МСЧ — медсанчастина, ПК — профком, ВК — відділ кадрів, СЕ — спеціаліст з екології, ІПБ — інженер з пожежної безпеки.

**Примітки:**

1. Детальніший перелік нормативно-правових актів з охорони праці наведений у "Державному реєстрі міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці" (реєстр ДНАОП), а також у журналах "Охорона праці".
2. Такі завдання, як "Пожежна безпека", "Екологія" та інші можуть бути виділені в окремі підсистеми.

цих завдань. При виконанні завдань керівник підприємства всебічно підвищує роль безпосередніх керівників підрозділів (робіт) у створенні на кожному робочому місці безпечних і нешкідливих умов праці.

Держнагляд охорони праці наказом від 02.06.99 № 102 встановив заходи, що можуть здійснюватися за рахунок фондів охорони праці підприємств:

1. Атестація робочих місць на відповідність їх нормативним актам з охорони праці.

2. Забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

3. Реалізація заходів щодо усунення безпосереднього контакту працівників із шкідливими речовинами й матеріалами, іншими несприятливими та небезпечними чинниками виробництва.

4. Впровадження систем автоматичного контролю та сигналізації наявності шкідливих і небезпечних виробничих чинників, пристроїв аварійного вимкнення виробничого устаткування та комунікацій у разі виникнення небезпеки для працюючих.

5. Впровадження устаткування та пристроїв, які забезпечують захист працюючих від ураження електричним струмом, дії статистичної електрики та розрядів блискавок.

6. Обладнання спеціальних механізмів, пристроїв та майданчиків, що забезпечують зручне та безпечне виконання робіт на висоті.

7. Приведення рівнів шуму, вібрації, ультразвуку, іонізуючих та інших шкідливих випромінювань на робочих місцях згідно з вимогами чинних нормативних актів.

8. Розроблення, виготовлення й монтаж нових, реконструкція чинних:

- загальних і місцевих вентиляційних систем, пристроїв кондиціонування повітря, аспіраційних, пило-, газовловлювальних пристроїв;
- систем природного та штучного освітлення робочих місць діючого виробництва, евакуаційних виходів та місць масового переходу працюючих;
- систем опалення, теплових, водяних, повітряних завіс та повітряних душів, утеплення дверей, вікон, підлог у виробництві.

9. Механізація прибирання виробничих приміщень, у тому числі стружки та інших відходів виробництва, очищення повітропроводів, освітлювальної арматури, вікон, світлових ліхтарів тощо.

10. Проведення експертизи технічного стану будівель і споруд, експертизи та діагностики потенційно небезпечних об'єктів, устаткування, обладнання тощо.

11. Створення кабінетів, куточків, виставок з питань охорони праці; придбання потрібних нормативних документів, навчальних посібників, плакатів; періодичної літератури, поліграфічної продукції, обладнання тощо.

12. Навчання працівників, проведення нарад, семінарів з питань охорони праці.

13. Оснащення виробничих приміщень сигнальними кольорами та знаками безпеки згідно з правилами та стандартами з безпеки праці, попередження дорожньо-транспортних пригод на території підприємства.

14. Реконструкція та оснащення на виробництві санітарно- побутових приміщень (гардеробних, душових, кімнат для вживання їжі тощо), місць організованого відпочинку; обладнання їх сучасним інвентарем і устаткуванням з метою доведення рівня забезпеченості працюючих згідно зі встановленими нормами.

15. Обладнання фізкультурно-оздоровчих кімнат; придбання з цією метою спортивного інвентарю, устаткування, лікувальних та оздоровчих препаратів і медикаментів для профілактики профзахворювань та реабілітації здоров'я потерпілих від нещасних випадків на виробництві.

16. Заохочення трудових колективів і окремих осіб, які плідно працюють над покращенням стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

17. Проведення профілактичних медичних оглядів працюючих, оплата медичних послуг фахівців з діагностики та лікування працівників, які потерпіли внаслідок професійних захворювань і нещасних випадків на виробництві.

18. Відшкодування підприємствам, установам, організаціям витрат на відрядження працівників, які є членами комісії зі спеціального розслідування нещасних випадків на виробництві або залучені до її роботи.

### Функції управління охороною праці

Реалізація завдань охорони праці на підприємстві та в кожному структурному підрозділі здійснюється їх керівниками шляхом послідовного виконання основних системоутворювальних функцій управління:

- 1) прогнозування і планування;
- 2) організації;
- 3) мотивації;
- 4) контролю, обліку, аналізу (табл. 13.2).

Перелік і послідовність виконання основних функцій управління подано на рис. 13.5.

**Таблиця 13.2. Основні функції управління охороною праці на підприємстві**

№ з/п	Основні функції управління	Критерії ефективності	Основні регламентовані нормативно-правові акти
1	2	3	4
1	Прогнозування і планування роботи з охорони праці на підприємстві. Встановлення працезахоронної політики	Цілеспрямованість планування заходів з охорони праці на попередження травматизму і профзахворювань. Наявність документа про працезахоронну політику і зобов'язань керівництва	Спільні рекомендації державних органів і профспілок щодо змісту розділу "Охорона праці" у колективному договорі (угоді, трудовому договорі)
2	Організація функціонування СУОПП	Встановлення обов'язків, прав і відповідальності посадових осіб за функціонування СУОПП на підприємстві (в підрозділі). Наявність інструкцій з охорони праці за професіями і видами робіт	Посадові інструкції. Лист Держнаглядохоронпраці від 21.12.93 № 0112/2552. Положення про службу охорони праці. Положення про комісію з питань охорони праці підприємства. Положення про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці
3	Мотивація роботи з охорони праці на підприємстві	Створення системи заохочення керівників і працівників щодо виконання завдань охорони праці, правил, норм, інструкцій	Закон України про охорону праці, розділ IV. Положення про порядок накладання штрафів на підприємстві за порушення нормативних актів

## Закінчення табл. 13.2

1	2	3	4
3			про охорону праці. Постанова КМУ 7.09.93. № 754. Кодекс України про адміністративні правопорушення. Кримінальний кодекс України
4	Контроль, облік і аналіз роботи з охорони праці. Аудит, моніторинг	Встановлення відповідності умов і охорони праці нормативно-правовим актам, ефективність функціонування СУОПП	Посадові інструкції Положення про адміністративно-громадський контроль. Положення про комісії та уповноважених з охорони праці, профспілковий контроль. Положення про порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництв об'єктів державного замовлення. Положення про видачу Держнагляд-охоронпраці власникові підприємства дозволу на початок роботи об'єктів підвищеної небезпеки. Положення про початок проведення державної експертизи (перевірки) проектної документації на будівництво і реконструкцію виробничих об'єктів на відповідність їх нормативним актам про охорону праці. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці. Положення про територіальне управління Держнагляд-охоронпраці. Положення про експертно-технічні центри Держнагляд-охоронпраці. Положення про паспортизацію санаторно-технічного стану і наявності засобів охорони праці. Положення про атестацію робочих місць. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпеки чинників виробничого середовища, важкості та напруження трудового процесу

**Примітка.** Детальніше перелік нормативно-правових актів, які забезпечують функціонування СУОП на підприємстві, наведений у “Державному реєстрі галузевих і міжгалузевих нормативних актів про охорону праці” (Реєстр ДНАОП), а також у журналі “Охорона праці”.



Рис. 13.5. Коло менеджменту

### 13.1.8. Організація роботи з охорони праці

*Працедавець зобов'язаний* створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці згідно з нормативно-правовими актами, а також забезпечити дотримання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою працедавець 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 дотримання;

- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів і підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів згідно з обставинами;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вигоди 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 щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих чинників;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі — акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях згідно з нормативно-правовими актами з охорони праці, безкоштовно забезпечує працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;
- здійснює контроль за дотриманням працівником технологічних процесів, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт згідно з вимогами 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 і нещасних випадків.



Працедавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

*Працівник зобов'язаний:*

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

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

*Працедавець 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, за потреби працедавець повинен забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів. Медичні огляди проводяться відповідними закладами охорони здоров'я, працівники яких згідно із законодавством несуть відповідальність за відповідність медичного висновку фактичному стану здоров'я працівника. Порядок проведення медичних оглядів визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади в галузі охорони здоров'я.

*Працедавець має право* в установленому законом порядку притягнути працівника, який ухиляється від проходження обов'язкового медичного огляду, до дисциплінарної відповідальності, а також зобов'язаний позбавити роботи без збереження заробітної плати.

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

- за заявою працівника, якщо він вважає, що погіршення стану його здоров'я пов'язане з умовами праці;

— за своєю ініціативою, якщо стан здоров'я працівника не дозволяє йому виконувати свої трудові обов'язки.

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

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб працедавець створює службу охорони праці згідно з типовим положенням.

Обов'язки керівників щодо управління охороною праці наведені у табл. 13.3.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні фахівці на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо працедавцю.

Керівники та фахівці служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і фахівців основних виробничо-технічних служб.

*Фахівці служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці мають право:*

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення недоліків, отримувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;
- вимагати усунення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;
- зупиняти роботу виробництва, дільниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;
- надсилати працедавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Організацію управління охороною праці на підприємстві показано у табл. 13.4.

**Таблиця 13.3. Обов'язки майстра, начальника дільниці, зміни, керівника робіт щодо управління охороною праці**

Функції управління	Завдання роботи з охорони праці
<p>Планування</p> <p>Організація</p> <p>Мотивація</p>	<p>Розробляє пропозиції до комплексних заходів з охорони праці і розділу “Охорона праці” колективного договору.</p> <p>Складає план заходів для покращення охорони праці на дільниці і виконання приписів, наказів і розпоряджень, а також організаційно-технічних заходів щодо впровадження вимог стандартів ССБП та інших нормативних актів на дільниці.</p> <p>Забезпечує виконання правил, норм, інструкцій та інших завдань з охорони праці на дільниці (зміні). Організовує виконання планів роботи з охорони праці на дільниці, наявність знаків безпеки і попереджувальних написів.</p> <p>Забезпечує безпечне проведення виробничих процесів, нормалізацію санітарно-гігієнічних умов на дільниці, наявність і справність спецодягу та спецвзуття, безпечний стан обладнання, справність засобів колективного захисту (вентиляція, огороження, блокування, сигналізація тощо).</p> <p>Проводить первинний на робочому місці, вторинний, цільовий і позаплановий інструктаж працівників з безпечного ведення робіт. Організовує стажування новоприйнятих (переведених) працівників.</p> <p>Безпосередньо керує роботами підвищеної небезпеки згідно з вимогами норм і правил безпеки праці з оформленим нарядом-допуском.</p> <p>Дає усні та письмові вказівки на дільниці з питань забезпечення охорони праці.</p> <p>Вимагає від керівництва виконання запланованих заходів з охорони праці.</p> <p>Забезпечує усунення виявлених недоліків з охорони праці.</p> <p>Розраховує разом з бригадирами й уповноваженим з охорони праці коефіцієнт безпеки (<math>K_B</math>) в бригадах і на дільниці та подає кращих бригадирів і робітників до заохочення, а особам, що допустили порушення вимог безпеки, знижує коефіцієнт безпеки.</p>
Контроль	<p>Проводить разом з уповноваженим з охорони праці перший ступінь адміністративно-громадського контролю та усуває виявлені порушення.</p> <p>Звітує про виконання (невиконання) планів роботи з охорони праці на дільниці (зміні), вимог стандартів ССБП, правил, норм, законодавчих актів.</p> <p>Контролює протягом зміни наявність безпечних прийомів праці, застосування засобів індивідуального захисту.</p> <p>Відповідає за стан охорони праці на дільниці (зміні), безпечну організацію робіт і експлуатацію обладнання (несправне обладнання повинно бути зупинене), дотримання нормальних санітарно-гігієнічних умов праці</p>

Таблиця 13.4. Організація управління охороною праці на підприємстві

Рівні управління	Орган управління	Функції управління охороною праці			
		Планування	Організація	Мотивація	Контроль, облік, аналіз
1	2	3	4	5	6
Підприємство	Працевлавець, директор, головний інженер, начальник служб, служба охорони праці (СОП), профком	Колдоговір, комплексні заходи (КЗ), перспективні плани з охорони праці (ОП), оперативні плани робіт з ОП на підприємстві	Встановлення посадових обов'язків керівників підприємства і підрозділів з ОП, створення служби ОП, комісії ОП, обрання уповноважених трудових колективів з ОП	Забезпечення виконання умов угоди й оперативних планів робіт з ОП на підприємстві, виконання вимог законодавства, стандартів, правил і норм з ОП. Стимулювання працівників підприємства за високі показники ОП, застосування економічних методів управління ОП	Контроль виконання планів робіт з ОП. Проведення III-го ступеня контролю. Аналіз і оцінка діяльності з ОП в цехах. Розрахунок показників стану ОП, складання звітів
Цех	Начальник цеху, уповноважений з ОП	Розроблення пропозицій для включення в КЗ, оперативні плани робіт з ОП по цеху	Встановлення посадових обов'язків працівників цеху з ОП, інструкцій з ОП за професіями і видами робіт. Обрання уповноважених з ОП	Забезпечення виконання відповідних пунктів угоди, а також оперативних планів робіт з ОП, дотримання вимог законодавства, стандартів, правил і норм з ОП. Представлення на матеріальне стимулювання робітників і колективів цехів за високі показники ОП	Контроль виконання планів робіт з ОП. Проведення II-го ступеня контролю. Аналіз і оцінка діяльності з ОП на дільницях

Закінчення табл. 13.4

1	2	3	4	5	6
Дільниця, лабораторія, зміна	Начальник лабораторії, зміни, уповноважений з ОП	Розроблення пропозицій для включення в КЗ. Оперативні плани робіт з ОП на дільниці	Встановлення посадових обов'язків керівників дільниці, лабораторії, зміни з ОП, наявність інструкцій з ОП за професіями і видами робіт уповноважених з ОП	Забезпечення виконання планів робіт з ОП, дотримання вимог стандартів, правил, норм, інструкцій з ОП. Представлення на матеріальне стимулювання членів бригад за високі показники ОП	Контроль виконання планів робіт з ОП. Проведення I-го ступеня контролю. Аналіз і оцінка діяльності з ОП в бригадах і на робочих місцях
Бригада, групи, робочі місця	Звільнений бригадир, керівник групи, уповноважений з ОП	Пропозиції для включення в КЗ та інші плани робіт з ОП	Встановлення обов'язків бригадира та інших працівників і робітників з ОП в інструкціях за професіями, уповноваженими з ОП	Виконання планів робіт з ОП. Дотримання вимог інструкцій з ОП на робочих місцях. Представлення на матеріальне стимулювання членів бригад за бездоганне дотримання безпеки праці	Самоконтроль виконання планів робіт з ОП, самоконтроль виконання інструкцій з ОП на робочих місцях, участь у проведенні I-го ступеня контролю

Припис фахівця з охорони праці може скасувати лише працедавець.

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

Процес впровадження заходів з охорони праці при лінійно-функціональній структурі управління підприємством є важким, тому що ці роботи порушують існуючий ритм відділів, служб і підрозділів. Для усунення цього недоліку в рамках лінійно-функціональної структури підприємства необхідно застосувати програмно-цільове управління.

Для цього створюється спеціальний орган на чолі з фахівцем охорони праці, якому надаються відповідні повноваження. Цей орган стежить за виконанням заходів цільової програми (проекту). В цьому випадку утворюється матрична структура управління, яка характеризується відношенням подвійного підпорядкування, тому що виконавець одночасно рахується в двох службах: в управлінні з проекту і в функціональній службі. При цьому керівник проектної групи (начальник служби охорони праці) вирішує, що і коли повинно бути зроблено, а керівник (працівник) функціональної служби (головний механік, головний енергетик та ін.) вирішує, як виконати це завдання.

Застосування управління з проекту дозволить пришвидшити процес впровадження нових програм, проектів і заходів з охорони праці. Аналогічно вирішується питання створення програмно-цільового управління всієї роботи з охорони праці на підприємстві.

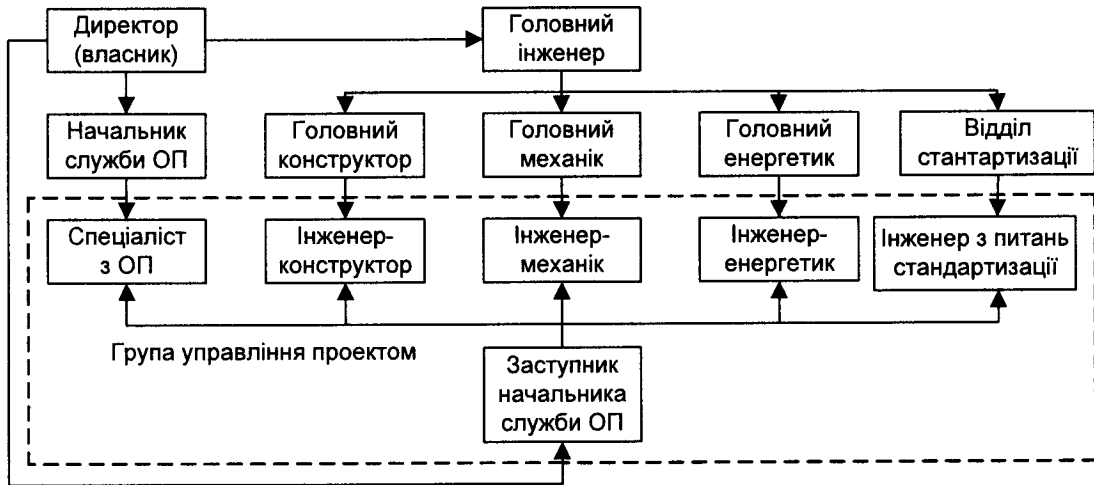
Після виконання заходу група переформовується для виконання інших заходів (рис. 13.6).

### 13.1.9. Оцінка та стимулювання роботи з охорони праці

Для щомісячної оцінки стану безпеки праці у виробничих підрозділах на підприємствах використовується методика, що базується на розрахунку узагальненого коефіцієнта безпеки праці з урахуванням нормативів його зниження і підвищення за недоліки або досягнення в цій роботі:

$$K_{\sigma} = 1 + K_n - K_z, \quad (13.1)$$

де  $K_{\sigma}$  — коефіцієнт безпеки праці підрозділу;  $K_n$  — коефіцієнт підвищення;  $K_z$  — коефіцієнт зниження.



**Рис. 13.6. Схема організації управління з впровадження стандартів (проектів) безпеки праці**





Систематичне застосування економічних методів управління охороною праці дає змогу підвищити рівень цієї роботи, сприяти запобіганню випадків травматизму і профзахворювань, покращити умови праці.

Як свідчить досвід, методи додаткового стимулювання дають кращі результати, ніж методи покарання. Основний принцип управління: чого захочете, те й отримujete. Система заохочування повинна бути персональною і надаватися за конкретні здобутки. Не завжди працівників можна заохотити лише грошовими преміями. Ефективнішим може бути вияв вдячності за добре виконану роботу, досягнень у галузі охорони праці, наданні більшої самостійності в прийнятті рішень, графіку роботи тощо.

Замість застосування загроз і залякування слід створювати в колективі атмосферу довіри, коли працівники колективу зможуть відверто говорити з керівником про позитивні і негативні сторони діяльності. У колективі повинна бути атмосфера взаємоповаги. Це сприятиме підвищенню ефективності роботи всього колективу. Підкреслення позитивного спрацьовує краще, ніж підкреслення негативного. Це підвищує у працівників бажання позитивної поведінки і піднімає робочий настрій. Керівник повинен помічати навіть незначні досягнення і заохочувати за них. Тоді будуть і великі досягнення. Методами визнання й похвали працівників можна досягти більших успіхів щодо дотримання вимог правил, норм, інструкцій з охорони праці і в основній роботі. Слід відкрито визнавати успіхи працівників — періодично і частіше у вигляді публічної усної або письмової подяки, надання пільг. Натомість не можна визнавати успіхи там, де їх немає, мати “улюбленців”. Це знецінює проведену роботу і призводить до втрати довіри в колективі.

Авторитет і повага до керівника ґрунтуються не тільки на його службовій посаді, а перш за все, на його діловій кваліфікації і людських якостях, його справедливому ставленні до працівників, турботі за їхній добробут.

Натомість у трудовому колективі повинна бути дисципліна. Жодний вчинок, порушення правил охорони праці не повинні бути непоміченими. Головна мета дисципліни — не покарання порушника, а створення умов, за яких порушень не буде. Грубі порушення трудової дисципліни і правил охорони праці караються згідно з правилами трудового розпорядження і статтями КЗпП.

### 13.1.10. Паспортизація цехів та атестація робочих місць

Паспортизація санітарно-технічного стану і наявності засобів охорони праці в цехах передбачає інструментальні вимірювання параметрів виробничого середовища, шкідливих виробничих чинників. У результаті паспортизації на підприємствах визначається кількість робочих місць, які не відповідають вимогам і нормам охорони праці за шкідливими чинниками (шум, вібрація, запиленість, загазованість, температура, вологість повітря), чисельність зайнятих на важких фізичних, небезпечних і шкідливих для здоров'я людини роботах; визначаються травмонебезпечні ділянки й операції, виробниче обладнання, будинки і споруди, що не відповідають вимогам безпеки праці. Паспортизація проводиться щорічно під керівництвом служби охорони праці разом з керівництвом цехів і підрозділів.

Згідно з "Положенням про атестацію робочих місць щодо їх відповідності державним актам про охорону праці" на підставі вивчення результатів атестації кожне робоче місце належить до однієї із груп.

"Атестоване" робоче місце відповідає вимогам нормативних актів про охорону праці. До цієї групи належать робочі місця, де коефіцієнт атестації робочого місця (відношення фактичного стану до нормативного) дорівнює I, стан умов праці належить до 1—2 класу (за гігієнічною класифікацією).

"Атестоване й вимагає пільг і компенсацій" робоче місце, на якому стан умов праці належить до 3-го класу (важкі та шкідливі умови).

Згідно з Законом України "Про пенсійне забезпечення" (ст. 13), за результатами атестації робочих місць складаються карти умов праці, в яких фіксуються санітарно-гігієнічні умови праці, її важкість і напруженість. На підставі атестації визначаються чинники, які можуть впливати на стан здоров'я працівників, а також на їхніх нащадків, і призначаються пенсії за віком на пільгових умовах за списками № 1 і 2 виробництв, робіт, професій, посад, що дають право на пільгове пенсійне забезпечення та інші пільги.

Результати атестації використовуються підприємствами також для здійснення заходів для поліпшення умов праці, встановлення інших пільг і компенсацій (доплати, скорочений робочий день, додаткові відпустки, спеціальне харчування).

Оцінювання умов праці проводиться на підставі “Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруження трудового процесу”. Виходячи з Гігієнічної класифікації, умови праці поділяються на 4 класи:

1 клас — *оптимальні умови праці* — такі умови, за 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 для робочих місць, 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 їхніх нащадків у найближчому та віддаленому періодах;

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 нащадків;

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

Визначення загальної оцінки умов праці базується на диференційованому аналізі визначення умов праці для окремих чинників виробничого середовища і трудового процесу. До чинників виробничого середовища належать: *показники мікроклімату; вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони; рівень шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку, освітленості. Трудовий процес визначається показниками важкості та напруженості праці. Під терміном “важкість праці” розуміють ступінь залучення до роботи м’язів і фізіологічні витрати внаслідок фізичного навантаження. Напруженість праці відображає навантаження на центральну нервову систему й оцінюється за 16-ма показниками, що характеризують інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, монотонність і режим праці (рис. 13.7, 13.8, 13.9).*

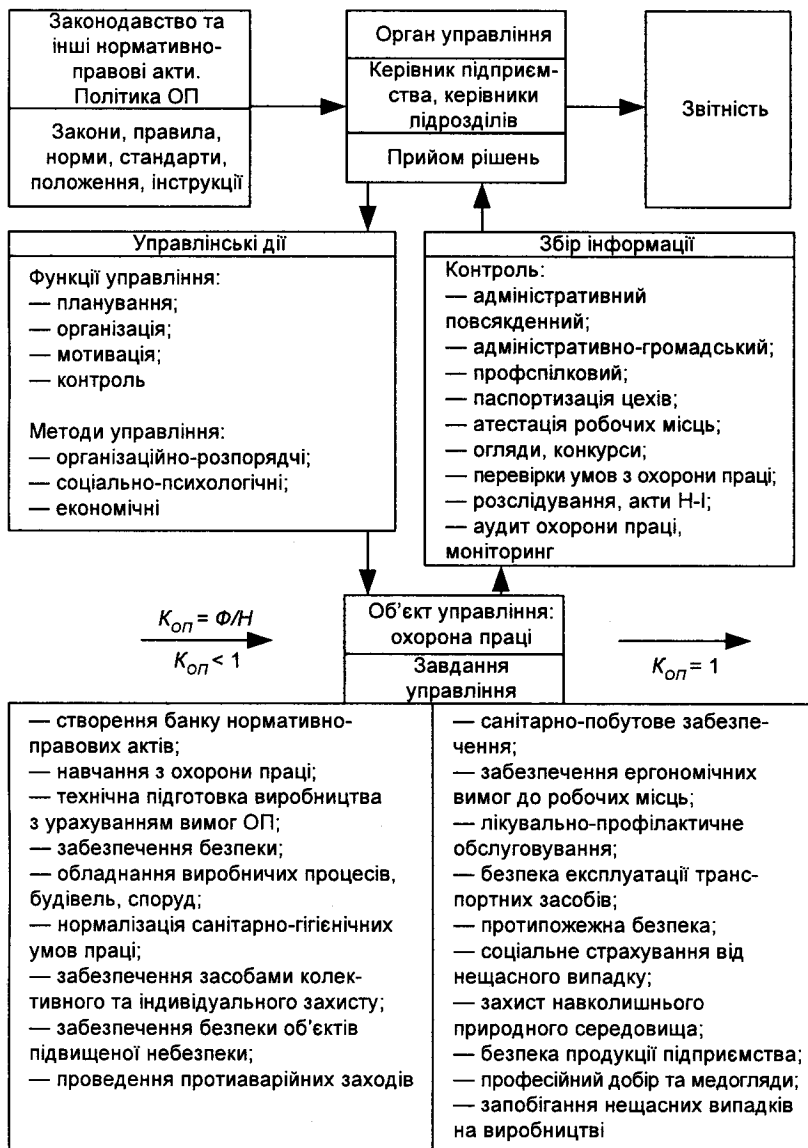


Рис. 13.7. Схема контуру управління охороною праці на підприємстві

Вдосконалення





Рис. 13.8. Основні функції управління охороною праці на підприємстві

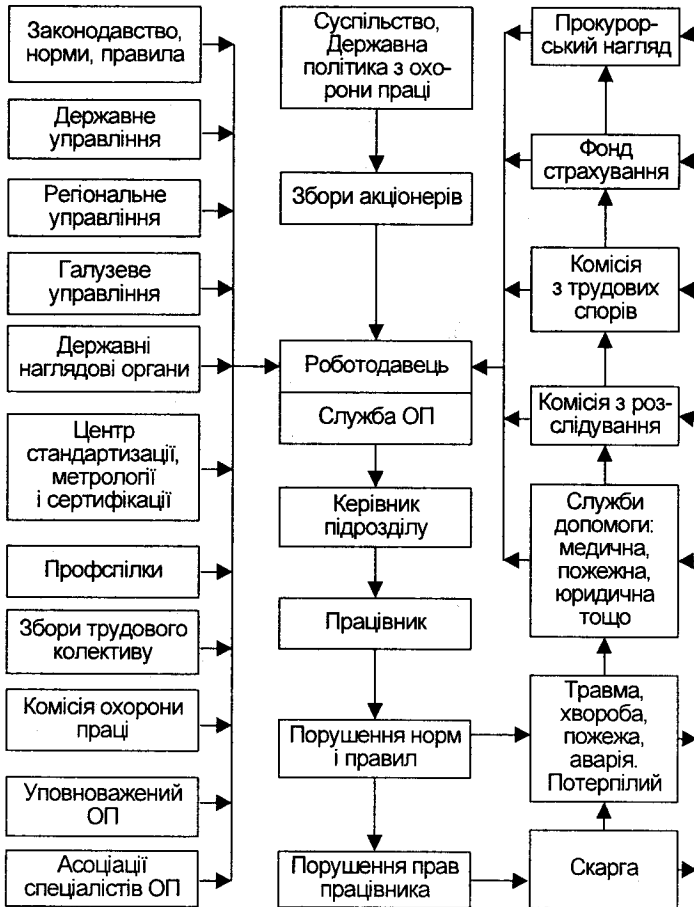


Рис. 13.9. Схема управління, нагляду і контролю за охороною праці

### **13.1.11. Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві**

Страхування від нещасного випадку здійснює Фонд соціального страхування — некомерційна самоврядна організація, що діє на підставі статуту, який затверджується її правлінням.

Управління Фондом здійснюють правління та виконавча дирекція Фонду.

До складу правління входять представники держави, застраховані працівники і працедавці — по 15 осіб від трьох представницьких сторін.

Представники держави призначаються Кабінетом Міністрів, а представники працівників і роботодавців делегуються чи обираються об'єднанням профспілок і працедавців, які мають статус всеукраїнських.

Члени правління обираються на шестирічний термін і виконують свої обов'язки на громадських засадах.

Для вирішення найбільш важливих завдань Фонду правління Фонду створює на паритетних засадах постійні та тимчасові комісії з питань профілактики нещасних випадків, виконання бюджету, призначення пенсій та інші.

Правління Фонду затверджує статут Фонду, кандидатури на посади директора виконавчої дирекції Фонду та його заступників, річні програми робіт та бюджети Фонду, структуру виконавчої дирекції Фонду.

Робочими органами виконавчої дирекції передбачені управління в Автономній Республіці Крим, областях, містах Києві та Севастополі, відділення в районах та містах обласного підпорядкування (рис. 13.10).

Для вирішення спірних питань при виконавчій дирекції Фонду та її місцевих органах створюються спеціальні комісії, до складу яких на паритетних засадах входять представники працівників, роботодавців і місцевих органів виконавчої влади.

Фонд вирішує триєдине завдання: усунення небезпечних і шкідливих чинників, відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві, компенсації потерпілим матеріальних та моральних збитків унаслідок ушкодження здоров'я.

Беручи участь у реалізації державної політики в галузі соціального захисту людей праці, Фонд:





**Рис. 13.10. Схема управління Фондом соціального страхування від нещасних випадків**

- повністю відшкодовує збитки, заподіяні працівникові каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, виплачує йому або членам його сім'ї одноразову допомогу, втрачений заробіток у разі тимчасової непрацездатності, пенсію при частковій втраті працездатності, пенсію у разі смерті потерпілого, організовує похорон померлого, оплачуючи пов'язані з цим витрати (рис. 13.11);
- 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.

Закон зберігає всі існуючі норми виплат потерпілим на виробництві, в тому числі і норми, передбачені статтею 11 Закону "Про охорону праці", а також збільшує на 30—40 % кількість соціаль-

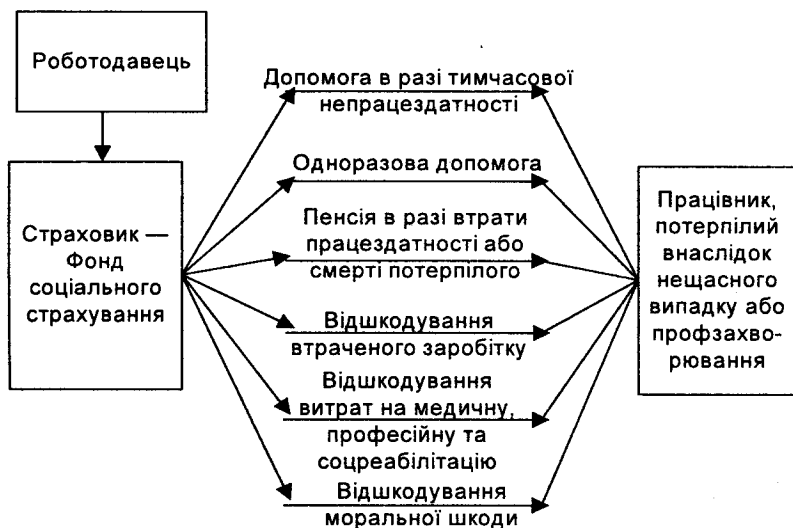


Рис. 13.11. Схема відшкодування шкоди потерпілому

них послуг, які надаються працівникові у разі його травмування чи професійного захворювання.

Надання соціальних послуг і виплат потерпілому й особам, які перебувають на його утриманні, не залежить від того, зареєстроване підприємство, на якому трапився страховий випадок, у Фонді соціального страхування чи ні, травмування потерпілого відбулося з його вини чи ні.

Якщо потерпілий або члени його сім'ї за станом здоров'я чи з інших причин не спроможні самі отримати та подати до районного чи міського відділення Фонду необхідні документи для призначення страхових виплат, то їх отримує та подає відповідний страховий експерт Фонду соціального страхування від нещасних випадків.

Дія Закону поширюється також на осіб, які потерпіли у минулі роки і мали право на відповідні виплати та соціальні послуги.

Закон передбачає, що Фонд соціального страхування є правонаступником державного, галузевих і регіональних фондів охорони праці, які із введенням у дію цього Закону ліквідовуються (Фонди охорони праці на підприємствах передбачено зберегти).

Передбачено, що Фонд соціального страхування здійснює 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 розслідуванні нещасних випадків і професійних захворювань;
- бере участь у розробленні та реалізації національної і галузевих програм покращення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища;
- у здійсненні наукових досліджень у галузі охорони та медицини праці, організації розроблення та виробництва засобів індивідуального захисту працюючих, виконує інші роботи.

Усі профілактичні заходи, які здійснює Фонд, фінансуються самим Фондом, у тому числі розроблення, видання та доставлення на кожне підприємство нормативних актів, науково-виробничих журналів, спеціальної літератури з охорони праці, а також навчання з питань охорони праці працівників, які вирішують завдання створення здорових і безпечних умов виробництва.

Виконання обов'язків щодо запобігання нещасних випадків і профзахворювань покладається на страхових експертів Фонду, які виступають у ролі радника чи консультанта для підприємств.

З появою служби страхових експертів і стійкого фінансування профілактичних робіт вперше стала можливою реалізація повноцінної системи управління охороною праці.

Завданнями страхування від нещасного випадку є:

- проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих чинників, запобігання нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань та інших випадків загрози здоров'ю застрахованих, викликаних умовами праці;
- відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві від нещасних випадків або професійних захворювань;
- відшкодування матеріальної та моральної шкоди застрахованим і членам їхніх сімей.

Дія цього Закону поширюється на осіб, які працюють на умовах трудового договору (контракту) на підприємствах, в установах,

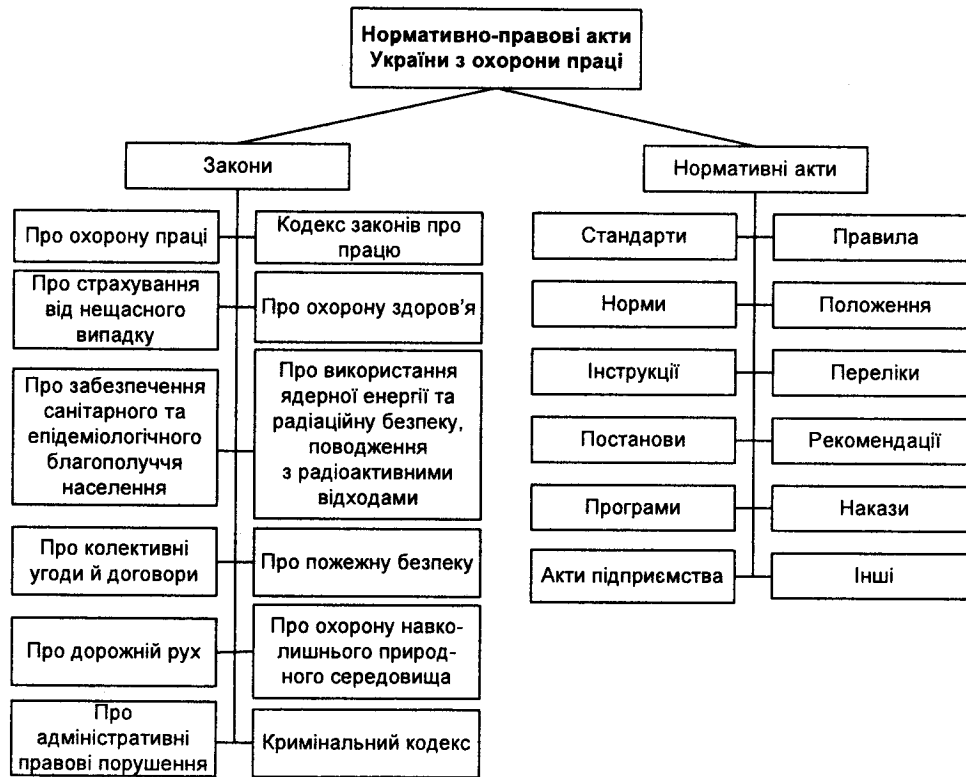
організаціях, незалежно від їх форм власності та господарювання (далі — підприємства), у фізичних осіб, на осіб, які забезпечують себе роботою самостійно, та громадян — суб'єктів підприємницької діяльності.

## **13.2. Правові та організаційні питання охорони праці**

### **13.2.1. Законодавство України про охорону праці**

В основному Законі, Конституції України (ст. 43), вказується: “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). Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також щорічної оплачуваної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи у нічний час. Громадяни мають право на соціальний захист (ст. 46), 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 інших випадках, передбачених законом.

Вказані права реалізуються шляхом виконання вимог, викладених у Кодексі законів про працю, Законах: “Про охорону праці”, “Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”, “Про охорону здоров'я”, “Про пожежну безпеку”, “Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення”, “Про використання ядерної енергії та радіаційний захист”, “Про охорону навколишнього природного середовища”, “Про колективні договори і угоди”, “Про дорожній рух”, “Про поводження з радіоактивними відходами”. Положення вказаних Законів конкретизуються у відповідних правилах, стандартах, нормах, положеннях, інструкціях та інших нормативно-правових актах, перелік яких наведений у “Державному реєстрі нормативних актів з охорони праці” (рис. 13.12).



**Рис. 13.12. Нормативно-правові акти України з охорони праці**

## Закон України “Про охорону праці”

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 працедавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

*Державна політика* в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності працедавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій і продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних і нешкідливих умов праці;
- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств і суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;
- адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують

проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між працедавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

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

**Гарантії прав на охорону праці.** Умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці.

Під час укладання трудового договору працедавець 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 працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах згідно із законодавством і колективним договором.

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

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

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

За період простою з причин, передбачених частиною другою цієї статті, які виникли не з вини працівника, за ним *зберігається середній заробіток*.

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

Працівника, який за станом здоров'я, згідно з медичним висновком, потребує надання *легшої роботи*, працедавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і за потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії згідно з законодавством.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, дільниці, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігаються місце роботи, а також середній заробіток.

**Право працівників на пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці.** Працівники, зайняті на роботах із важкими та шкідливими умовами праці, *безкоштовно забезпечуються* лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою соленою водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації.

У разі роз'їздного характеру роботи працівникові виплачується грошова компенсація на придбання лікувально-профілактичного харчування, молока або рівноцінних йому харчових продуктів на умовах, передбачених колективним договором.

Працедавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою, трудовим договором) працівникові пільги і компенсації, не передбачені законодавством.

Протягом дії укладеного з працівником трудового договору працедавець повинен, не пізніше як за 2 місяці, письмово інформувати працівника про зміни виробничих умов та розмірів пільг і компенсацій, з урахуванням тих, що надаються йому додатково.

**Забезпечення працівників спецодягом, іншими засобами індивідуального захисту, мийними то 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 спеціальні одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні і знешкоджувальні засоби. Працівники, які залучаються до разових робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха тощо, що не передбачені трудовим договором, повинні бути забезпечені зазначеними засобами.

Працедавець зобов'язаний забезпечити за свій рахунок придбання, комплектування, видачу та утримання засобів індивідуального захисту.

У разі передчасного зношення цих засобів не з вини працівника працедавець зобов'язаний замінити їх за свій рахунок. У разі придбання працівником спецодягу, інших засобів індивідуального захисту, мийних і знешкоджувальних засобів за свої кошти працедавець зобов'язаний компенсувати всі витрати на умовах, передбачених колективним договором.

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

**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.

Працедавець може за рахунок власних коштів здійснювати потерпілим та членам їхніх сімей *додаткові виплати* згідно з колективним чи трудовим договором.

За працівниками, які втратили працездатність у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням, зберігаються місце роботи (посада) та середня заробітна плата на весь період до відновлення працездатності або до встановлення інвалідності. У разі неможливості виконання потерпілим попередньої роботи проводяться його навчання і перекваліфікація, а також працевлаштування згідно з медичними рекомендаціями.

Час перебування на інвалідності у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням зараховується

до стажу роботи для призначення пенсії за віком, а також до стажу роботи із шкідливими умовами.

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних і фізичних осіб, які використовують найману працю, та на всіх працюючих, і встановлює персональну відповідальність кожного працівника.

Згідно з Законом, працівник зобов'язаний не тільки знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, але й дбати про особисту безпеку, а також про безпеку і здоров'я довкілля в процесі будь-яких робіт.

*Створення на підприємствах служби охорони праці не знімає відповідальності з працедавця за створення безпечних умов на робочому місці.*

Введено норму щодо проведення внутрішнього та зовнішнього аудиту за станом охорони й безпеки праці. Процедура включатиме самостійне проведення працедавцем внутрішнього аудиту. Якщо під час проведення комплексної або цільової перевірки з'ясується невідповідність фактичного стану охорони праці на підприємстві з даними аудиту, буде проведено зовнішній аудит.

Таким чином, у Законі про охорону праці реалізована концепція управління охороною праці в державі, яка полягає в пріоритеті життя й здоров'я працівників і у встановленні плати за ризик (пільги працівникам за шкідливі і важкі умови праці, диференційовані страхові тарифи, штрафні санкції) — *як важелі здійснення державної політики* в цій галузі. Крім того, встановлений принцип добровільності прийняття ризику. Тобто ніхто не має права направляти людину на ризик без її згоди. Одночасно встановлений принцип правового регулювання ризику шляхом створення нормативно-правових актів, які визначають систему заборон і норм попередження нещасних випадків і профзахворювань. Встановлений порядок доступності і відкритості інформації з питань охорони праці.

У Законі встановлений механізм попередження шкоди людині й суспільству і механізм відшкодування завданого збитку, закладені правові норми управління охороною праці, які забезпечують організаційно-господарську та наглядову діяльність шляхом визначення повноважень, прав і відповідальності господарських органів, а також органів місцевого самоврядування і виконавчих органів влади. Закон передбачає чітку систему державного управління охороною праці від уряду, при якому створена Національна рада з забезпечення безпечної діяльності населення до

підприємства. Підприємствам стає економічно не вигідно мати небезпечні та шкідливі умови праці.

Законом передбачається *експертиза* проектів з питань охорони праці та створення відповідних експертно-технічних центрів, введена сертифікація безпеки машинобудівної продукції. Матеріальні збитки від нещасних випадків несуть проектно-конструкторські організації і заводи-виробники неякісної, небезпечної продукції.

Законом *підвищена роль і престиж служби охорони праці*, яка підпорядкована безпосередньо власнику (керівнику) підприємства і прирівняна до служб головних фахівців. У місцевих органах державної виконавчої влади створена служба охорони праці для організації і контролю цієї роботи на підприємствах регіону. Особливе значення в законі надається підвищенню рівня *навчання* керівного складу підприємств і робітників з питань охорони праці.

*Працедавцям* встановлені жорсткі вимоги щодо:

- впровадження ефективної системи управління охороною праці на підприємстві, створення посадових інструкцій з питань охорони праці;
- розроблення щорічних комплексних заходів з охорони праці, формування фонду охорони праці підприємства;
- обрання уповноважених з охорони праці трудових колективів;
- розроблення розділу “Охорона праці” в колективному договорі;
- ознайомлення (під розписку) кожного працівника з умовами праці на його робочому місці;
- проведення попереднього медичного обстеження робітників на важких роботах і на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці чи таких, де необхідний професійний відбір.

Законом не допускається *керуватися суто економічними міркуваннями* при плануванні та організації виконання заходів щодо підвищення рівня безпеки та умов праці, попередження нещасних випадків і профзахворювань.

Важливі питання охорони праці передбачені в *Кодексі Законів про працю*:

*Стаття 153.* На всіх підприємствах, в установах, організаціях створюються безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення

безпечних і нешкідливих умов праці покладається на власника або уповноважений ним орган.

*Стаття 154.* Проектування виробничих об'єктів, розроблення нових технологій, виробів виробництва, засобів колективного та індивідуального захисту працюючих повинні проводитися з урахуванням вимог щодо охорони праці.

Виробничі будівлі, споруди, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію після будівництва або реконструкції, технологічні процеси повинні відповідати нормативним актам з охорони праці.

*Стаття 155.* Жодне підприємство, цех, дільниця, виробництво не можуть бути прийняті і введені в експлуатацію, якщо на них не створено безпечних і нешкідливих умов праці.

Власник, який створив нове підприємство (з об'єктами підвищеної небезпеки), зобов'язаний отримати від органів державного нагляду за охороною праці дозвіл на початок його роботи.

*Стаття 156.* Виготовлення і передача у виробництво зразків нових машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, а також впровадження нових технологій без дозволу органів державного нагляду за охороною праці забороняється.

*Стаття 159.* Працівник зобов'язаний:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів з охорони праці, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами колективного й індивідуального захисту;
- дотримуватися зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства, установи, організації;
- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;
- співпрацювати з власником або уповноваженим ним органом у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посильних заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації, яка створює загрозу його життю чи здоров'ю людей, які його оточують, і навколишньому природному середовищу, повідомляти про небезпеку свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу.

*Стаття 160.* Постійний контроль за дотриманням працівниками вимог нормативних актів про охорону праці покладається на власника або уповноважений ним орган.

### **13.2.2. Порядок видачі дозволів Державним комітетом з нагляду за охороною праці та його територіальними органами (Постанова КМУ від 15.10.03 № 1631)**

Суб'єкт господарської діяльності, який має намір розпочати (продовжити) виконання роботи підвищеної небезпеки або експлуатацію об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки (далі — об'єкти) за переліками чи проводити навчання працівників з питань охорони праці інших суб'єктів господарської діяльності, професійну підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації працівників, які залучаються до виконання робіт підвищеної небезпеки (далі — навчання з питань охорони праці), повинен отримати відповідний дозвіл Держнаглядохоронпраці або його територіального органу.

Для отримання дозволу суб'єкт господарської діяльності або уповноважена ним особа подає (надсилає поштою) до Держнаглядохоронпраці або його територіального органу за місцем розташування *заяву* за встановленим зразком.

На початок (продовження) виконання роботи підвищеної небезпеки — *висновок експертизи* щодо спроможності суб'єкта господарської діяльності забезпечити дотримання вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки під час виконання заявленої роботи; на експлуатацію об'єкта — *висновок експертизи* щодо відповідності об'єкта вимогам нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки (з урахуванням результатів сертифікації в системі УкрСЕПРО у разі її проведення) і спроможності суб'єкта господарської діяльності забезпечити дотримання вимог законодавства під час його експлуатації, а також експлуатаційну документацію (копії інструкції з експлуатації, паспорта, настанови тощо) українською або, як виняток, російською мовою (для об'єкта, який виготовлено за кордоном);

На проведення навчання з питань охорони праці — висновок експертизи Головного навчально-методичного центру або експертно-технічного центру Держнаглядохоронпраці щодо спроможності суб'єкта господарської діяльності проводити навчання з питань охорони праці.

### Приклад

#### *Об'єкти підвищеної небезпеки:*

1. Об'єкти, на яких використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна чи кілька небезпечних речовин у кількості, що дорівнює чи перевищує нормативно встановлені порогові маси.
2. Об'єкти, на яких використовуються, виготовляються, переробляються або зберігаються самозаймисті та легкозаймисті тверді речовини й матеріали у кількості, що дорівнює чи перевищує нормативно встановлені порогові маси.
3. Об'єкти, на яких утворюється горючий пил або волокно, здатні вибухати, самозайматися, займатися тощо.

#### *Перелік робіт підвищеної небезпеки (витяг):*

1. Зварювальні, газополуменеві, наплавочні, напилювальні та паяльні роботи. Контроль за зварними з'єднаннями.
2. Роботи в охоронних зонах ліній електропередач діючих нафто-, нафтопродукто- та газопроводів, комунікації газових промислів, а також споруд на них.
3. Роботи в діючих електроустановках.
4. Роботи в зонах дії струму високої частоти, іонізуючого випромінювання, електростатичного та електромагнітного полів, а також роботи із застосуванням лазерів.
5. Роботи на повітряних лініях зв'язку, які перетинають лінії електропередачі та контактні проводи.
6. Роботи із застосуванням ручних електро- і пневмомашин та інструментів.
7. Електропрогрівання бетону та електророзморожування ґрунтів, розігрівання бітуму і смол.
8. Роботи в термічних цехах і дільницях на електротермічних установках підвищеної та високої частот.
9. Вибухові роботи та роботи, пов'язані з утилізацією зброї, звичайних видів боєприпасів та виробів ракетної техніки.
10. Роботи з небезпечними речовинами та інертними газами тощо.

#### *Допуск до виконання робіт підвищеної небезпеки*

Згідно з Переліком робіт із підвищеною небезпекою, працівники, які виконують перелічені в ньому роботи, повинні проходити спеціальне навчання і щорічну перевірку знань з питань охорони праці.

Разом з тим, низка робіт, які виконуються періодично, потребують особливих заходів безпеки, і тому виконуються за спеціальним *нарядом-допуском*

(при цьому слід мати на увазі, що є роботи, наприклад, в електроустановках, газонебезпечні роботи тощо, які виконуються за спеціальними нарядами-допусками, передбаченими спеціальними нормативно-правовими актами).

До цієї категорії робіт, в основному, належать:

а) роботи, що виконують усередині колодязів, тунелів, траншей, димходів, плавильних та нагрівальних печей, бункерів, колекторів, вихлопних та інших шахт, а також у зачинених камерах, ресиверах, котлах та інших посудинах;

б) ремонт стаціонарних і переносних ацетиленових генераторів, на кисневих станціях та на кисневих і газових трубопроводах, на газорозподільних пунктах, газорозподільних станціях;

в) монтаж, демонтаж і ремонт вантажопідійомних кранів, підкранових шляхів, вантажних і пасажирських ліфтів, важкого обладнання, такелажні роботи з переміщення важких і крупногабаритних предметів без застосування підйомно-транспортних механізмів;

г) чищення та ремонт посудин з-під токсичних речовин, повітропроводів, фільтрів і вентиляторів витяжних систем виробничих і допоміжних підрозділів, на яких збереглися високотоксичні та радіоактивні речовини;

г) отримання та транспортування сильнодіючих токсичних речовин, балонів із стисненими газами, посудин із лугами та кислотами;

д) вантажно-розвантажувальні роботи на повітряному, автомобільному, водному та залізничному транспорті, що виконуються робітниками, які залучені до них тимчасово;

е) земляні роботи у зоні розташування енергетичних комунікацій;

ж) знешкодження високотоксичних і вибухових речовин тощо.

Перелік таких робіт необхідно уточнювати та доповнювати на кожному підприємстві, виходячи зі специфіки виробництва, місцевих умов і чинних галузевих правил. Такий перелік повинен бути введений у дію наказом.

Виконання перелічених робіт підвищеної небезпеки без оформлення наряду не дозволяється.

Особа, яка здійснює допуск до виконання робіт підвищеної небезпеки, несе відповідальність за своєчасне вимкнення енергоносіїв на ділянці виконання робіт та надання пояснень відповідальному виконавцеві робіт про те, яке обладнання, комунікації та інші пристрої перебувають під напругою, мають високу температуру, тиск тощо.

Наряд видається на одного відповідального виконавця робіт і на одну бригаду. Він може бути виписаний на весь час, але не більше ніж на 5 діб.

Бланк наряду заповнюється у двох примірниках, чітко, без помарок і вправлень. Один примірник наряду вручається відповідальному виконавцеві робіт під розписку, другий залишається в особи, яка його видала. Обидва примірники підписуються допускаючим, а за необхідності — представником пожежного нагляду. Рекомендується реєструвати бланк наряду у службі охорони праці.

Після закінчення робіт підвищеної небезпеки наряд закривається і повертається особі, яка його видала. Примірник закритого наряду зберігається протягом року.

### 13.2.3. Трудовий договір і охорона праці

Згідно зі ст. 23 КЗпП України, трудовий договір може бути:

- безстроковим, що укладається на невизначений строк;
- строковий термін встановлений за погодженням сторін;
- таким, що укладається на час виконання певної роботи;
- контракти з визначеними обов'язками.

Трудовий договір укладається, зазвичай, у письмовій формі (ст. 24 КЗпП України).

Прийняття на роботу оформляється наказом (розпорядженням) власника або уповноваженого ним органу. Зміст наказу (розпорядження) повідомляється працівникові під розписку.

Згідно зі ст. 6 Закону України “Про охорону праці”, власник зобов'язаний *проінформувати громадянина під розписку* про умови праці на робочому місці, про наявність небезпечних і шкідливих виробничих чинників, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах (рис. 13.13).

Громадянин може приступити до роботи і на підставі усного розпорядження власника. Проте, фактичним допущенням працівника до роботи вважається укладення трудового договору. Він є основним документом, який визначає правовий статус громадянина в структурі трудового колективу та юридичною підставою для проведення розрахунків щодо заробітної плати, надання відпустки, зарахування трудового стажу тощо.

Під час прийняття на роботу власник або уповноважений ним орган має право вимагати від кандидата на посаду два документи: паспорт і трудову книжку. Для осіб, які вперше йдуть на роботу і не мають трудової книжки, вимагається довідка про останній рік занять. У таких випадках трудова книжка виписується протягом 5 днів і зберігається у відділі кадрів підприємства. Вона видається на руки працівникові в разі звільнення, а також з інших поважних причин на письмову вимогу останнього (або батьків неповнолітніх).



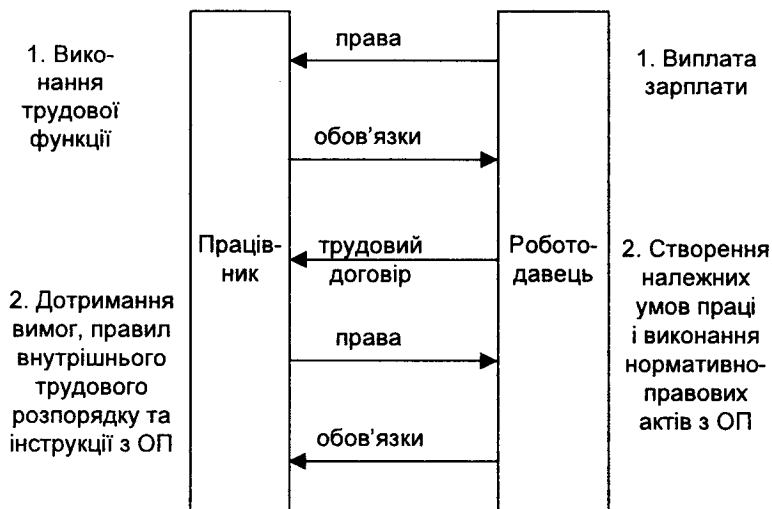


Рис. 13.13. Схема правових зв'язків трудового договору

Якщо працівник має виконувати роботу певної кваліфікації або на певній посаді, власник має право вимагати від нього документ про відповідну кваліфікацію, освіту тощо.

Усі робітники і службовці повинні бути ознайомлені з правилами внутрішнього розпорядку і з інструкціями з охорони праці. Це ознайомлення оформляється розпискою.

У низці випадків прийняттю на роботу повинен передувати медичний огляд.

Приймаючи на роботу громадян, власник або уповноважений ним орган має право встановити *випробування* з метою перевірки відповідності працівника до роботи, яка йому доручається. Умова про випробування повинна бути застережена в наказі (розпорядженні) про прийняття на роботу (ст. 25 КЗпП України). У період випробування на працівників поширюється законодавство про працю.

**Робочий час** — це встановлений законом або визначений на його основі час, протягом якого робітник або службовець, згідно з правилами внутрішнього розпорядку підприємства, повинен виконувати свої обов'язки.

Види робочого часу:

- нормальної тривалості — не може перевищувати 40 годин на тиждень;
- скороченої тривалості. Встановлюється:
  - а) для підлітків — 36 годин на тиждень (віком від 16 до 18 років), осіб віком від 15 до 16 років та учнів віком від 14 до 15 років, які працюють у період канікул, — 24 години на тиждень;
  - б) для працівників, зайнятих на роботах зі шкідливими умовами праці, — не більш як 36 годин на тиждень;
- неповний робочий день передбачається для вагітних жінок, жінок, які мають дитину віком до чотирнадцяти років, дитину-інваліда, або здійснюють догляд за хворим членом сім'ї згідно з медичним висновком.

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

*Надурочні роботи* (понад встановлену тривалість робочого дня) зазвичай, не допускаються. Власник може застосовувати надурочні роботи тільки у таких виняткових випадках:

- при проведенні робіт, необхідних для оборони країни, а також відвернення громадського або стихійного лиха, виробничої аварії та негайного усунення їх наслідків;
- при проведенні громадсько необхідних робіт з водопостачання, газопостачання, опалення, освітлення, каналізації, транспорту, зв'язку для усунення випадкових або несподіваних обставин, які порушують їх функціонування;
- за необхідності закінчити розпочату роботу, яка внаслідок непередбачених обставин чи випадкової затримки з технічних умов виробництва не може бути закінчена в нормальний робочий час, коли припинення її може призвести до псування або загибелі державного майна, а також за необхідності невідкладного ремонту машин, коли їхня несправність призводить до зупинки робіт значної кількості людей;
- за необхідності виконання вантажно-розвантажувальних робіт з метою недопущення або усунення простою рухомого складу чи скупчення вантажів у пунктах відправлення і призначення;
- для продовження роботи при неявці працівника, який змінює працюючого, якщо робота не допускає перерви.

Надурочні роботи не повинні перевищувати для кожного працівника чотирьох годин протягом двох днів підряд і 120 годин на рік.

*Залучення окремих працівників до роботи у вихідні дні* допускається в таких випадках:

- для відвернення громадського або стихійного лиха, виробничої аварії та негайного усунення їх наслідків;
- для відвернення нещасних випадків, загибелі або псування державного чи громадського майна;
- для виконання невідкладних, заздалегідь не передбачених робіт, від негайного виконання яких у подальшому залежить нормальна робота підприємства;
- для виконання невідкладних вантажно-розвантажувальних робіт з метою запобігання або усунення простою рухомого складу чи скупчення вантажів у пунктах відправлення і призначення.

Робота у вихідний день може компенсуватися, за згодою сторін, наданням іншого дня відпочинку або у грошовій формі в подвійному розмірі.

*Час відпочинку працюючих.* До часу відпочинку працюючих належать:

- вихідні дні: при п'ятиденному робочому тижні працівникам надаються два вихідні дні на тиждень, а при шестиденному — один. Загальним вихідним днем є неділя;
- святкові дні;
- перерва для відпочинку і харчування — не більше двох годин, і, зазвичай, через чотири години після початку роботи;
- відпустка: щорічна відпустка тривалістю не менше ніж 15 робочих днів;
- додаткові відпустки.

Щорічні додаткові відпустки надаються працівникам:

- зайнятим на роботах зі шкідливими умовами праці;
- зайнятим в окремих галузях господарства і тим, що мають тривалий стаж роботи на одному підприємстві;
- з ненормованим робочим днем;
- які працюють на роботах з особливими природними географічними і геологічними умовами підвищеного ризику для здоров'я;

- як заохочення за виконання державних або громадських обов'язків.
- відпустка за тимчасовою непрацездатністю, а також на вагітність і пологи;
- відпустка без збереження заробітної плати надається за сімейними обставинами та з інших поважних причин.

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

Особлива увага в законодавстві приділяється охороні праці жінок. Забороняється застосування праці жінок на важких роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, крім деяких підземних робіт (нефізичних робіт або робіт із санітарного та побутового обслуговування).

Граничнодопустимі навантаження для жінок при переміщенні вантажів почергово з іншою роботою (до 2 разів на годину) складають 10 кг, а переміщення вантажів постійно протягом робочої зміни — 7 кг.

Загальна маса вантажу, який переміщується протягом кожної години робочої зміни, не повинна перевищувати: з робочої поверхні — 350 кг, а з підлоги — 175 кг. При переміщенні вантажу на візках або у контейнерах докладене зусилля не повинно перевищувати 10 кг.

Не допускається залучати до робіт у нічний час (з 22 до 6 години ранку), надурочних робіт, робіт у вихідні дні та направляти у відрядження вагітних жінок і матерів, що годують грудьми, а також жінок, які мають дітей віком до трьох років. Жінки, що мають дітей у віці від 3 до 14 років або дітей-інвалідів, не можуть залучатися до надурочних робіт або направлятися у відрядження без їхньої згоди.

Вагітні жінки, згідно з медичним висновком, переводяться на період вагітності на іншу, легшу роботу, зі збереженням середнього заробітку з попереднього місця. Жінки, які мають дітей віком до трьох років, за неможливості виконання попередньої роботи, переводяться на іншу зі збереженням середнього заробітку за місцем попередньої роботи до досягнення дитиною віку трьох років. Перед відпусткою за вагітністю і пологами або безпосередньо після цього жінці, за її заявою, надається щорічна відпустка залежно від стажу роботи на цьому підприємстві.

Крім відпустки за вагітністю і пологами (70 днів до і 56 після), жінці, за її заявою, надається частково оплачувана відпустка до досягнення дитиною віку трьох років. За час відпустки зберігається

місце роботи (посада) і виплачується допомога із держстраху. Жінкам, які мають дітей віком до півтора року, надаються, крім загальної перерви для відпочинку, додаткові перерви для годування дитини не рідше ніж через три години, тривалістю не менше 30 хвилин кожна. Ці перерви включаються в робочий час і оплачуються за середнім заробітком. Не допускаються звільнення з ініціативи підприємства вагітних жінок, жінок, які мають дітей віком до трьох років, одиноких матерів за наявності дитини до 14 років або дитини-інваліда, крім випадків повної ліквідації підприємства, коли допускається звільнення з обов'язковим працевлаштуванням.

Законодавством України забороняється *застосування праці неповнолітніх*, тобто осіб віком до 18 років, на важких роботах і на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на підземних роботах. Забороняється залучати осіб, молодших 18 років, до нічних і надурочних робіт і до робіт у вихідні дні (ст. 192 КЗпП).

Не допускається прийняття на роботу осіб, які не мають 16 років. Однак, як виняток, можуть прийматися на роботу особи, які досягнули 15 років за згодою одного з батьків або особи, що його замінює. Для підготовки молоді до продуктивної праці допускається прийняття на роботу учнів загальноосвітніх шкіл, професійно-технічних і середніх спеціальних навчальних закладів для виконання легкої роботи, яка не завдає шкоди здоров'ю і не порушує процесу навчання, у вільний від навчання час із досягненням ними чотирнадцятирічного віку за згодою одного з батьків або особи, що його замінює (ст. 188 КЗпП).

Забороняється залучати неповнолітніх до нічних, надурочних робіт і робіт у вихідні дні (ст. 192 КЗпП). Усі особи, які не досягнули 18-ти років, приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду і в подальшому, до досягнення 21 року, щорічно підлягають обов'язковому медичному огляду (ст. 191 КЗпП).

Для неповнолітніх у віці від 16 до 18 років встановлено скорочений 36-годинний робочий тиждень, а для 15-літніх — 24-годинний.

Щорічна відпустка підліткам надається тривалістю один календарний місяць у літній час або за їхнім бажання у будь-яку іншу пору року.

Забороняється залучати осіб, молодших 18 років, до перенесення і пересування важких речей, вага яких перевищує встановлені граничні норми.

Забороняється також залучати неповнолітніх до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми. Граничні норми підймання і переміщення важких речей неповнолітніми затверджені наказом МОЗ України від 22.03.1996 р. № 59 (табл. 13.6).

**Таблиця 13.6. Граничні норми підймання та переміщення важких речей неповнолітніми**

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

Для дорослих чоловіків гранична норма — 50 кг.

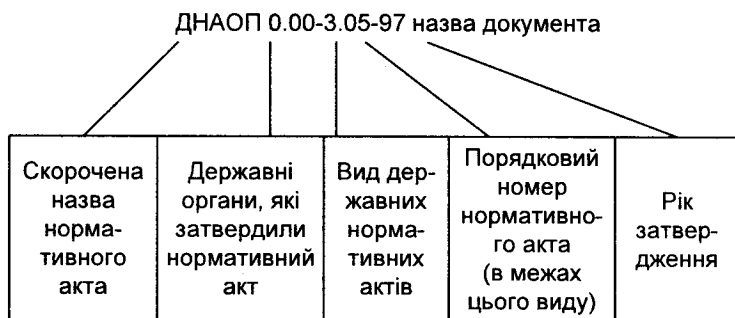
Для інвалідів створюються умови праці згідно з рекомендаціями МСЕК.

### 13.2.4. Державні нормативно-правові акти про охорону праці

За визначенням, державні нормативно-правові акти про охорону праці (ДНАОП) — це правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання. Законодавством передбачено, що, залежно від сфери дії, ДНАОП можуть бути міжгалузевими або галузевими.

З метою машинного оброблення державні нормативні акти про охорону праці повинні кодуватися згідно зі схемою на рис. 13.14 та рис. 13.15. Група для міжгалузевих нормативних актів має цифрове позначення залежно від державних органів, які їх затвердили. Наприклад, 0.00 — Держнагляд охорони праці, 0.03 — Міністерство охорони здоров'я, 0.06 — Держстандарт тощо. Група для галузевих нормативних актів має цифрове позначення згідно

з класифікатором, складеним на основі “Загального класифікатора галузей господарської діяльності Мінстату України”. Наприклад, 1.1.10 — електроенергетика, 1.3.10 — хімічна промисловість, 2.1.20 — тваринництво та птахівництво, 5.1.11 — залізничний транспорт, 7.1.30 — громадське харчування, 9.0.24 — пожежна охорона, 9.2.00 — народна освіта, 9.7.00 — органи державного управління та ін.



Шифр державних органів:	Вид державних нормативних актів:
0.00 — Держнаглядохоронпраці	1 — Правила
0.01 — Пожежна безпека (МНС)	2 — Стандарти
0.02 — Безпека руху (МВС)	3 — Норми
0.03 — Міністерство охорони здоров'я	4 — Положення статuti
0.04 — Держатомнагляд	5 — Інструкції, керівництва, вказівки
0.05 — Міністерство праці України	6 — Рекомендації, вимоги
0.06 — Держстандарт	7 — Технічні умови безпеки
0.07 — Мінбудархітектура	8 — Переліки, інші

**Рис. 13.14. Схема кодування для міжгалузевих нормативних актів**

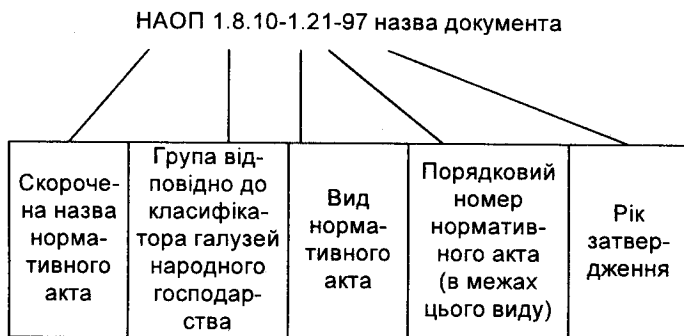


Рис. 13.15. Схема кодування для галузевих нормативних актів

В Україні розробляються державні стандарти України (ДСТУ). В галузі охорони праці вже діють такі стандарти: ДСТУ 2293-99 “Охорона праці. Терміни та визначення основних понять”; ДСТУ 2272-93 “Пожежна безпека. Терміни та визначення”; ДСТУ 3038-95 “Тігісна. Терміни та визначення основних понять” та деякі інші, що невдовзі повинні замінити ще частково чинні міждержавні стандарти — ГОСТи, Системи стандартів безпеки труда (ССБТ). Чинні ГОСТи, що належать до ССБТ, мають шифр системи 12 і поділяються на 5 кваліфікаційних груп, яким надано такий шифр:

Організаційно-методичні стандарти — 0.

Стандарти вимог і норм за видами небезпечних і шкідливих виробничих чинників — 1.

Стандарти вимог безпеки до виробничого обладнання — 2.

Стандарти вимог безпеки до виробничих процесів — 3.

Стандарти вимог до засобів захисту працюючих — 4.

Приклад позначення міждержавного стандарту: ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”, де ГОСТ — Государственный общесоюзный стандарт (у зв’язку з тим, що стандарти не перекладалися українською мовою, вживається російська абрєвіатура); 12 — стандарти безпеки праці; 1 — шифр підсистеми; 005 — порядковий номер стандарту; 88 — рік затвердження або перегляду і назва стандарту.

Стандарти ССБТ підсистеми “0, 2, 3, 4” можуть бути державними, галузевими і республіканськими, а підсистеми “0” також і стандартами підприємств (об’єднань).



Окрім ДСТУ, ГОСТ і ДНАОП, в Україні діють: санітарні норми (СН), в яких наведені вимоги щодо виробничої санітарії та гігієни праці; будівельні норми і правила (СНиП — строительные нормы и правила), де викладені вимоги до будівель і споруд залежно від їхнього призначення й пожежної небезпеки. При розгляді питань пожежної безпеки можуть зустрічатися посилання на ОНТП — отраслевые нормы технологического проектирования (рос.) або ISO — міжнародні норми.

У 2002 році затверджені державні будівельні норми України ДБНВ.1.1.7-2002 (на заміну СНиП 2.01.02-85) “Захист від пожежі. Пожежна безпека об’єктів будівництва”, в яких встановлена пожежно-технічна класифікація будівельних матеріалів, конструкцій та інші вимоги.

До основних нормативних актів підприємства належать:

- Наказ Держнаглядохоронпраці № 132 від 12.12.93 р.
- 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 про охорону праці;
- Положення про організацію попереднього і періодичних медичних оглядів працівників;
- Положення про санітарну лабораторію підприємства;
- Інструкції з охорони праці для працюючих за професіями і видами робіт;
- Інструкції про порядок зварювання і проведення інших вогневих робіт на підприємстві;
- Загальнооб’єктові та цехові інструкції про заходи пожежної безпеки;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою;

- Перелік посад посадових осіб підприємства, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;
- Наказ про організацію безкоштовної видачі працівникам певних категорій лікувально-профілактичного харчування;
- Наказ про організацію безкоштовної видачі молока або інших рівноцінних харчових продуктів працівникам підприємства, що працюють у шкідливих умовах;
- Наказ про порядок забезпечення працівників підприємства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Виходячи із специфіки виробництва та вимог чинного законодавства, власник затверджує нормативні акти із вищезазначеного переліку та інші, що регламентують питання організації охорони праці. На підприємстві повинні бути всі нормативно-правові акти, які охоплюють всі питання щодо виконання функцій і завдань системи управління охороною праці.

### **13.2.5. Міжнародні нормативно-правові акти про охорону праці**

Міжнародна організація праці була створена у 1919 році. Штаб-квартира МОП — Міжнародне бюро праці (МБП) — розташована в Женеві (Швейцарія).

Головною метою МОП є сприяння встановленню міцного миру на основі соціальної справедливості, покращення умов праці і життя працівників усіх країн.

Виняткова особливість МОП — це її тристороння структура: в діяльності Організації на рівних засадах беруть участь представники урядів, організацій працівників і роботодавців усіх країн — членів МОП.

До основних напрямів діяльності МОП належать: участь у міжнародно-правовому регулюванні праці шляхом розроблення та ухвалення нормативних актів (конвенцій і рекомендацій) з питань умов праці та життя працівників; розроблення та здійснення міжнародних цільових програм, спрямованих на вирішення важливих соціально-трудоових проблем (зайнятість, умови праці та ін.); надання допомоги державам — членам МОП в удосконаленні

національного трудового законодавства, професійно-технічної підготовки працівників, покращенні умов праці шляхом здійснення міжнародних програм технічного співробітництва, проведення дослідницьких робіт і видавничої діяльності.

МОП прийняла 181 конвенцію і 188 рекомендацій з різних соціально-трудоових проблем. На сьогодні Україна ратифікувала 50 конвенцій МОП, серед яких — найважливіші нормативні акти, що стосуються основоположних прав людини.

Вищим органом МОП є Міжнародна конференція праці; виконавчий орган — Адміністративна рада.

За останні роки МОП ухвалила низку значущих міжнародно-правових документів, спрямованих на захист працівників від професійних ризиків (у публікаціях МБП цей термін визначається як “джерело небезпеки для життя й здоров’я працівника, з яким він стикається у виробничому середовищі під час виконання своїх виробничих функцій”).

У 1981 році 67-ма сесія Міжнародної конференції праці ухвалила Конвенцію 155, доповнену Рекомендацією щодо професійної безпеки, здоров’я та виробничого середовища.

В обох актах передбачені заходи, яких треба вживати на національному рівні та на самих підприємствах. Державна влада покликана формулювати, здійснювати і періодично переглядати національні заходи щодо запобігання нещасним випадкам, профзахворюванням та спричиненій ними шкоді для здоров’я. Працедавці, зі свого боку, повинні зробити все необхідне, щоб робочі місця, машини, обладнання та виробничі процеси були безпечними і не загрожували здоров’ю, а також забезпечити заходи з надання невідкладної допомоги потерпілим. Працівники зобов’язані знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, співпрацювати з працедавцем у справі організації безпечних і нешкідливих умов виробництва, а також мають право припинити роботу, якщо вважають, що вона небезпечна для їхнього життя чи здоров’я або для навколишніх людей і природного середовища.

Міжнародний інформаційний центр з техніки безпеки та гігієни праці (МІЦ) видає збірники, котрі надсилаються більш ніж у 100 країн світу. Ці збірники є бібліографією опублікованих і неопублікованих досліджень, монографій, кінофільмів і журнальних статей, розподілених укладачами за основними видами професійних ризиків (наприклад, вибухо- та пожежонебезпечні матеріали, пил і аерозолі, шум та вібрація тощо) і чинниками умов праці за стандартною

класифікацією ООН та іншими категоріями (статистика, ергономіка та ін.).

МОП ухвалила Конвенцію 121 та Рекомендацію 121 про допомогу у випадках виробничого травматизму, Конвенцію 128 про допомогу із інвалідності, старості й у випадку втрати годувальника, а також відповідну Рекомендацію 131.

Іншим основним напрямом роботи МОП є надання консультацій експертів і технічної допомоги у питаннях, пов'язаних із трудовою та соціальною політикою.

*Рада Європейського союзу* в 1980 році прийняла директиву № 110 IX про охорону праці працівників від фізичних, хімічних і біологічних небезпечних і шкідливих чинників, а в 1989 році — директиву № 391 щодо попередження небезпек на виробництві. Ця директива зобов'язала працедавців здійснювати *оцінку ризику* і підвищення рівня охорони праці, проведення превентивної політики безпеки на підприємстві, усунення небезпек і надання допомоги потерпілим. Для розвитку цієї директиви розроблено багато конкретних норм безпеки праці (стандарти вимог безпеки до обладнання, машин, механізмів, інструменту, засобів індивідуального захисту тощо).

1994 року створена *Європейська агенція безпеки й охорони здоров'я на роботі* (European Agency for Health and Safety at Work) у м. Більбао (Іспанія). У 2000 році Європейська комісія встановила порядок перегляду нормативних актів союзних держав щодо відповідності їх європейським нормам охорони здоров'я, безпеки і гігієни праці.

### **13.2.6. Навчання з питань охорони праці**

Типове положення (ДНАОП 0.00-4.12-99) про навчання з питань охорони праці (далі — Типове положення) спрямоване на реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань охорони праці, яке проводиться з працівниками в процесі трудової діяльності, а також з учнями, вихованцями та студентами закладів освіти (далі — ЗО).

На підприємствах на основі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва та вимог державних, міжгалузевих і галузевих нормативних актів з охорони праці розробляються і затверджуються наказами керівників відповідні положення підприємств

про навчання з питань охорони праці, формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань.

Особи, які суміщають професії, проходять навчання та інструктажі з охорони праці як із їхніх основних професій, так і з професій за сумісництвом.

Працівники підприємств при прийнятті на роботу і періодично в процесі роботи, а вихованці, учні й студенти під час навчально-виховного процесу повинні проходити навчання і перевірку знань. Допуск до роботи (виконання навчальних практичних завдань) без навчання і перевірки знань з питань охорони праці забороняється.

Перевірка знань проводиться за тими нормативними актами про охорону праці, дотримання яких входить до їхніх службових обов'язків.

Формою перевірки знань з питань охорони праці є іспит, який проводиться за екзаменаційними білетами, у вигляді усного опитування або шляхом тестування на автоекзаменаторі з подальшим усним опитуванням.

Працівникам, які проходять навчання та перевірку знань з питань охорони праці безпосередньо на своєму підприємстві, видача посвідчень про перевірку знань є обов'язковою лише для тих, хто виконує роботи підвищеної небезпеки.

За незадовільних результатів перевірки знань працівник протягом одного місяця повинен пройти повторне навчання та повторну перевірку знань. При незадовільних результатах повторної перевірки знань питання щодо працевлаштування працівника вирішується згідно з чинним законодавством.

Особам, які займаються індивідуальною трудовою діяльністю, організаційно-консультативна допомога щодо навчання і перевірки знань з питань охорони праці надається місцевими органами Держнаглядохоронпраці та службою охорони праці місцевих органів виконавчої влади.

Іноземці та особи без громадянства, які є власниками підприємств або офіційно працюють на підприємствах України, проходять навчання і перевірку знань як громадяни України.

Відповідальність за організацію і здійснення навчання та перевірки знань працівників покладається на керівника підприємства, в структурних підрозділах (цеху, дільниці, лабораторії, майстерні тощо) — на керівників цих підрозділів, а контроль — на службу охорони праці.

Працівники, яких приймають на роботи, що визначені “Переліком робіт з підвищеною небезпекою”, проходять на підприємстві (в ЗО, якщо останнє передбачено відповідними нормативними актами) попереднє спеціальне навчання і перевірку знань щодо конкретних робіт, які вони виконуватимуть. Попереднє спеціальне навчання і перевірка знань працівників за його результатами проводяться одноразово до початку самостійної роботи, а також у разі перерви в роботі понад один рік.

Періодичні перевірки знань працівників цієї категорії проводяться не рідше одного разу на рік.

На підприємствах для перевірки знань наказом (розпорядженням) керівника створюються постійно діючі комісії. Головами комісій призначаються заступники керівників підприємств, у службові обов’язки яких входить організація роботи з охорони праці, а за потреби — створення комісій в окремих структурних підрозділах, які очолюють керівники відповідних підрозділів чи їх заступники.

До складу комісій входять фахівці служби охорони праці, юридичної, виробничих і технічних служб, представники органів державного нагляду за охороною праці та профспілок. За відсутності на підприємстві будь-якої із зазначених служб чи профспілки комісія вважається правочинною, якщо до її складу входять не менше ніж три особи.

Усі члени комісії повинні пройти навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Перед перевіркою знань працівників на підприємстві організуються заняття: лекції, семінари та консультації. Для навчання рекомендується застосування комп’ютерних тренажерів, інших технічних засобів.

Перелік питань для перевірки знань з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії з перевірки знань, погоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства.

**Навчання і перевірка знань з питань охорони праці посадових осіб і фахівців.** Посадові особи і фахівці, згідно з ДНАОП 0.00-8.01-93 “Перелік посадових осіб, які зобов’язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці”, до початку виконання своїх обов’язків, а також періодично, один раз на три роки, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Керівники підприємств виробничих і науково-виробничих об'єднань, а також посадові особи цехів, дільниць, виробництв, де трапилася техногенна аварія чи катастрофа, повинні протягом місяця пройти позачергове навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Посадові особи і фахівці, в службові обов'язки яких входить безпосереднє виконання робіт підвищеної небезпеки та робіт, що потребують професійного добору, при прийнятті на роботу проходять на підприємстві попереднє спеціальне навчання і перевірку знань щодо конкретних виробничих умов, а надалі — періодичні перевірки знань не рідше одного разу на рік.

**Види інструктажів.** За характером і часом проведення інструктажів з питань охорони праці поділяють на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

*Вступний інструктаж* проводиться:

- з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їхньої 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 виробничої практики;
- у разі екскурсії на підприємство;
- з усіма вихованцями, учнями, студентами та іншими особами, які навчаються в СЗО, ГТЗО, ПТЗО, ВЗО, при оформленні або зарахуванні до ЗО.

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

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;
- який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;
- який буде виконувати нову для нього роботу;
- з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Проводиться з вихованцями, учнями та студентами СЗО, ПЗО, ПТЗО, ВЗО:

- на початку занять у кожному кабінеті, лабораторії, де навчальний процес пов'язаний з небезпечними або шкідливими

- хімічними, фізичними, біологічними чинниками, у гуртках, перед уроками трудового навчання, фізкультури, перед спортивними змаганнями, вправами на спортивних снарядах, при проведенні заходів за межами території ЗО;
- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо;
- на початку вивчення кожного нового предмета (розділу, теми) навчального плану (програми) — із загальних вимог безпеки, пов'язаних з тематикою та особливостями проведення цих занять.

*Повторний інструктаж* проводиться з працівниками на виробничому місці в терміни, визначені відповідними чинними галузевими нормативними актами або керівником підприємства з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

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

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

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів з охорони праці, а також при внесенні змін і 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 нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травм, пожеж тощо;
- при виявленні особами, які здійснюють державний нагляд і контроль за охороною праці, незнання вимог безпеки щодо робіт, які виконуються працівником;
- при перерві в роботі виконавця більше ніж на 30 календарних днів — для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт — понад 60 днів.

З вихованцями, учнями, студентами — в кабінетах, лабораторіях, майстернях тощо при порушеннях ними вимог нормативних актів з охорони праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо.



*Цільовий інструктаж* проводиться з працівниками:

- при виконанні разових робіт, непередбачених трудовою угодою;
- при ліквідації аварії, стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які оформляються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

Проводиться з вихованцями, учнями, студентами ЗО за організації масових заходів (екскурсії, походи, спортивні заходи тощо).

**Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі** проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер).

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі завершуються *перевіркою знань* у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж.

За незадовільних результатів перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після *первинного, повторного чи позапланового інструктажів* для працівника протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань. За незадовільних результатів і повторної перевірки знань питання щодо працевлаштування працівника вирішується згідно з чинним законодавством.

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

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

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. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, журнали прошиті і скріплені печаткою.

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

Перелік професій і посад працівників, які звільняються від первинного, повторного та позапланового інструктажів, затверджується керівником підприємства за погодженням з державним інспектором з нагляду за охороною праці. До цього переліку можуть бути зараховані працівники, участь у виробничому процесі яких не пов'язана з безпосереднім обслуговуванням обладнання, застосуванням приладів та інструментів, збереженням або переробленням сировини, матеріалів тощо.

Ефективне оволодіння знаннями з питань охорони праці можливе тільки при застосуванні активних методів навчання шляхом багаторазового повторення, усвідомлення і програвання навчального матеріалу. Процес навчання повинен бути цікавим і привабливим, з використанням як текстового, так і графічного матеріалу. Це може досягатися за допомогою персонального комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням.

Система активного інструктажу і навчання з охорони праці заснована на програмуванні навчального матеріалу, тобто поділення його на окремі логічно завершені оптимальні дози, встановлення питань (проблемних ситуацій) перед кожною дозою і контролем засвоєння цього матеріалу.

На рис. 13.16 подана модульна система навчання з охорони праці.

Процес проблемного програмованого інструктажу і навчання з охорони праці складається з таких етапів:

1. Постановка проблемного питання (ситуації).
2. Видача модуля навчального матеріалу.
3. Показ ілюстрованого матеріалу.
4. Постановка контрольних питань.
5. Отримання відповідей на питання вибірково або іншим методом.

6. Перехід до наступного модуля навчального матеріалу при правильних відповідях і повторення тексту при неправильних.

За такої методики реалізуються переваги індивідуальної форми навчання.

Програмовані тексти інструктажів і навчальних посібників розробляються на підставі чинних програм, стандартів, правил і норм охорони праці. Вони можуть бути використані для інструктажу і навчання працівників як на комп'ютері, так і на контрольно-екзаменуєчих машинах або безмашинним методом, усним опитуванням.



Рис. 13.16. Модульна система навчання з охорони праці

Активне вивчення вимог охорони праці передбачає поступове проведення слухачів з одного рівня знань до вищого рівня за схемою: знання (здатність пізнання) — розуміння (здатність пояснити, викласти правила, норми) — застосування (здатність використання знань) — аналіз — синтез — оцінка.

Останнім часом поширилася модульна технологія навчання з проведення контролю знань і умінь у формі вхідного, проміжного та підсумкового комп'ютерного тестування, а також самооцінки

знань і умінь. Весь навчальний матеріал поділяється на теми (модулі) і перевіряється засвоєння кожного модуля за допомогою розроблених тестів. Тест складається з завдань і 4—5 відповідей, одна з яких є правильною, або іншим методом.

Комп'ютерні технології дозволяють також застосовувати автоекзаменатори для навчання і перевірки знань, а також тренажери для випробування умінь і навичок правильного і безпечного виконання робіт.

Навчаючись на автоекзаменаторі, працівник не тільки читає нормативний акт, але й відповідає на контрольні запитання. Все це підвищує ефективність навчання і засвоєння навчального матеріалу.

Сьогодні існує чимало малих підприємств, на яких відсутні штатні фахівці з охорони праці. Вони потребують кваліфікованої допомоги щодо оцінки стану охорони праці на підприємстві згідно з нормативними актами. Суттєву допомогу в цьому може надати система *аудиту*, тобто перевірка стану охорони праці з розробленням профілактичних рекомендацій за допомогою сторонніх компетентних аудиторів.

Розрахунок економічної ефективності заходів з охорони праці:

1. Порівняльна економічна ефективність заходів для попередження нещасних випадків,  $E$ :

$$E = Q - E_n(K_2 - K_1), \quad (13.3)$$

де  $Q$  — річна економія внаслідок зниження виробничого травматизму й окремих статей собівартості;  $E_n$  — нормативний коефіцієнт ефективності заходів охорони праці;  $E_n = 0,08$ ;  $K_1, K_2$  — витрати на впровадження заходів для попередження нещасних випадків за попередній і звітний роки.

2. Річна економія,  $Q$ :

$$Q = M_{n1} - M_{n2}, \quad (13.4)$$

де  $M_{n1}, M_{n2}$  — матеріальні наслідки виробничого травматизму в попередньому і звітному роках.

Матеріальні наслідки травматизму,  $M_n$ :

$$M_n = D_m \times S \times \Phi \quad (13.5)$$

де  $D_m$  — кількість людино-днів непрацездатності в потерпілих із втратою працездатності на 1 день і більше, тимчасова непрацездатність яких закінчилась у звітному році;  $S$  — середня денна заробітна плата одного працівника;  $\Phi$  — коефіцієнт матеріальних наслідків (страхові внески, штрафи, матеріальні втрати);  $\Phi = 2$ .

Крім того, у зв'язку з нещасним випадком потерпілий позбавлений можливості виробляти матеріальні цінності.

Умовні річні втрати додаткового продукту,  $Y_a$ , можуть бути визначені:

$$Y_a = (D_m + D_i + D_c) \times S, \quad (13.6)$$

де  $D_i$  — кількість людино-днів непрацездатності за рік унаслідок інвалідності;  
 $D_c$  — кількість людино-днів у році, які не допрацьовані через смертельні випадки.

Загальна сума матеріальних наслідків від нещасних випадків з урахуванням умовних витрат додаткового продукту за рік:

$$M_n = D_m \times S \times \Phi + S(D_m + D_i + D_c) = S[D_m(\Phi + 1) + D_i + D_c] \quad (13.7)$$

Економічна ефективність заходів з охорони праці:

$$E = Q - E_n(K_2 - K_1) \quad (13.8)$$

Термін окупності витрат на охорону праці:

$$T = K_2/Q \quad (13.9)$$

Економічна ефективність заходів:

$$T = Q/K_2 \quad (13.10)$$

У табл. 13.7 наведені дані для розрахунку економічної ефективності охорони праці.

### Приклад розрахунку

1. Матеріальні наслідки травматизму за рік:

$$M_{n1} = 384 \times 10 \times 2 = 7,68 \text{ тис. грн.}$$

$$M_{n2} = 300 \times 10 \times 2 = 6,00 \text{ тис. грн.}$$

2. Умовні втрати додаткового продукту:

$$Y_{a1} = 10 \times (384 + 282 + 250) = 9,16 \text{ тис. грн.}$$

$$Y_{a2} = 10 \times (300 + 96) = 3,96 \text{ тис. грн.}$$

3. Матеріальні наслідки нещасних випадків за рік з урахуванням умовних витрат:

$$M_{n1} = 10 \times (384 \times (2 + 1) + 282 + 250) = 16,84 \text{ тис. грн.}$$

$$M_{n2} = 10 \times (300 \times (2 + 1) + 96) = 9,96 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 13.7. Приклад розрахунку економічної ефективності охорони праці

№ з/п	Назва	Позначення	Одиниці вимірювання	Показники	
				попередній рік	звітний рік
1	Кількість людино-днів непрацездатності через травми	Д <sub>т</sub>	людино-дні	384	300
2	Середня денна заробітна плата одного працівника		грн	10	10
3	Коефіцієнт матеріальних наслідків від травм	Ф	—	2	2
4	Кількість людино-днів, непрацездатності за інвалідністю (з моменту переходу на інвалідність до кінця року), всього	Д <sub>і</sub>	дні	282	96
5	Кількість людино-днів, недопрацьованих потерпілими, які загинули, всього	Д <sub>с</sub>	людино-дні	250	—
6	Нормативний коефіцієнт ефективності витрат	Е <sub>н</sub>	—	0,08	0,08
7	Витрати на підприємстві для попередження нещасних випадків	К	тис. грн	3,59	9,39

4. Річна економія:

$$Q = 16,84 - 9,96 = 6,88 \text{ тис. грн.}$$

5. Економічна ефективність:

$$E = 6,88 - 0,08 \times (9,39 - 3,59) = 6,88 - 0,46 = 6,42 \text{ тис. грн.}$$

6. Термін, за який окуповуються втрати:

$$T = 939/6,88 = 1,4 \text{ роки.}$$

7. Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = 6,88/9,39 = 0,73 \text{ грн.}$$

Закон передбачає недопустимість керування суто економічними міркуваннями при проведенні заходів з охорони праці.

### 13.2.7. Розслідування та облік нещасних випадків на виробництві

Трудова діяльність людини супроводжується потенційною небезпекою, яка може призводити до травм, захворювань, погіршення самопочуття та інших наслідків. Небезпечна діяльність залежить від багатьох чинників. Вона може бути кількісно оцінена таким поняттям, як ризик, тобто ризиком завдання шкоди здоров'ю людини.

Ризик вимірюється як відношення кількості тих або інших небезпечних наслідків за певний час до можливої кількості подій. За статистичними даними, ризик смерті від дії різних небезпечних чинників на людину в рік складає: від аварії автомобілів —  $2,5 \times 10^{-4}$ ; пожежі —  $4,0 \times 10^{-5}$ ; аварії повітряного транспорту —  $1,0 \times 10^{-5}$ ; електричного струму —  $6,0 \times 10^{-6}$ ; блискавками —  $5,0 \times 10^{-7}$ . У деяких країнах введена в практику концепція допустимого ризику, рівень якого залежить від важкості наслідків. Для смертельних випадків він має значення  $10^{-6}$  на людину в рік.

Небезпечні і шкідливі виробничі чинники поділяються на такі групи:

- фізичні (рухомі машини і механізми, вироби, падаючі предмети, підвищене або понижене значення температури, вогкість, швидкість руху повітря, барометричного тиску, підвищений рівень шуму, вібрації іонізуючих, лазерних, електромагнітних, інфрачервоних, світлових, ультрафіолетових випромінювань, електричний струм, гострі кромки обладнання, робота на висоті тощо);
- хімічні (хімічні речовини);
- біологічні (бактерії, віруси, гриби);
- психофізіологічні — фізичні перенавантаження (статичні, динамічні), нервово-психічні перенавантаження (розумове перенавантаження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перенавантаження).

Зазначені чинники, з огляду дії на людину, поділяються на активні, пасивно-активні та пасивні. До активних належать чинники, що містять енергетичний ресурс (кінематична енергія рухомих елементів, термічні, електричні, електромагнетичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні чинники).

Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві організовує працедавець згідно з Положенням про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2001 року № 1094.

Розслідуванню підлягають раптові погіршення стану здоров'я, поранення, травми, у тому числі отримані внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострі професійні захворювання і гострі професійні та інші отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, інші ушкодження, отримані внаслідок аварій, пожеж, стихійного лиха (землетруси, зсуви, повені, урагани та інші надзвичайні події), контакту з тваринами, комахами, іншими представниками фауни і флори, що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше, або до необхідності переведення потерпілого на іншу (легшу) роботу терміном не менше як на один робочий день, а також випадки смерті на підприємстві.

До гострих професійних отруєнь належать випадки, що трапилися після одноразового (протягом не більше однієї робочої зміни) впливу небезпечних чинників, шкідливих речовин.

Гострі професійні захворювання спричиняються дією хімічних речовин, іонізуючого та неіонізуючого випромінювання, значним фізичним навантаженням і перенапруженням окремих органів і систем людини. До них належать також інфекційні, паразитарні, алергійні захворювання тощо.

*Визнаються пов'язаними з виробництвом*, складається акт за формою Н-1 про нещасні випадки, що трапилися з працівниками під час виконання трудових (посадових) обов'язків, у тому числі у відрядженнях, а також ті, які трапилися під час:

- перебування на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці роботи протягом робочого часу, починаючи з моменту приходу працівника на підприємство і до його виходу (який повинен фіксуватися згідно з правилами внутрішнього трудового розпорядку) або за дорученням роботодавця в неробочий час, під час відпустки, у вихідні та святкові дні;



- приведення в порядок знарядь виробництва, засобів захисту, одягу, виконання заходів особистої гігієни перед початком роботи і після її закінчення;
- проїзду на роботу чи з роботи на транспортному засобі підприємства або на транспортному засобі іншого підприємства яке надало його згідно з договором (заявкою), за наявності розпорядження працедавця;
- використання власного транспортного засобу в інтересах підприємства з дозволу або за дорученням працедавця згідно з встановленим порядком;
- проведення дій в інтересах підприємства, на якому працює потерпілий, тобто дій, які не входять до кола виробничого завдання чи прямих обов'язків працівника (надання необхідної допомоги іншому працівникові, дії щодо попередження можливих аварій або рятування людей та майна підприємства, інші дії за наявності розпорядження працедавця тощо);
- ліквідації аварій, пожеж та наслідків стихійного лиха на виробничих об'єктах і транспортних засобах, що використовуються підприємством;
- надання підприємством шефської допомоги;
- перебування на транспортному засобі або на його стоянці, на території вахтового селища, у тому числі під час змінного відпочинку, якщо причина нещасного випадку пов'язана з виконанням потерпілим трудових (посадових) обов'язків або з дією на нього небезпечних чи шкідливих виробничих чинників або середовища;
- прямування працівника до (між) об'єкта (ми) обслуговування за затвердженими маршрутами або до будь-якого об'єкта за дорученням працедавця;
- прямування до місця відрядження та в зворотному напрямку згідно із завданням про відрядження.

*Нещасні випадки визнаються пов'язаними з виробництвом, складається акт за формою Н-1 також у випадках:*

- природної смерті працівника під час перебування на підземних роботах;
- нанесення тілесних ушкоджень іншою особою або вбивство працівника під час виконання чи у зв'язку з виконанням

ним трудових (посадових) обов'язків незалежно від порушення кримінальної справи;

- які трапилися з працівниками на території підприємства або в іншому місці роботи під час перерви для відпочинку та харчування, яка встановлюється згідно з правилами внутрішнього трудового розпорядку, а також під час перебування працівників на території підприємства у зв'язку з проведенням працедавцем наради, отриманням заробітної плати, обов'язковим проходженням медичного огляду тощо, а також у випадках, передбачених колективним договором (угодою).

За висновками роботи комісії з розслідування не визнаються пов'язаними з виробництвом, *і не складається акт за формою Н-1* про ті нещасні випадки, що трапилися з працівниками:

- під час прямування на роботу чи з роботи пішки, на громадському, власному або іншому транспортному засобі, який не належить підприємству і не використовувався в інтересах цього підприємства;
- за місцем постійного проживання на території польових і вахтових селищ;
- під час використання ними в особистих цілях транспортних засобів, а також устаткування, механізмів, інструментів підприємства без дозволу працедавця, крім випадків, що трапилися внаслідок несправності цього устаткування, механізмів, інструментів;
- унаслідок отруєння алкоголем, наркотичними чи іншими отруйними речовинами, а також унаслідок їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця тощо) за наявності медичного висновку, якщо це не викликано застосуванням цих речовин у виробничих процесах або порушенням вимог безпеки щодо їх зберігання і транспортування, або якщо потерпілий, який перебував у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, був відсторонений від роботи згідно з установленим порядком;
- під час скоєння ними злочинів або інших правопорушень, якщо ці дії підтверджені рішенням суду;
- у разі природної смерті або самогубства, що підтверджено висновками судово-медичної експертизи та органів прокуратури.

Якщо за висновками роботи комісії з розслідування прийнято рішення, що про нещасний випадок не повинен складатися акт за формою Н-1, складається акт за формою НТ (невиробничий травматизм) згідно з Порядком розслідування та обліку нещасних випадків невикробничого характеру. 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 для надання необхідної допомоги.

Працедавець, отримавши повідомлення про нещасний випадок, крім випадків із смертельним наслідком та групових, повинен:

- повідомити про нещасний випадок відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань (далі — Фонд) за формою, що встановлюється цим Фондом. 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;
- організувати його розслідування й утворити комісію з розслідування.

До складу комісії з розслідування входять: керівник (фахівець) служби охорони праці або посадова особа (фахівець), на яку працедавцем покладено виконання функцій з питань охорони праці (голова цієї комісії), керівник структурного підрозділу або головний фахівець, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, інші особи.

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

У разі нещасного випадку з можливою інвалідністю до складу комісії з розслідування включається також представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

У разі нещасного випадку з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, за умови добровільної сплати нею внесків на

державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань розслідування організує відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду. *Комісія з розслідування зобов'язана протягом трьох діб:*

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і причетних осіб та отримати пояснення потерпілого, якщо це можливо;
- визначити відповідність умов і безпеки праці до вимог нормативно-правових актів про охорону праці;
- з'ясувати обставини і причини, що призвели до нещасного випадку, визначити, чи пов'язаний цей випадок з виробництвом;
- визначити осіб, які допустили порушення нормативно-правових актів про охорону праці, а також розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;
- скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 у двох примірниках, а також акт про потерпілого за формою Н-1 або НТ у шести примірниках і передати його на затвердження працедавцю;
- у випадках виникнення гострих професійних захворювань (отруєнь), крім акта за формою Н-1, складається також карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

До першого примірника акта розслідування нещасного випадку за формою Н-5 (далі — акт розслідування нещасного випадку) додаються акт за формою Н-1 або НТ, пояснення свідків, потерпілого, витяги з експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця (устаткування, машини, апаратура тощо), за необхідності також медичний висновок про наявність в організмі потерпілого алкоголю, отруйних чи наркотичних речовин.

Нещасні випадки, про які складаються акти за формою Н-1 або НТ, беруться на облік.

*Працедавець повинен розглянути і затвердити акти за формою Н-1 або НТ протягом доби після закінчення розслідування, а щодо випадків, які трапилися за межами підприємства, — протягом доби після отримання необхідних матеріалів.*

Акти розслідування нещасного випадку, акти за формою Н-1 або НТ разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню

протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий.

У разі ліквідації підприємства акти розслідування нещасних випадків, акти за формою Н-1 або НТ підлягають передачі правонаступникові, який бере на облік ці нещасні випадки, а за його відсутності або банкрутства — до державного архіву.

Із закінченням періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого працедавець, який бере на облік нещасний випадок, складає повідомлення про наслідки нещасного випадку за формою Н-2. У десятиденний термін надсилає його організаціям і посадовим особам, яким надсилався акт за формою Н-1 або НТ.

Нещасний випадок, про який безпосереднього керівника чи працедавця потерпілого своєчасно не повідомили, або якщо втрата працездатності від нього настала не одразу, незалежно від терміну, коли він трапився, розслідується протягом місяця після отримання 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 здійснюють органи державного управління, органи державного нагляду за охороною праці, Фонд згідно з їхньою компетенцією.

Громадський контроль здійснюють трудові колективи через обраних ними уповноважених з питань охорони праці та профспілки через виборні органи і своїх представників.

Ці органи мають право вимагати від працедавця складення акта за формою Н-1 або його перегляду, якщо встановлено, що допущене порушення вимог цього Положення або інших нормативно-правових актів про охорону праці.

### **Спеціальне розслідування нещасних випадків**

Спеціальному розслідуванню підлягають:

- нещасні випадки із смертельним наслідком;
- групові нещасні випадки, які трапилися одночасно з двома і більше працівниками незалежно від тяжкості ушкодження їх здоров'я;
- випадки смерті на підприємстві;
- випадки зникнення працівника під час виконання ним трудових обов'язків.

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

- територіальному органу Держнаглядохоронпраці;
- органу прокуратури за місцем виникнення нещасного випадку;
- робочому органу виконавчої дирекції Фонду;
- органу, до сфери управління якого належить це підприємство (за його відсутності — місцевій держадміністрації або виконавчому органу місцевого самоврядування);
- установі (закладу) санітарно-епідеміологічної служби у разі виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь);
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- керівному профспілковому органу;
- органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та іншим органам (за необхідності).

Розслідування цього випадку проводиться комісією із спеціального розслідування, яка призначається наказом керівника територіального органу Держнаглядохоронпраці за погодженням з органами, представники яких входять до складу цієї комісії.

До складу комісії із спеціального розслідування входять: 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, працедавця, профспілкової організації, членом якої є потерпілий, керівного профспілкового органу або уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, а у разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь) також фахівець відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби.

Спеціальне розслідування нещасних випадків проводиться протягом не більше 10 робочих днів. У разі необхідності встановлений термін може бути продовжений органом, який призначив розслідування.

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

Акт за формою Н-1 або НТ на кожного потерпілого складається згідно з актом спеціального розслідування у двох примірниках, підписується головою та членами комісії із спеціального розслідування і затверджується роботодавцем протягом доби після одержання цих документів.

### **Розслідування та облік хронічних професійних захворювань**

Усі вперше виявлені випадки хронічних професійних захворювань і отруєнь (далі — професійні захворювання) підлягають розслідуванню.

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

За необхідності до роботи експертної комісії залучаються фахівці (представники) підприємства, робочого органу виконавчої дирекції Фонду, профспілкової організації, членом якої є потерпілий.

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

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

У разі виникнення підозри на профзахворювання лікувально-профілактичний заклад направляє працівника з відповідними документами, перелік яких визначений Порядком встановлення

зв'язку захворювання з умовами праці, на консультацію до головного фахівця з профпатології міста (області).

Для встановлення діагнозу і зв'язку захворювання з впливом шкідливих виробничих чинників і трудового процесу головний фахівець з профпатології області направляє хворого до спеціалізованого лікувально-профілактичного закладу згідно з переліком, що затверджується МОЗ.

Працедавець організує розслідування кожного випадку виявлення професійного захворювання протягом десяти робочих днів з моменту отримання повідомлення.

Розслідування випадку професійного захворювання проводить комісією у складі представників: відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби (голова комісії), лікувально-профілактичного закладу, підприємства, профспілкової організації, членом якої є хворий, або уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці, якщо хворий не є членом профспілки, відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

Комісія з розслідування проводить гігієнічну оцінку умов праці працівника за матеріалами раніше проведених атестацій робочих місць, результатів обстежень і досліджень, вивчає приписи державного нагляду за охороною праці, отримує письмові пояснення посадових осіб і працівників з питань, пов'язаних з розслідуванням професійного захворювання.

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

Контроль за своєчасністю та об'єктивністю розслідування випадків професійних захворювань, їх документальним оформленням, виконанням заходів щодо усунення причин здійснюють установи (заклади) державної санітарно-епідеміологічної служби, Фонд, профспілки та уповноважені трудові колективи з питань охорони праці згідно з їхньою компетенцією.

**Розслідування та порядок обліку нещасних випадків невиробничого характеру**

Під нещасними випадками невиробничого характеру слід розуміти: не пов'язані з виконанням трудових обов'язків травми,



у тому числі отримані внаслідок заподіяних тілесних ушкоджень іншою особою, отруєння, самогубства, опіки, обмороження, утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою, травми, отримані внаслідок стихійного лиха, контакту з тваринами тощо (далі — нещасні випадки), які призвели до ушкодження здоров'я потерпілих.

Нещасні випадки підлягають розслідуванню згідно з Порядком розслідування та обліку нещасних випадків невиробничого характеру, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 22 березня 2001 року № 270.

Розслідуванню підлягають нещасні випадки, що трапилися під час:

- прямування на роботу чи з роботи пішки, на громадському, власному або іншому транспортному засобі, що не належить підприємству, установі або організації (далі — організації);
- переміщення будь-якими видами транспорту (повітряним, залізничним, морським, автомобільним, електротранспортом, на канатній дорозі, фунікулері та ін.);
- виконання громадських обов'язків (рятування людей, захист власності, правопорядку, якщо це не входить до службових обов'язків);
- участі в громадських акціях (митингах, демонстраціях, агітаційно-пропагандистській діяльності);
- участі у культурно-масових заходах, спортивних змаганнях;
- проведення культурних, спортивних та оздоровчих заходів, не пов'язаних з навчально-виховним процесом у навчальних закладах;
- використання газу в побуті;
- користування або контакту із зброєю, боєприпасами та вибуховими матеріалами;
- виконання робіт у домашньому господарстві;
- використання побутової техніки;
- стихійного лиха;
- перебування в громадських місцях, закладах торгівлі, закладах лікувально-оздоровчого, культурно-освітнього та спортивно-розважального призначення тощо.

Факт ушкодження здоров'я внаслідок нещасного випадку встановлює і засвідчує лікувально-профілактичний заклад. Документом, який підтверджує ушкодження здоров'я особи, є листок непрацездатності чи довідка лікувально-профілактичного закладу.

Повідомлення про нещасні випадки із смертельним наслідком лікувально-профілактичні заклади протягом доби надсилають до районної адміністрації, органів внутрішніх справ та органів прокуратури.

Нещасні випадки розслідуються незалежно від того, чи був потерпілий у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння.

Розслідування нещасних випадків проводиться з метою визначення їх обставин та причин.

Районна держадміністрація (виконавчий орган міської, районної у місті ради) протягом доби приймає рішення про утворення комісії з розслідування нещасного випадку. Нещасні випадки, які трапилися з працюючими особами, розслідуються комісією, утвореною організацією, де працює потерпілий. Розслідування нещасних випадків із смертельними наслідками проводиться органами внутрішніх справ або прокуратури.

За результатами розслідування нещасного випадку складається акт за формою НТ (невиробничий травматизм).

На підставі результатів розслідування розробляються заходи щодо запобігання подібним випадкам, а також щодо вирішення питань соціального захисту потерпілих.

Облік нещасних випадків та аналіз причин їх виникнення проводять районні держадміністрації на підставі звітів про нещасні випадки.

### **Причини травматизму та методи його аналізу**

Причини виробничого травматизму поділяють на:

- *організаційні* — відсутність або неякісне проведення інструктажу і навчання, відсутність контролю, порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів, законодавства, невиконання заходів з охорони праці, несвоєчасний ремонт або заміна несправного і застарілого обладнання, невідповідність до норм санітарно-гігієнічних чинників (освітлення, мікроклімат, стан повітряного середовища тощо);
- *технічні* — невідповідність до вимог безпеки праці або несправність виробничого обладнання, інструменту і засобів захисту, конструктивні недоліки обладнання;
- *психофізіологічні* — помилкові дії внаслідок втоми людини через надмірну важкість у роботі, монотонність праці, хворобливий стан, необережність.

З метою аналізу причин виробничого травматизму застосовують такі методи: статистичний (груповий), топографічний, монографічний, економічний, експертний.

**Статистичний (груповий) метод** заснований на вивченні травматизму за документами, звітами, актами, журналами реєстрації. Це дає змогу групувати випадки травматизму за певними ознаками, професіями потерпілих, робочими місцями у цехах, стажем, віком, причинами травматизму, обладнанням, яке спричинило травматизм тощо.

Для оцінки рівня травматизму розраховують показники його частоти і важкості:

$$K_{\text{ч}} = H \times 1000 / T; \quad K_{\text{т}} = D / H, \quad (13.11)$$

де  $K_{\text{ч}}$  — коефіцієнт частоти травматизму;  $H$  — кількість випадків травматизму за звітний період;  $T$  — середньоспискова кількість працюючих;  $K_{\text{т}}$  — коефіцієнт тяжкості травматизму;  $D$  — кількість днів непрацездатності.

Ці коефіцієнти дають можливість вивчати динаміку травматизму, порівнювати його з іншими підприємствами.

**Топографічний метод** базується на тому, що на плані цеху (підприємства) відзначаються місця, де траплялися нещасні випадки. Це дозволяє наочно бачити місця з підвищеною небезпекою, які вимагають ретельного обслідування і проведення профілактичних заходів.

**Монографічний метод** полягає в детальному обстежуванні всього комплексу умов праці: технологічного процесу, обладнання робочого місця, прийомів праці, санітарно-гігієнічних умов, засобів колективного та індивідуального захисту; розроблення відповідних профілактичних заходів.

**Економічний метод** базується на визначенні та аналізі втрат, що викликані виробничим травматизмом і профзахворюваннями, аналізі ефективності використання фондів охорони праці.

**Метод експертних оцінок** дає змогу встановлювати найважливіші причини травматизму на основі оцінок (рангів), поставлених експертами. Для використання цього методу попередньо розробляється перелік можливих причин травматизму. Картки з можливими причинами (чинниками) роздаються експертам. Залежно від важливості чинника, експерти пропоставляють відповідний ранг.

Цей метод дає змогу визначити найвагоміші причини травматизму на підприємстві, дільниці, у цеху і визначити найдоцільніший шлях до покращення охорони праці.

Власник підприємства зобов'язаний інформувати працівників про стан охорони праці, причини нещасних випадків і професійних захворювань та про заходи, яких вжито для їх усунення і забезпечення умов праці на рівні нормативних вимог.

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

Законом України “Про охорону праці” передбачена дисциплінарна, адміністративна, матеріальна та кримінальна відповідальність працівників за порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці.

**Дисциплінарна** відповідальність працівників встановлюється за порушення трудової дисципліни, за невиконання або неналежне виконання трудових обов'язків, у тому числі в галузі охорони праці.

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

КЗпП України (ст. 147) встановлено такі дисциплінарні стягнення: догана, звільнення з роботи.

Дисциплінарне стягнення застосовується власником або уповноваженим ним органом безпосередньо за виявленням проступку, але не пізніше одного місяця з дня його виявлення.

**Адміністративна** відповідальність настає за будь-які посягання на загальні умови праці, крім випадків, коли такі порушення не тягнуть за собою кримінальної відповідальності.

За порушення законодавства про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці юридичні та фізичні особи, які, згідно з законодавством, використовують найману працю, притягаються органами державного нагляду за охороною праці до сплати штрафу у порядку, встановленому законом.

Максимальний розмір штрафу не може перевищувати п'яти відсотків місячного фонду заробітної плати юридичної чи фізичної

особи, яка, згідно з законодавством, використовує найману працю.

Несплата юридичними чи фізичними особами штрафу, які, згідно з законодавством, використовують найману працю, тягне за собою нарахування на суму штрафу пені у розмірі двох відсотків за кожний день прострочення.

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

Рішення про стягнення штрафу може бути оскаржено в місячний строк у судовому порядку.

Кошти від застосування штрафних санкцій до юридичних чи фізичних осіб, які, згідно з законодавством, використовують найману працю, посадових осіб і працівників, визначених цією статтею, зараховуються до Державного бюджету України.

**Матеріальна відповідальність** робітників і службовців регламентується статтями 130—138 Кодексу законів про працю України та іншими нормативними актами, що стосуються цієї відповідальності у трудових відносинах.

Загальними підставами накладання матеріальної відповідальності на працівника є наявність прямої дійсної шкоди, вина працівника (у формі умислу або необережності), протиправної дії (бездіяльність) працівника, а також наявність причинного зв'язку між винними і протиправними діями (бездіяльністю) працівника та завданою шкодою.

**Кримінальна відповідальність** за порушення правил охорони праці передбачена статтями 271—275 Кримінального кодексу України.

**Стаття 271. Порушення вимог законодавства про охорону праці.**

1. Порушення вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці службовою особою підприємства, установи, організації або громадянином — суб'єктом підприємницької діяльності, якщо це порушення завдало шкоди здоров'ю потерпілого, карається штрафом до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян чи виправними роботами на термін до двох років, або обмеженням волі на той самий термін.

2. Те саме діяння, якщо воно спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки, карається виправними роботами терміном до двох років, обмеженням волі терміном до п'яти років, або позбавленням волі терміном до семи років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до двох років або без такого.

**Стаття 272. Порушення правил безпеки під час виконання робіт з підвищеною небезпекою**

1. Порушення правил безпеки під час виконання робіт з підвищеною небезпекою на виробництві або будь-якому підприємстві особою, яка зобов'язана їх дотримувати, якщо воно створило загрозу загибелі людей чи настання інших тяжких наслідків або завдало шкоди здоров'ю потерпілого, карається штрафом до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або виправними роботами терміном до двох років, або обмеженням волі терміном до трьох років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до трьох років або без такого.

2. Те саме діяння, якщо воно спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки, карається обмеженням волі терміном до п'яти років або позбавленням волі на строк до восьми років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до трьох років.

**Стаття 273. Порушення правил безпеки на вибухонебезпечних підприємствах або у вибухонебезпечних цехах**

1. Порушення правил безпеки на вибухонебезпечних підприємствах або у вибухонебезпечних цехах особою, яка зобов'язана їх дотримувати, якщо воно створило загрозу загибелі людей чи настання інших тяжких наслідків або завдало шкоди здоров'ю потерпілого, карається виправними роботами терміном до двох років або обмеженням волі терміном до трьох років; або позбавленням волі терміном до трьох років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до трьох років або без такого.

2. Те саме діяння, якщо воно спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки, карається обмеженням волі терміном до п'яти років або позбавленням волі терміном від двох до десяти років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до трьох років.

**Стаття 274. Порухення правил ядерної або радіаційної безпеки**

1. Порухення на виробництві правил ядерної або радіаційної безпеки особою, яка зобов'язана їх дотримувати, якщо воно створило загрозу загибелі людей чи настання інших тяжких наслідків або завдало шкоди здоров'ю потерпілого, карається обмеженням волі терміном до чотирьох років або позбавленням волі на той самий термін, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до трьох років.

2. Те саме діяння, якщо воно спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки, карається позбавленням волі терміном від трьох до дванадцяти років з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до трьох років.

**Стаття 275. Порухення правил, що стосуються безпечного використання промислової продукції або безпечної експлуатації будівель і споруд**

1. Порухення під час розроблення, конструювання, виготовлення чи зберігання промислової продукції правил, що стосуються безпечного її використання, а також порухення під час проектування чи будівництва правил, що стосуються безпечної експлуатації будівель і споруд, особою, яка зобов'язана дотримувати таких правил, якщо це створило загрозу загибелі людей чи настання інших тяжких наслідків або заподіяло шкоду здоров'ю потерпілого, карається штрафом до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або виправними роботами терміном до двох років, або обмеженням волі терміном до трьох років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до двох років або без такого.

2. Те саме діяння, якщо воно спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки, карається виправними роботами терміном до двох років або обмеженням волі терміном до п'яти років, або позбавленням волі терміном від двох до п'яти років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю терміном до трьох років.

## **Питання для перевірки засвоєння матеріалу**

1. Які установи здійснюють управління охороною праці на галузевому рівні?
2. Що таке система управління охороною праці в галузі (СУОПГ)?
3. Що є об'єктом управління охороною праці в галузі?
4. Назвіть нормативні основи СУОПГ.
5. Які завдання управління охороною праці в галузі?
6. Наведіть основні функції управління охороною праці в галузі.
7. Яким чином здійснюється прогнозування можливих небезпек?
8. Поясніть поняття "планування".
9. Шляхом розроблення яких заходів здійснюється організація роботи з охорони праці в галузі?
10. Що означає мотивація роботи з охорони праці?
11. У чому полягає управління охороною праці в сучасних умовах ринкового механізму?
12. На які рівні поділяється управління охороною праці в країні?
13. Які установи здійснюють державне управління охороною праці?
14. Які установи здійснюють державний нагляд за додержанням законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці?
15. Які права мають посадові особи Держнаглядохоронпраці?
16. Як поділяють пожежну охорону в Україні за принципом формування?
17. Які функції належать до системоутворювальних основних функцій управління охороною праці?
18. Що представляє собою система управління охороною праці на підприємстві?
19. Назвіть мету управління охороною праці.
20. Назвіть об'єкт управління охороною праці.
21. Наведіть основні завдання управління охороною праці.
22. Яких заходів роботодавець зобов'язаний вжити для забезпечення функціонування системи управління охороною праці?



23. *Які обов'язки робітника?*
24. *Які права мають спеціалісти служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці?*
25. *Наведіть формулу розрахунку узагальненого коефіцієнта безпеки праці.*
26. *На які чотири класи поділяються умови праці, виходячи з Гігієнічної класифікації?*

---

---

## ДОДАТКИ

### Додаток 1

#### Позначення, які використовуються при розрахунках (за стандартом)

Нижче наведені позначення, які використовуються при розрахунку (відповідно до стандарту).

*Характеристики збудження:*

$f_n$  — нижня межа області частот, що гальмуються, Гц;

$y$  — переміщення основи сидіння щодо землі, м;

$\frac{dy}{dt}, \frac{d^2y}{dt^2}$  — відповідно, швидкість, м/с, і прискорення, м/с<sup>2</sup>,

основи сидіння щодо землі;

$y_a, \left(\frac{dy}{dt}\right)_a, \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_a$  — амплітуди гармонійних коливань відповід-

них функцій, м;

$\frac{d^2y}{dt^2}$  — середньоквадратичне значення прискорення, м/с<sup>2</sup>;

$\bar{S}_{y\&}(\omega)$  — оцінка спектральної щільності  $\frac{d^2y}{dt^2}$ , м/с<sup>2</sup>.

*Характеристики коливань сидіння:*

$\sigma$  — переміщення сидіння щодо основи;

$\frac{dS}{dt}, \frac{d^2S}{dt^2}$  — відповідно, відносна швидкість, м/с, і відносне

прискорення, м/с<sup>2</sup> сидіння;

$S_a$  — амплітуда гармонійного коливання  $S$ , м;

$\bar{S}_s(\omega)$  — оцінка спектральної щільності  $S$ , м<sup>2</sup>/с;

$S$  — середньоквадратичне значення  $\bar{S}$ ;

$U$  — переміщення сидіння щодо землі, м;

$v = \frac{dU}{dt}$ ,  $a = \frac{d^2U}{dt^2}$  — відповідно, абсолютна швидкість, м/с, і аб-

солютне прискорення, м/с<sup>2</sup>, сидіння;

$U_a, v_a, a_a$  — амплітуди гармонійних коливань відповідних функцій;

$\bar{S}_v(\omega)$  — оцінка спектральної щільності  $v$ , м<sup>2</sup>/с;

$v(n)$ ,  $a(n)$  — середньоквадратичні значення  $v$ ,  $a$  для октави з середньгеометричною частотою  $n$ ;

$L_v(n)$  — логарифмічний рівень  $\bar{v}(n)$ ,  $L_v(n) = 20 \lg [\bar{v}(n) / (5 \times 10^{-8})]$ , м/с.

*Параметри системи віброізоляції:*

$m_c$  — маса підресорної частини сидіння, кг;

$m_v$  — маса оператора, що приходиться на сидіння, кг;

$m$  — маса підресорної частини сидіння із сидячим оператором, кг;

$c$ ,  $b$  — коефіцієнти відповідно жорсткості та опору;

$d$  — зсув упора, м;

$d_0$  — вільний хід сидіння до упора, м;

$f_0$ ,  $\omega_0$  — відповідно власна частота, Гц, і власна кутова частота системи віброізоляції без демпфірування;

$\beta$  — відносне демпфірування.

*Сили, що діють у системі віброізоляції:*

$F_a$  — сила, що відновлює, Н;

$F_d, F_c$  — дисипативна сила, викликана грузлим і сухим тертям, Н;

$F_0$  — абсолютна величина сухого тертя, Н.

*Характеристики системи віброізоляції:*

$\mu_s(\omega)$  — відносний коефіцієнт передачі при віброізоляції у випадку гармонійного збудження,  $\mu_s(\omega) = S_a/y_a$ ;

$\mu_u(\omega)$  — абсолютний коефіцієнт передачі при віброізоляції у випадку гармонійного порушення,  $\mu_u(\omega) = U_a/y_a$ ;

$K_{ef}(\omega)$  — коефіцієнт ефективності віброізоляції,  $K_{ef}(\omega) = 1/\mu_u(\omega)$ .

Параметри коливальної системи тіла людини-оператора, що сидить (розглядається як лінійна одномасова коливальна система):

$c_v$  — коефіцієнт твердості тіла людини;

$b_v$  — коефіцієнт опору тіла людини;

$\omega_v$  — власна кутова частота тіла людини без демпфірування;

$\beta_v$  — відносне демпфірування тіла людини.

При статичному навантаженні системи віброізоляція  $S$  залежить від величини прикладеної сили  $F$  (рис. Д. 1.1, б):

при навантаженні  $F = F_1(S) + F_0$ , Н (Д. 1)

при розвантаженні  $F = F_1(S) - F_0$ , Н (Д. 2)

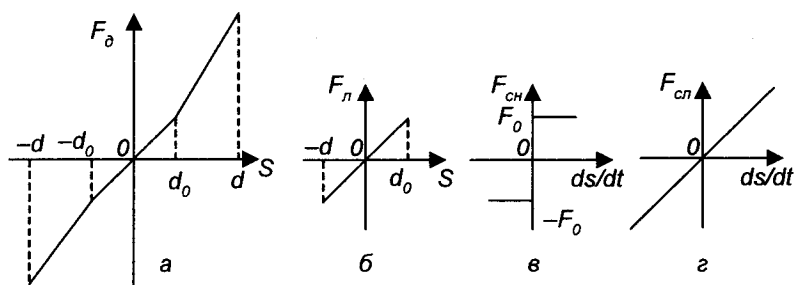


Рис. Д. 1.1. Закономірність зміни відновлюючої  $F_s$  і дисипативної  $F_c$  сил: а —  $F_s$  — нелінійна сила; б —  $F_n$  — лінійна сила; в —  $F_{cn}$  — нелінійна сила; г —  $F_{cn}$  — лінійна сила

Для розрахунку системи віброізоляції зручно представити  $F$  у вигляді суми:

$$F = F_s + F_c,$$

$$\text{де } F_1 = F_s = \begin{cases} -cd_0 + c_0(s + d_0), & -d < s < -d_0; \\ cs; & -d_0 < s < d_0; \\ cd_0 + c_0(s - d_0), & d_0 < s < d; \end{cases} \quad (\text{Д. 3})$$

$$F_c = F_0 \text{sign} \frac{ds}{dt},$$

де  $c_0$  — жорсткість на ділянці  $-d_0 < s < d_0$ ;  $c_0$  — жорсткість на ділянці  $-d < s < -d_0$ ,  $d_0 < s < d$ .

Позначимо  $c_0/c = e$ . При  $e > 1$  сила  $F_1$  має тверду характеристику, при  $e = 1$  — лінійну, при  $e < 1$  — м'яку.

Графіки зміни  $F_\partial$ ,  $F_{cx}$  показані на рис. Д. 1.1. На рис. Д. 1.1, а через тверді упори при  $s = \pm d$  — сила  $F_\partial(\pm d)$  необмежено зростає.

У системі віброізоляції, що має гідравлічний демпфер, при коливаннях сидіння виникає дисипативна сила, що залежить від  $\frac{ds}{dt}$ .

Якщо характеристика демпфера мало відрізняється від лінійної, сила  $F_{cx}$  може бути замінена  $F'_{cx}$  із лінійною характеристикою

$$F'_{cx} = b \frac{ds}{dt}, \quad (\text{Д. 4})$$

де  $b = 0,5 (b_0 + b_c)$ ;  $b_0$  — значення на віддачі;  $b_c$  — значення на стиск.

Графік  $F'_g$  показаний на рис. Д. 1.1, а.

*Методика розрахунку визначається:* розрахунковою схемою; характеристиками сили, що відновлює, і дисипативної сили; характером збудження.

Нижче приведені методики і приклади перевірного розрахунку для лінійної системи віброізоляції у випадку гармонійного порушення в діапазоні частот 0,7—22,4 Гц.

Система розглядає тіло людини як тверде, масу його і сидіння як єдину. Сили  $F_\partial$ ,  $F_{cx}$  показані на рис. Д. 1.1, а, г:

$$F_\partial = cs, \quad -d < s < d_0; \quad F_{cx} = b \frac{ds}{dt} \quad (\text{Д. 5})$$

Розрахунок ведуть для випадку, коли відома одна з кінематичних характеристик руху основи — віброшвидкість чи віброприскорення.

Особливості лінійної віброізоляції такі:

- віброзахисними властивостями ( $K_{ef} > 1$ ) система володіє, коли  $\omega/\omega_0 > 1,41$ ;
- при частоті збудження  $\omega = 1,41\omega_0$  коливання передаються без зміни ( $K_{ef} = 1$ );
- якщо  $\omega/\omega_0 < 1,41$ , система збільшує коливання ( $K_{ef} < 1$ );
- коли  $\omega$  — частота збудження — близька власній частоті системи з демпфіруванням ( $\omega_d$ ), спостерігаються найбільші коливання (резонанс), при цьому  $K_{ef}$  приймає найменше значення;

- в області віброізоляції ( $\omega/\omega_0 > 1,41$ ) вище для системи з меншим  $\beta$ . В області, де система збільшує коливання ( $\omega/\omega_0 < 1,41$ ),  $K_{\text{эф}}$  менше для систем з меншим  $\beta$ ;
- статичний прогин  $s_{\text{ст}}$  зв'язаний з  $f_0$  відношенням

$$s_{\text{ст}} = 0,25 / f_0^2, \quad (\text{Д. 6})$$

де  $f_0$  підставляють у Гц,  $s_{\text{ст}}$  — у м.

Значення  $s_{\text{ст}}$  залежно від  $f_0$  наступні:

$f_0$ , Гц	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
$s_{\text{ст}}$ , м	0,5	0,25	0,125	0,063	0,031	0,015	0,008	0,004

Мета розрахунку — визначення  $K_{\text{эф}}$ ,  $s_a$ ,  $v_a$ ,  $a_a$ ,  $\bar{v}(n)$ ,  $L_v(n)$ ,  $\bar{a}(n)$ .

Вихідні дані:  $m_c$ ,  $m_v$ ,  $c$ ,  $b$ .

Вихідні дані по збудженню для різних випадків кінематичних характеристик руху основи наведені в табл. Д. 1.1.

Допоміжні величини:

$$m = m_c + m_v; \quad \omega_0 = \sqrt{c/m}; \quad \beta = b / (2\sqrt{c \times m}); \quad \omega = 2\pi f \quad (\text{Д. 7})$$

Таблиця Д. 1.1. Кінематичні характеристики основи, що коливається

Засіб визначення руху основи	Закон, що описує кінематичну характеристику	Вихідні дані
Віброшвидкістю	$\frac{dy}{dt} = \left( \frac{dy}{dt} \right)_a \sin 2\pi / f$	$\left( \frac{dy}{dt} \right)_a, f$
Віброприскоренням	$\frac{d^2y}{dt^2} = \left( \frac{d^2y}{dt^2} \right)_a \sin 2\pi / f$	$\left( \frac{d^2y}{dt^2} \right)_a, f$

Порядок розрахунку такий.

1. Підраховують коефіцієнти передачі при віброізоляції за формулами:

$$\mu_s(\omega/\omega_0) = (\omega/\omega_0)^2 / \left\{ \sqrt{[1 - (\omega/\omega_0)^2]^2 + 2\beta(\omega/\omega_0)^2} \right\}; \quad (\text{Д. 8})$$

$$\mu_u(\omega/\omega_0) = \sqrt{\{1 + [2\beta(\omega/\omega_0)]^2\} / \{[1 - (\omega/\omega_0)^2]^2 + [2\beta(\omega/\omega_0)]^2\}} \quad (\text{Д. 9})$$

При різних значеннях  $\beta$  для залежностей  $\mu_s$  і  $\mu_u$  від  $\omega/\omega_0 < 1,41$  розроблені номограми.

2. Визначають  $K_{\text{эф}}$  за формулою:

$$K_{\text{эф}} = 1 / \mu_u \quad (\text{Д. 10})$$

3. Знаходять  $v_a, a_a, s_a$ . Формули для їхнього визначення залежно від вихідних даних, що характеризують кінематичне збудження, наведені в табл. Д. 1.2.

Таблиця Д. 1.2. Амплітудні значення кінематичних параметрів

Вихідні дані	Формули для визначення амплітуд		
	$v_a$	$a_a$	$s_a$
$\left(\frac{dy}{dt}\right)_a, f$	$\mu \times \left(\frac{dy}{dt}\right)_a$	$\mu_U \times \omega \left(\frac{dy}{dt}\right)_a$	$\frac{\mu_S}{\omega} \left(\frac{dy}{dt}\right)_a$
$\left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_a, f$	$\frac{\mu_U}{\omega} \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_a$	$\mu_U \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_a$	$\frac{\mu_S}{\omega^2} \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_a$

4. Визначають  $\tilde{v}(n), L_v(n), \tilde{a}(n)$  за формулами:

$$\tilde{v}(n) = v_a / 1,41; \quad \tilde{a}(n) = a_a / 1,41; \quad L_v(n) = 20 \lg \left[ \tilde{v}(n) / (5 \times 10^{-8}) \right] \quad (\text{Д. 11})$$

## Додаток 2

## Розрахунок вібростійкості кранів

Розрізняють два варіанти підйому вантажу: “з ваги” і “з підхопленням”.

У першому варіанті передбачається, що вантаж уже піднятий і статичне навантаження, що діє на вантажозахоплюючі пристрої, дорівнює вазі вантажу  $Q_e$ . Динамічне навантаження  $P_{дин}$  виникає в початковий момент гальмування вантажу, що опускається, при включенні гальма.

У другому варіанті навантаження передбачається, що вантаж лежить на будь-якій основі, канати провисають і, отже, у цей момент навантаження на вантажозахоплюючі пристрої дорівнює нулю.

В обох випадках динамічний коефіцієнт визначається залежністю:

$$K_\partial = 1 + P_{дин} / Q_e, \quad (Д. 1)$$

де  $P_{дин}$  у першому випадку є функцією надлишкової рушійної сили і жорсткості опорної конструкції, а в другому — функцією швидкості канату і жорсткості опорної конструкції.

При розрахунку випадка навантаження з першим варіантом кран моделюється двомасною коливальною системою (рис. Д. 2.1). У цій системі жорсткості канатів  $C$  і конструкції крану  $C_k$  замінюються приведеною твердістю  $C_n$ , а сама система складається з двох мас —  $m_p$  (маса ротора двигуна і приведених до нього мас елементів механізму підйому) і  $m_e$  (маса вантажу), зв'язаних між собою твердістю  $C'$ .

$$C = C_n C_k / (C_n + C_k) \quad (Д. 2)$$

При переміщеннях  $x_p$  маси  $m_p$  і  $x_e$  маси  $m_e$  кінетична і потенційна енергія відповідно складають:

$$K = (m_p / 2) \times x_p^2 + (m_e / 2) \times x_e^2; \quad (Д. 3)$$

$$П = C [(x_p - x_e)^2 / 2]$$

Для маси  $m_p$  рушійною силою є вага вантажу  $Q_e$  і надлишкова сила двигуна  $T_{надл}$ ; для маси  $m_e$  — вага вантажу  $Q_e$ , що діє в тому ж напрямку, що і сила інерції вантажу при підйомі.



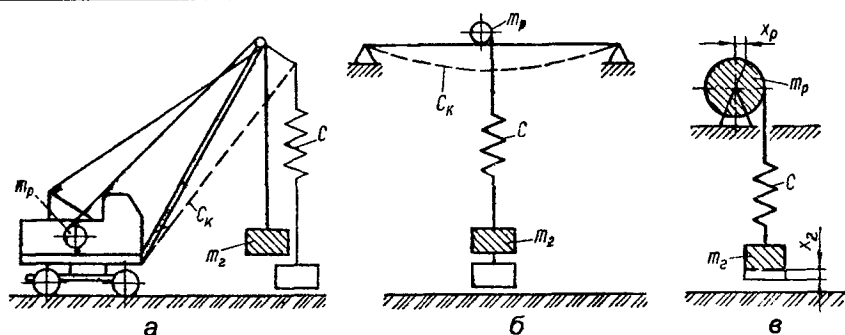


Рис. Д. 2.1. Схема динамічного навантажування вантажного пристрою при підйомі вантажу "з ваги": а, б — на кранах відповідно стріловому і мостовому; в — розрахункова схема

У кранах із приводом механізму підйому вантажу від двигуна трифазного струму надлишкову силу можна вважати постійною (при інших законах зміни рушійної сили і динамічність процесу підйому буде меншою).

Рівняння руху мають вигляд:

$$\begin{aligned} m_p \times x_p + C(x_p - x_e) &= Q_p + T_{\text{надл}} \\ m_e \times x_e - C(x_p - x_e) &= -Q_p, \end{aligned} \quad (\text{Д. 4})$$

де  $x_p - x_e$  можна позначити через  $x$ .

Повне рішення цих рівнянь:

$$\begin{aligned} x &= [T_{\text{надл}} / (C \times m \times m_p)] \cos pt + Q_e / C + T_{\text{надл}} / (C \times m \times m_p) = \\ &= Q_e / C + [T_{\text{надл}} / (C \times m \times m_p)] (1 - \cos pt), \end{aligned} \quad (\text{Д. 5})$$

де  $p = \sqrt{C/m}$ ;  $m = (m_p + m_e) / (m_p \times m_e)$ .

Зусилля в пружній ланці, яку можна вважати впливом вантажу на вантажозахватні пристрої:

$$\begin{aligned} P_{\text{в.з.}} &= x \times C = Q_e + T_{\text{надл}} \times m_e / (m_p + m_e) \times \\ &\times [1 - \cos \sqrt{C \times (m_p + m_e) \times t / (m_p \times m_e)}] \end{aligned} \quad (\text{Д. 6})$$

Його величина змінна і є функцією жорсткості системи  $C$  і часу  $t$ . Максимальне значення зусилля в пружній ланці  $P_{\text{в.з.макс}}$  має місце при  $\cos pt = -1$  і не залежить від жорсткості системи:

$$P_{e.z.max} = Q_e + 2T_{надл} \times m_e / (m_p + m_e) \quad (Д. 7)$$

Оскільки надлишкове зусилля  $T_{надл} = \varphi \times Q_e$ , де  $\varphi$  — коефіцієнт пропорційності:

$$\begin{aligned} P_{e.z} &= Q_e + 2\varphi \times Q_e \times [m_e / (m_p + m_e)] = \\ &= Q_e \left\{ 1 + 2\varphi \times [m_e / (m_p + m_e)] \right\}, \end{aligned} \quad (Д. 8)$$

коефіцієнт динамічності

$$K_d = P_{e.z} / Q_e = 1 + 2\varphi \times [m_e / (m_p + m_e)] \quad (Д. 9)$$

Останній характеризує динамічність навантаження вантажозахоплюючих пристроїв за умови, що підйом починається в момент, коли на канати діє вага вантажу  $Q_e$ .

При визначенні динамічного навантаження маси  $m_p$  і  $m_e$  відносять до периферії барабану, причому масу  $m_e$  визначають пропорційно квадрату відношення числа віток вантажного поліспасти, що навиваються на барабан, до загального числа віток, на яких висить вантаж.

При гальмуванні вантажу, що опускається,  $P_{дин}$  і коефіцієнт динамічності  $K_d$  визначають за (Д. 7)—(Д. 9), але під  $T_{надл}$  розуміють різницю між гальмовим зусиллям, приведеним до вантажу, і вагою вантажу.

Оскільки момент, що створюється гальмом, звичайно менший максимального моменту, що створюється двигуном, динамічне зусилля при гальмуванні вантажу, що опускається, не перевищує динамічного зусилля при підйомі вантажу “з ваги”.

**Приклад.** Визначити коефіцієнт  $n = 5,5$  динамічності вантажу вантажозахоплюючого пристрою, підвішеного на чотирьох вітках канату при підйомі вантажу масою  $Q = 10$  т (вагою  $Q_e = 98,1$  кН) “з ваги” зі швидкістю 30 м/хв. Режим роботи крану — середній. При вазі вантажозахоплюючого пристрою, який дорівнює 5 % від ваги вантажу, натяг вітки канату, що навивається на барабан, з обліком ККД поліспасти  $\eta_n$ :

$$S_e = 1,05 \times Q_e / (4 \times \eta_n) = 1,05 \times 98\,100 / (4 \times 0,95) \approx 2700 \text{ Н.}$$

При коефіцієнті запасу міцності  $n = 5,5$  можна застосувати канат за ДСТ 2688-80\* діаметром  $d_k = 16,5$  мм при межі міцності матеріалу дровів  $\sigma_e = \text{Мпа}$ .

Діаметр барабану можна прийняти  $D_e \approx 30 d_k \approx 500$  мм.

Необхідна швидкість каната при одинарному поліспасті і кратності його  $U_n = 4$ :

$$v_k = v_e \times U_n = 30 \times 4 = 120 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання барабану:

$$n_\sigma = v_k / (\pi \times D_\sigma) = 120 / (3,14 \times 0,5) = 76,5 \text{ об/хв.}$$

Необхідна потужність двигуна при ККД механізму  $\eta_m = 0,9$ :

$$N = S_\sigma \times v_k / (60 \times 1000 \eta_m) = 27\,000 \times 120 / (60\,000 \times 0,9) = 60 \text{ кВт.}$$

Можна застосувати двигун типу МТМ-612-10 потужністю  $N = 60$  кВт при тривалості включення 25 % і частоті обертання валу  $n_{\sigma e} = 275$  об/хв.

Момент інерції ротора  $I_p = 5,25 \text{ кг} \times \text{м}^2$ . Необхідне передаточне число механізму:

$$U_m = n_{\sigma e} / n_\sigma = 572 / 76,5 = 7,5$$

Момент інерції ротора двигуна й інших обертових частин механізму, що враховуються коефіцієнтом 1,25, приведений до вала барабана:

$$I_m = 1,25 I_p U^2 = 1,25 \times 5,25 \times 7,5^2 = 370 \text{ , кг} \times \text{м}^2.$$

Маса, приведена до периферії барабана радіусом  $R_\sigma = 0,25$  м:

$$m_p = I_m \omega^2 / v^2 = I_m / R_\sigma^2 = 370 / 0,25^2 = 5900 \text{ кг.}$$

Маса вантажу, віднесена до периферії барабана:

$$m_e = Q / U_n^2 = 10\,000 / 4^2 = 625 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт:

$$m_e / (m_p + m_e) = 625 / (625 + 5900) = 0,096 .$$

Для двигуна МТМ-612-10 кратність максимального моменту дорівнює 2,8, а  $\varphi = 2,8 - 1 = 1,8$ .

Максимальний коефіцієнт динамічності:

$$K_\partial = 1 + 2\varphi \times [m_e / (m_p + m_e)] = 1 + 2 \times 1,8 \times 0,096 \approx 1,35.$$

При збільшенні швидкості підйому коефіцієнт динамічності різко зростає. Так, якщо для умов розглянутого прикладу прийняти швидкість підйому в 2 рази більшою, тобто не 30, а 60 м/хв, то  $v'_k = 240$  м/хв;  $n'_\sigma = 153$  об/хв;  $N = 120$  кВт.

Можна застосувати двигун типу МТМ-712-12 потужністю  $N'_{\sigma e} = 125$  кВт при тривалості включення 25 % і частоті обертання валу  $n'_{\sigma e} = 587$  об/хв. Момент інерції ротора  $12,75 \text{ кг} \times \text{м}^2$ ;  $\omega = 1,8$ . Тоді:

$$U'_m = 3,75; I_m = 1,25 \times 12,75 \times 3,75^2 = 222 \text{ кг} \times \text{м}^2,$$

$$m_p = 3560 \text{ кг}; m_e = 625 \text{ кг}; m_e / (m_p + m_e) = 0,197.$$

Коефіцієнт динамічності:

$$K'_\theta = 1 + 2 \times 1,8 \times 0,197 \approx 1,7.$$

Така динамічність підйому може мати місце при приводі механізму від короткозамкнутого двигуна, при відсутності згасання в системі й умові  $pt = -1$ . При системах розгону з поступовим наростанням швидкості, тобто великим часом перехідних процесів, коефіцієнт  $K'_\theta$  буде меншим. При виборі системи привода механізму підйому це варто враховувати.

При розрахунку у випадку навантаження за другим варіантом можна знехтувати жорсткістю одного з елементів (наприклад, канатів, оскільки пружність металоконструкції вище, ніж канатів, причому коливання останніх швидко згасають) і враховувати тільки пружність другого елемента твердості — конструкції крана, тобто маси крана і вантажу розглядати як одну масу  $m$  (рис. Д. 2.2).

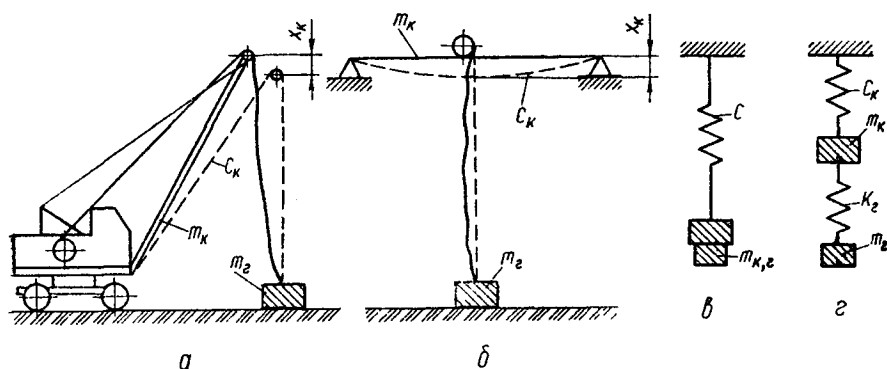


Рис. Д. 2.2. Схема динамічного навантаження вантажного пристрою при підйомі вантажу “з підхоплення”: а, б — на кранах відповідно стріловому і мостовому; в, г — розрахункові схеми одно- і двомасної систем

При прийнятому допущенні можна вважати, що підйом вантажу здійснюється наступним чином.

На першому етапі, після включення двигуна, відбувається вибір слабину канату, на другому — пружна деформація всіх елементів конструкції (див. рис. Д. 2.2, а, б). Другий етап продовжується доти, поки зусилля на вантажозахватні пристрої, зростаючи від нуля, не стане рівним  $Q_e = m_e \times g$ . Лише після цього, на третьому етапі, починається підйом вантажу.

При  $x_k$  переміщенні маси крана  $m_k$  із твердістю  $C_k$  кінетична енергія:

$$w = m_k x_k^2 / 2, \quad (\text{Д. 10})$$

потенційна енергія:

$$U = C_k x_k^2 / 2 \quad (\text{Д. 11})$$

Рухомою силою є сила  $P$ , різна для різних етапів підйому вантажу.

Рівняння руху має вигляд:

$$m_k x_k + C_k x_k = P, \quad (\text{Д. 12})$$

його рішення

$$x_k = y_{cm} + (v/p) \sin pt, \quad (\text{Д. 13})$$

де  $y_{cm}$  — прогин конструкції від статичного навантаження;  $v$  — швидкість підйому вантажу, що встановилася;  $p = \sqrt{C_k / (m_k + m_e)}$  — колова частота вільних коливань;  $t$  — поточний час.

Тоді:

$$x_k = v \times \cos pt; \quad \dot{x}_k = -v \times p \times \sin pt. \quad (\text{Д. 14})$$

Динамічне навантаження, що діє на вантажозахватний пристрій,

$$P_{дин} = m_e \dot{x}_k = -(Q/g) \times v \times p \times \sin pt. \quad (\text{Д. 15})$$

Максимум її буде при  $\sin pt = -1$ :

$$P_{дин.мах} = Q_e \times (v/g) \times p = Q_e \times (v/g) \times \sqrt{C_k / (m_k + m_e)} \quad (\text{Д. 16})$$

Повне навантаження, що діє на вантажозахватний пристрій:

$$P_{вз} = Q_e + P_{дин.мах} = Q_e \times \left[ 1 + (v/g) \times \sqrt{C_k / (m_k + m_e)} \right]. \quad (\text{Д. 17})$$

Коефіцієнт динамічності:

$$K_D = (Q_e + P_{дин}) / Q_e = 1 + (v/g) \times p = 1 + (v/g) \times \sqrt{C_k / (m_k + m_e)}, \quad (\text{Д. 18})$$

чи, оскільки  $C_k = Q_e / y_{cm} = m_e \times g / y_{cm}$ , то:

$$K_D = 1 + (v/g) \times p = 1 + v \times \sqrt{[1 / (g \times y_{cm})] \times [m_e / (m_k + m_e)]} \quad (\text{Д. 19})$$

Ця формула досить проста для практичного використання і належною мірою достовірна, хоча і не враховує впливу другого елемента твердості, що існує в розглянутій системі. При його обліку систему потрібно розглядати як двомасну з двома пружними зв'язками (рис. Д. 2.2, з) і, отже, як ту, що має два ступені свободи з відповідним накладенням коливань по кожній з частот і знаходженням максимуму протягом декількох періодів коливань.

У цьому випадку рішення поставленої задачі різко ускладнюється. Остаточне значення коефіцієнта динамічності може бути представлено так:

$$\begin{aligned}
 K'_{\delta} = & 1 + \frac{v}{g} \times \frac{C_{\sigma}}{m_{\sigma} \times m_{\kappa} \times p_{np} \times m \times (p_1^2 - p_2^2)} \times \\
 & \times \left\{ \left[ C_{\sigma} \times \left( p_1^2 - p_{np}^2 - \frac{C_{\sigma}}{m_{\sigma}} \right) \cos p_{np} t_0 + C_{\kappa} \left( p_1^2 - \frac{C_{\sigma}}{m_{\sigma}} \right) \right] \times \right. \\
 & \times \frac{\sin p_2 t}{p_{np} p_2} - \left[ C_{\sigma} \times \left( p_2^2 - p_{np}^2 - \frac{C_{\sigma}}{m_{\sigma}} \right) \times \cos p_{np} t_0 + C_{\kappa} \left( p_2^2 - \frac{C_{\sigma}}{m_{\sigma}} \right) \times \frac{\sin p_1 t}{p_{np} p_1} \right] - \\
 & \left. - C_1 \times \sin p_{np} t_0 \times (\cos p_2 t - \cos p_1 t) \right\},
 \end{aligned}$$

(Д. 20)

де  $C_{\sigma}$  — жорсткість підйомних канатів і приведена до них жорсткість елементів приводу, Н/м;  $p_1$  і  $p_2$  — парціальні частоти, 1/с;  $p_{np} = \sqrt{(C_{\kappa} + C_{\sigma})/m_{\kappa}}$  — приведена частота, 1/с;  $t_0$  — час, що відповідає моменту відриву вантажу від опори, с;  $C_{\kappa}$  — жорсткість металокопункції крана, Н/м;  $m_{\kappa}$  — приведена маса металокопункції крана, кг.

Парціальні частоти в 1/с дорівнюють:

$$\begin{aligned}
 p_{1,2} = & \\
 = & \sqrt{\frac{m_{\kappa} \times C_{\sigma} + m_{\sigma} \times (C_{\kappa} + C_{\sigma})}{2 \times m_{\kappa} \times m_{\sigma}}} \pm \sqrt{\frac{m_{\kappa} \times C_{\sigma} + m_{\sigma} \times (C_{\kappa} + C_{\sigma})}{2 \times m_{\kappa} \times m_{\sigma}} - \frac{C_{\kappa} \times C_{\sigma}}{m_{\kappa} \times m_{\sigma}}}
 \end{aligned}$$

(Д. 21)

Час, що відповідає моменту відриву вантажу від опори, визначається з трансцендентного рівняння

$$t_0 + \left[ C_{\sigma} / (C_{\kappa} \times p_{np}) \right] \times \sin p_{np} t_0 = g \times m_{\kappa} m_{\sigma} p_{np}^2 / (v \times C_{\kappa} \times C_{\sigma}),$$

(Д. 22)

де  $g$  — прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

З наведених міркувань стосовно розв'язуваної задачі визначити максимальний коефіцієнт динамічності для вантажозахоплюючих пристроїв звичайного типу за формулами для системи з двома ступенями свободи необов'язково, що показано на приведеному нижче прикладі. Для окремих випадків, наприклад, при жорсткому підвісі вантажозахоплюючих пристроїв і малій масі металокопункції, це може виявитися доцільним.

Щоб визначити коефіцієнт динамічності як для системи з одним ступенем свободи, необхідно знати параметри копункції крана — кругову частоту коливань  $p$  чи масу  $m_{\kappa}$ , приведену до точки підвісу вантажозахоплювача,

і статичний прогин конструкції  $y_{ст}$ . Їх можна підрахувати для будь-якої конкретної конструкції крану за методами будівельної механіки. Для виконаної конструкції значення прогину можуть бути отримані експериментально.

Вантажозахоплюючі пристрої є устаткуванням, безпосередньо не зв'язаним із краном. Вони можуть застосовуватися в будь-якому крані відповідної вантажопідйомності, тому необхідно знати екстримальне значення можливого коефіцієнта динамічності при нерегульованій швидкості підйому вантажу. При його визначенні для кранів деяких типів можна користуватися нормативними даними. Так, для баштових кранів приблизно допускається визначити період коливань  $T$  навантаженого крана (з вантажем на гаку) за даними табл. Д. 2.1.

**Таблиця Д. 2.1. Період, с, вільних коливань навантаженого баштового крана**

Найбільший виліт гака, м	Висота розташування опорного шарніра стріли над поверхнею землі, м									
	до 20				від 20 до 40				від 40 до 60	від 60 до 80
	вантажопідйомність крана при найбільшому вильоті, т									
	до 5	від 5 до 10	від 10 до 20	від 20 до 30	до 5	від 5 до 10	від 10 до 20	від 20 до 30	до 10	до 10
10	1,5	1,6	1,7	1,9	1,7	1,9	2,2	2,5	2,7	2,9
20	1,6	1,7	1,9	2,2	1,9	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1
30	1,7	1,9	2,2	2,5	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4
40	1,9	2,2	2,5	2,7	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7
50	2,2	2,5	2,7	2,9	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0
60	2,5	2,7	2,9	3,1	2,9	3,1	3,4	3,7	4,0	4,5

**Примітка.** Період вільних коливань ненавантаженого крана повинен прийматися рівним  $2/3$  періоду вільних коливань навантаженого крана.

Частота  $p$  і  $T$  період зв'язані залежністю  $T = 2\pi/p$ . Відповідно до цього коефіцієнт динамічності для вантажозахватних пристроїв баштових кранів може бути визначений за формулою:

$$K_d = 1 + v \times 2 \times \pi / (g \times T) \approx 1 + 0,64v/T \quad (\text{Д. 23})$$

**Приклад.** Визначити коефіцієнт динамічності для вантажозахоплюючого пристрою, підвішеного до баштового крану.

Результати розрахунку за формулою  $K_d = 1 + 0,64v/T$  наведені в табл. Д. 2.2. Вони не виходять за межі  $K_d = 1,42$ , а для середніх умов  $K_d = 1,17$ .

Таблиця Д. 2.2. Значення коефіцієнтів динамічності для вантажозахоплюючих пристроїв баштових кранів

Швидкість підйому вантажозахватного пристрою, м/хв	Найбільший виліт гака, R, м	Висота розташування опорного шарніра стріли, Н, м									
		20				40				60	
		вантажопідйомність крана при найбільшому вильоті, т									
		5	10	20	30	5	10	20	30	5	10
30	10	1,21	1,20	1,19	1,17	1,19	1,17	1,15	1,13	1,13	1,12
	30	1,19	1,17	1,15	1,13	1,15	1,13	1,12	1,11	1,106	1,104
	50	1,15	1,13	1,12	1,11	1,12	1,11	1,104	1,095	1,09	1,09
60	10	1,42	1,40	1,38	1,34	1,38	1,34	1,30	1,26	1,26	1,24
	30	1,38	1,34	1,30	1,26	1,30	1,26	1,24	1,22	1,21	1,21
	50	1,30	1,25	1,24	1,22	1,24	1,22	1,21	1,19	1,18	1,18



Для мостових кранів більш ефективно визначити коефіцієнт динамічності, використовуючи масу конструкції крана  $m_k$  і статичний прогин  $y_{cm}$ .

Узагальнено, з точністю, достатньою для збереження необхідних параметрів, маса в тоннах двобалкових мостових кранів вантажопідйомністю  $Q = 5 \dots 50$  т буде  $m_k = 0,56 \times (Q + 1,5L)$ , у тому числі маса в тоннах візка  $m_{eis} = 0,4Q$  і металоконструкції  $m_{mk} = 1,16Q + 0,84L$  (тут  $L$  — проліт крана, м).

Розрахункова маса, т, конструкції, яка приведена до середини моста крана:

$$m_k = 0,5m_k + m_m = 0,8Q + 0,42L + 0,4Q = Q(0,48 + 0,42L/Q).$$

Маса вантажу  $m_g = Q$ . Параметр  $m_g/(m_g + m_k) = 1/(1,48 + 0,42L/Q)$ .

Статичний прогин, м, моста під навантаженням можна задати у функції прольоту крана  $L$ , м:

$$y_{cm} \approx L/700.$$

Для мостових кранів вантажопідйомністю 5...50 т нормального виконання коефіцієнт динамічності:

$$K_d = 1 + \nu \times \sqrt{[1/(g \times y_{cm})] \times [m_g/(m_g + m_k)]} = \\ = 1 + \nu \times \sqrt{[700/(g \times L)] \times [1/(1,48 + 0,42L/Q)]} = 1 + A \times \nu,$$

де  $A = 6,85/\sqrt{1+0,28L/Q}$ . Значення  $A$  наведені в табл. Д. 2.3.

Таблиця Д. 2.3. Значення коефіцієнта  $A$

Проліт крана $L$ , м	Вантажопідйомність крана $Q$ , т				
	5	12,5	20	32	50
10,5	1,68	1,90	1,96	2,00	2,05
19,5	1,08	1,30	1,38	1,42	1,50
31,5	0,76	0,96	1,03	1,08	1,13

**Приклад.** Визначити коефіцієнт динамічності для вантажозахоплюючого пристрою, підвішеного до мостового крана.

Результати розрахунку за формулою  $K_d = 1 + A \times \nu$  наведені в табл. Д. 2.4. Для крюкових кранів вони не виходять за межі 1,1...1,5, а для грейферних — складають 1,5...2.

Зіставити значення коефіцієнтів динамічності при розгляді одно- і двомасної систем можна на базі наступного прикладу.

Таблиця Д. 2.4. Значення коефіцієнтів динамічності для вантажозахватних пристроїв мостових кранів ( $v$  — швидкість підйому вантажозахватного пристрою, м/хв)

Проліт крана, м	Вантажопідйомність крана $Q$ , т									
	5		12,5		20		32		50	
	$v$	$K_d$	$v$	$K_d$	$v$	$K_d$	$v$	$K_d$	$v$	$K_d$
10,5		1,28		1,33		1,26		1,27		1,22
19,5	10	1,18	10	1,22	8	1,18	8	1,19	6,3	1,16
31,5		1,13		1,16		1,14		1,15		1,12
10,5		1,56		1,66		1,53		1,55		1,27
19,5	20	1,36	20	1,44	16	1,37	16	1,40	8	1,21
31,5		1,26		1,32		1,19		1,29		1,15
10,5		До 2		До 2		До 2		—		—
19,5	40	1,73	40	1,90	50	1,9	32	—	50	—
31,5		1,52		1,64		1,7		—		—

**Приклад.** Визначити коефіцієнт динамічності для вантажозахоплюючого пристрою, підвишеного до мостового крана, що має параметри: вантажопідйомність  $Q = 20$  т, проліт крана  $L = 19,5$  м, швидкість підйому вантажозахоплюючого пристрою  $v = 16$  м/хв  $= 0,265$  м/с.

*Розрахунок за параметрами одномасної системи.* Розрахункові маси вантажу і конструкції:

$$m_p = Q = 20 \text{ т};$$

$$m_k = Q \times (0,48 + 0,42L/Q) = 20 \times (0,48 + 0,42 \times 19,5/20) = 17,7 \text{ т.}$$

Параметри

$$m_e / (m_e + m_k) = 20 / (20 + 17,7) = 0,53;$$

$$A = 6,85 / \sqrt{19,5/2 + 0,28 \times 19,5/20} = 1,4.$$

З урахуванням того, що силовий вплив вантажу  $Q_e = Q_d = 196$  кН, жорсткість конструкції крана:

$$C_k = Q_e / y_{cm} = 700 \times Q_e / L = \frac{700 \times 196}{19,5} = 7000 \text{ кН/м.}$$

Час відриву вантажу:

$$t_1 = Q_e / (C_k \times v) = 196 / (7000 \times 0,265) = 0,105 \text{ с.}$$

Частота коливань:

$$p = \sqrt{C_k / (m_e + m_k)} = \sqrt{7000 / (20 + 17,7)} = 13,5 \text{ 1/с.}$$

Період коливань:

$$T = 2\pi / p = 6,28 / 13,5 = 0,5 \text{ с.}$$

Коефіцієнт динамічності:

$$K_d = 1 + A \times v = 1 + 1,4 \times 0,265 = 1,37.$$

Коливання значень коефіцієнта динамічності:

$$\begin{aligned} K_d &= 1 + (v/g) \times p \times \sin pt = 1 + (0,265/9,81) \times 13,5 \times \sin 13,5t = \\ &= 1 + 0,37 \sin 13,5t. \end{aligned}$$

*Розрахунок за параметрами двомасової системи.* Параметри системи ті ж самі. Другим пружним елементом є канати, модуль пружності яких  $E = 1,1 \times 10^5$  Мпа.

Жорсткість канатів залежить від довжини вантажного поліспасти. У середньому  $H_n = 0,6L$ .

При запасі міцності в канатах  $n = 6$  (важкий режим), що відповідає  $\sigma = 3 \times 10^2$  МПа і площі поперечного перерізу канату  $F$ , подовження визначається з виразу:

$$\Delta = Q_B \times H_n / (E \times F) = \sigma \times H_n / E = 0,6\sigma \times L / E = \\ = \frac{0,6 \times 3 \times 10^2 \times 19,5}{1,1 \times 10^5} = 0,032 \text{ м.}$$

Жорсткість канатного поліспаду:

$$C_2 = 1,05 \times Q_g / \Delta = 1,05 \times 196 / 0,032 \approx 6500 \text{ кН/м.}$$

Приведена частота:

$$\sqrt{(C_k + C_e) / m_k} = \sqrt{(7000 + 6500) / 17,7} \approx 27,5 \text{ 1/с.}$$

Приведений період коливань:

$$T_{np} = 2\pi / 27,5 = 0,24 \text{ с.}$$

Парціальні частоти:

$$P_{1,2} = \left[ \frac{17,7 \times 6500 + 20 \times (7000 + 6500)}{2 \times 17,7 \times 20} \right] \pm \\ \pm \sqrt{\frac{17,7 \times 6500 + 20 \times (7000 + 6500)^2}{2 \times 17,7 \times 20} = \frac{7000 \times 6500}{17,7 \times 20}}^{1/2} = \sqrt{525 \pm 385};$$

$$p_1 = \sqrt{525 + 385} \approx 30 \text{ 1/с; } p_2 = \sqrt{525 - 385} = 12 \text{ 1/с.}$$

Періоди коливань:

$$T_1 = 2\pi / 30 \approx 0,31 \text{ с; } T_2 = 2\pi / 12 \approx 0,52 \text{ с.}$$

Час відриву вантажу визначимо з рівняння:

$$t_0 + [C_e / (p_{np} \times C_k)] \times \sin p_{np} t_0 = g \times m_k \times m_e \times p_{np}^2 / (\nu \times C_k \times C_e); \\ t_0 + [6500 / (27,5 \times 7000)] \times \sin 27,5 t_0 = \\ = 9,81 \times 17,7 \times 20 \times 760 / (0,265 \times 7000 \times 6500),$$

чи  $t_0 + 0,034 \times \sin 27,5 t_0 = 0,220$ , звідки  $t_0 = 0,204$  с.

Значення коефіцієнта динамічності визначиться виразом:

$$K_D = 1 + 0,47 \times \sin 12t + 0,21 \times \sin 30t + 0,017 \times \cos 12t - \\ - 0,017 \times \cos 30t.$$

Графік зміни коефіцієнтів динамічності для одно- і двомасної систем приведений на рис. Д. 2.3. З його аналізу видно, що при розгляді системи як двомасної значення  $K_d$  збільшуються приблизно на 15 % на другому і третьому періодах коливань.

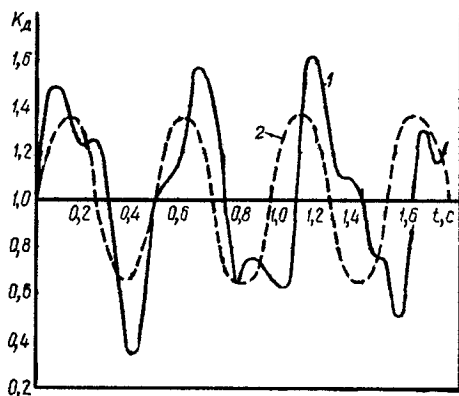


Рис. Д. 2.3. Зміна коефіцієнта динамічності для мостового крана, розглянутого як система: 1 — двомасна; 2 — одномасна

Варто зазначити, що в приведених розрахунках не враховувалося згасання коливань. Але оскільки при їхньому врахуванні знизяться пікові динамічні навантаження, у практичних інженерних розрахунках допустимо для крюкових кранів визначати коефіцієнт динамічності, вважаючи систему “кран — вантаж” одномасною.

При розрахунках грейферних й інших спеціальних кранів, що характеризуються високими швидкостями підйому, коефіцієнт динамічності потрібно визначати як для двомасової системи.

---

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев М. В., Демидов П. Г., Ройтман М. Я. и др. Основы пожарной безопасности. — М., 1971. — 248 с.
2. Апполонский С. М. Расчет электромагнитных экранирующих оболочек. — Л., 1982. — 144 с.
3. Белов С. В., Козьяков А. Ф., Партолин О. Ф. и др. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: Справочник / Под ред. С. В. Белова. — М., 1989. — 368 с.
4. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под ред. Е. Я. Юдина. — М., 1985. — 400 с.
5. Борьба с шумом / Под ред. Е. Я. Юдина. — М., 1964. — 701 с.
6. Виноградов В. В. Безопасность труда и производственная санитария в машиностроении: Сборник расчетов. — М., 1963. — 264 с.
7. Внутренние санитарно-технические устройства: Справочник проектировщика: В 2-х ч. — Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И. Г. Старовойтова. — М., 1978. — 509 с.
8. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования (СГ СЭВ 3517-81). Изменения 1983.
9. ГОСТ 14254-80. ССБТ. Изделия электротехнические. Оболочки. Степени защиты.
10. ГОСТ 6825-91. ССБТ. Лампы люминисцентные трубчатые для общего освещения.
11. ГОСТ 2239-79. ССБТ. Лампы накаливания общего назначения. Технические условия.
12. ГОСТ 12.4.093-80. ССБТ. Вибрация. Машины стационарные. Расчет виброизоляции поддерживающей конструкции.
13. ГОСТ 12.1.050-86. ССБП. Методы измерения шума на рабочих местах.
14. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
15. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
16. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

17. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов: Номенклатура показателей и методы их определения.
18. ГОСТ 17677-82 ССБТ. Светильники. Общие технические условия.
19. ГОСТ 24346-80. ССБТ. Вибрация. Термины и определения.
20. ГОСТ 21.1.003-83. ССБП. Шум. Общие требования безопасности (Изм. 1989 г.)
21. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление (Изм. 1989).
22. *Давыдов Б. Ч., Тихончук В. С., Аншипов В. В.* Биологическое воздействие, нормирование и защита от электромагнитных излучений / Под ред. Ю. Г. Григорьева. — М., 1984. — 176 с.
23. ДБН В.2.5-13-98. Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд.
24. ДБН 360-92\*. Планування і забудова міських і сільських поселень.
25. ДБН А.3.1-3-94. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення.
26. *Денисенко Г. Ф.* Охрана труда: Учеб. пособие. — М., 1985. — 319 с.
27. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. — К.: МОЗ України, 1996. — 66 с.
28. Динамический расчет зданий и сооружений: Справочник проектировщика. — М., 1984. — 303 с.
29. Дипломное проектирование по технологии машиностроения / Под ред. В. В. Бабука. — Минск, 1979. — 464 с.
30. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
31. ДНАОП 1.9.40-1.01-96. Правила охорони праці для підприємств та органів поліграфічної промисловості. — К., 1999. — 380 с.
32. ДНАОП 00-1.31-99. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. — К.: Держнаглядохоронпраці, 1999. — 112 с.
33. *Долин П. А.* Основы техники безопасности в электроустановках. — М., 1984. — 448 с.
34. *Долин П. А.* Справочник по технике безопасности. — М., 1985. — 824 с.
35. ДСТУ 2272-93. Пожежна безпека. Терміни та визначення.

36. ДСТУ 2867-94. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження.
37. ДСТУ 2325-93. Шум. Терміни та визначення. Держстандарт України. — К., 1994. — 60 с.
38. Душин В. Н. Борьба с шумом и вибрациями на предприятиях по хранению и переработке зерна. — М., 1979. — 224 с.
39. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов: Учебник для машиностроительных вузов. — 6-е изд., перераб. и доп. — М., 1969. — 480 с.
40. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основы охорони праці: Навч. посіб. — Л., 2000. — 350 с.
41. Жидецький В. Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. — Л., 2000. — 176 с.
42. Жидецький В. Ц., Шиманська Л. Я. Як правильно вибрати світильники для загального освітлення виробничих приміщень // Палітра друку. — 1998. — № 1. — С. 28—30.
43. Ивович В. А., Онищенко В. Я. Защита от вибрации в машиностроении. — М., 1990. — 272 с.
44. Исакович Г. А., Никольская Н. А. Звукопоглощающие минераловатные плиты. — М., 1975. — 165 с.
45. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: Навч. посіб. — К.: Основа, 2000. — 336 с.
46. Князевский Б. А., Ревякин А. И., Чекалин Н. А. и др. Электробезопасность в машиностроении. — М., 1980. — 240 с.
47. Кобевник В. Ф. Охрана труда. — К., 1990. — 286 с.
48. Когут М. С. Проектування машинобудівних заводів. — Л., 1999. — 350 с.
49. Кондратьев А. И., Местечкина Н. М. Охрана труда в строительстве: Учеб. для эконом. спец. стр. вузов. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.
50. Лесман Е. А. Освещение административных зданий и помещения. — Л.: Энергоатомиздат, 1985. — 88 с.
51. Мельников Г. Н., Вороненко В. П. Проектирование механо-сборочных цехов. — М., 1990. — 351 с.
52. Методичний посібник з питань експлуатації та застосування вогнегасників / Л. А. Присяжнюк та ін. — К., 1998. — 152 с.
53. Мешков В. В., Епалешников М. М. Осветительные установки: Учебное пособие для вузов. — М., 1972. — 360 с.



54. *Никифоров А. С.* Виброгашение на судах. — Л., 1979. — 184 с.
55. *Новак С. М., Логвинец А. С.* Защита от вибрации и шума в строительстве: Справочник. — К., 1990. — 184 с.
56. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. — М., 1989. — 100 с.
57. *Орлов Г. Г., Булычин В. Ч., Виноградов Д. В. и др.* Инженерные решения по охране труда в строительстве: Справочник строителя. — М., 1985. — 277 с.
58. *Осипов Б. Г., Прутков И. А., Шишкин И. Л.* Градостроительные меры борьбы с шумом. — М.: Стройиздат, 1975. — 215 с.
59. Охорона праці: Навч. посіб. / Я. І. Щедрій, С. І. Дембіцький, В. С. Джигирей та ін. — Л.: еК.К.К.о, 1997. — 258 с.
60. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения: Справочник / В. И. Русин, Г. Г. Орлов, Н. М. Неделько и др. — К. Будивельник, 1990. — 208 с.
61. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности: Учебник для вузов. — 2-е изд. / А. С. Бобков, А. А. Блинов, И. Роздин и др. — М., 1998. — 400 с.
62. Пожарная безопасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности: Справочник / Под общ. ред. И. В. Рябова. — М., 1970. — 336 с.
63. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность: Справ. изд. / А. И. Барш, Е. Н. Иванов, А. Я. Корольченко и др. — М., 1987. — 272 с.
64. Пожежна безпека. Нормативні акти та інші документи: У 4-х томах. — К., 1997.
65. Пожежна безпека. Протипожежні вимоги в галузі проектування та будівництва. — Т. 4. — К., 1998. — 480 с.
66. Пожежна безпека. Протипожежні вимоги в галузі проектування та будівництва. — Т. 6. — К., 2000. — 512 с.
67. Правила пожежної безпеки в Україні. — К., 1995. — 195 с.
68. Правила устройства электроустановок. ПУЭ-76. Разд. 1. Общие правила. — М., 1982. — 98 с.
69. *Прокофьев Ф. И.* Охрана труда в геодезии и картографии. — М., 1987. — 292 с.
70. *Пышкина Э. П.* Защита от электромагнитных полей // Охрана труда в машиностроении / Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова. — М., 1983. — 432 с.
71. *Ревякин А. И., Кашолкин Б. И.* Электробезопасность и противопожарная защита в электроустановках. — М., 1980. — 160 с.

72. Рожков А. П. Пожежна безпека на виробництві. — К., 1997. — 448 с.
73. Сабарно Р. В., Степанов А. Г., Слопченко А. В. и др. Электробезопасность на промышленных предприятиях: Справочник. — К., 1985. — 288 с.
74. Санитарные нормы вибрации рабочих мест № 3044-84. — М., 1984. — 20 с.
75. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Державні санітарні норми. ДСН 3.3.6.037-99: МОЗ України. Головне санітарно-епідеміологічне управління. — К., 2000. — 29 с.
76. Сборник руководящих нормативно-технических материалов по вопросам противопожарной охраны. — К., 1988. — 410 с.
77. СН 81-80. Инструкция по проектированию электрического освещения строительных площадок.
78. СН 4086-86. Санитарные нормы микроклимата производственных помещений.
79. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.
80. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания.
81. СНиП 11-89-80. Генеральные планы промышленных предприятий.
82. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. — М., 1980. — 48 с.
83. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
84. СНиП 2.03.13-88. Полы. Нормы проектирования.
85. СНиП 2.09.02-85 Производственные здания.
86. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы.
87. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий.
88. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г. М. Кнорринга. — Л., 1976. — 384 с.
89. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Под общ. ред. О. Н. Русака. — Л., 1989. — 541 с.
90. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. — М., 1983. — 472 с.
91. Справочник по контролю промышленных шумов / Пер. с англ. Л. Б. Скарина, Н. И. Шабанова / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В. В. Ключева. — М., 1979. — 447 с.

92. Справочник по охране труда на промышленном предприятии / К. Н. Ткачук, Д. Ф. Иванчук, Р. В. Сабарно и др. — К., 1991. — 285 с.

93. Справочник проектировщика. Защита от шума / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. А. Юдина. — М., 1974. — 134 с.

94. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Вентиляция и кондиционирование воздуха. — Ч. 2 / Под общ. ред. И. Г. Старовойтова. — М., 1969. — 536 с.

95. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Р. В. Щекин, С. М. Кореневский, Г. Е. Бем и др. — К., 1968. — 286 с.

96. Справочник по технической акустике / Под ред. М. И. Хекла, Х. А. Мюллера. — Л., 1980. — 440 с.

97. *Стельман Е. П.* Охрана труда в строительстве. Общие требования безопасности. — М.: Стройиздат, 1981. — 184 с.

98. *Сухарева А. И.* Вентиляция и пневмотранспорт в полиграфии. — М., 1971. — 316 с.

99. *Тимофеенко Л. П.* Повышение эффективности звукоизоляции зданий. — К., 1975. — 165 с.

100. Типовая инструкция по технике безопасности при эксплуатации электроустановок. III квалификационная группа. — М.: Недра, 1977. — 111 с.

101. *Ткачук К. Н., Галушко П. Я., Сабарно Р. В. и др.* Безопасность труда в промышленности. — К., 1982. — 231 с.

102. *Ушинская О. Ф., Франке В. А.* Защита от электромагнитных полей: Безопасность труда на производстве. Защита устройства / Под ред. Б. М. Злотинского. — М., 1971. — 456 с.

103. *Фаермак М. А., Семёнова Н. В.* Местное освещение. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 88 с.

104. *Фоменко И. А., Коваленко В. В., Стародуб Н. П.* Охрана труда при обработке металлов резанием. — К., 1989. — 159 с.

105. *Чижевский И. М., Куликов Г. Б., Сидорин Ю. А.* Охрана труда в полиграфии. — М., 1988. — 320 с.

106. *Шапиро Д. Н.* Основы теории электромагнитного экранирования. — Л., 1975. — 109 с.

Навчальне видання

*БАТЛУК Вікторія Арсеніївна,  
ГОГІТАШВІЛІ Георгій Григорович*

## **ОХОРОНА ПРАЦІ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ**

Навчальний посібник

Підп. до друку 15.06.2005. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Папір офс. Друк офс. Гарнітура SchoolBook.  
Умов. друк. арк. 34,5. Обл.-вид. арк. 27,38.  
Зам. № 5-379.

Видавництво “Знання”  
01034, м. Київ-34, вул. Стрілецька, 28.  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції  
ДК № 1591 від 03.12.2003.  
Тел.: (044) 234-80-43, 234-23-36.  
E-mail: sales@znannia.com.ua  
<http://www.znannia.com.ua>

Віддруковано на ВАТ „Білоцерківська книжкова фабрика”,  
09117, м. Біла Церква, вул. Леся Курбаса, 4.

## **В Україні книгу можна придбати за адресами:**

- м. Київ, вул. М. Грушевського, 4, маг. “Наукова думка”, тел. (044)228-06-96;
- м. Київ, вул. Л. Толстого, 11/16, маг. “Книги”, тел. (044)230-25-74;
- м. Київ, Майдан Незалежності, ТЦ “Глобус”, маг. “Книжковий світ”, тел. (044)238-59-41;
- м. Київ, вул. Стрілецька, 13, маг. “Абзац”, тел. (044)238-82-65;
- м. Дніпропетровськ, вул. Московська, 15, маг. “Галерея книги”, тел. (0562)36-05-38;
- м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 67, ТЦ “Гранд Плаза”, маг. “Книжковий всесвіт”, тел. (056)740-10-38;
- м. Запоріжжя, просп. Леніна, 147, маг. “Буква-Запоріжжя”, тел. (0612)49-00-08;
- м. Івано-Франківськ, Вічовий майдан, 3, маг. “Сучасна українська книга”, тел. (03422)3-04-60;
- м. Кіровоград, вул. К. Маркса, 51, маг. “Буква”;
- м. Кривий Ріг, просп. Гагаріна, 38-а, маг. “Буква”, тел. (0564)78-92-83;
- м. Луцьк, просп. Волі, 41, маг. “Знання”, тел. (03322)4-23-98;
- м. Львів, вул. Шевська, 6/2, Книжковий дім “Буква”, тел. (032) 294-82-08;
- м. Львів, просп. Шевченка, 16, маг. “Ноти”, тел. (0322)72-67-96;
- м. Львів, просп. Шевченка, 8, книгарня ДВЦ НТШ, тел. (0322)79-85-80;
- м. Миколаїв, вул. Радянська, 13, маг. “Буква”, тел. (0512)47-61-61;
- м. Одеса, вул. Преображенська, 59/61, маг. “Книголов”, тел. (0482)34-75-99;
- м. Одеса, вул. Дерибасівська, 14, маг. “Книжкова перлина”, тел. (0482)35-84-04;
- м. Сімферополь, вул. Сергєєва-Ценського, 4-а, маг. “Буква-Сімферополь”, тел. (0652)27-31-53;
- м. Харків, вул. Сумська, 51, маг. “Books”, тел. (0572)14-04-71, 14-26-73, 14-26-74;
- м. Херсон, вул. Суворова, 19, маг. “Буква”, тел. (0552)22-31-64;
- м. Хмельницький, вул. Подільська, 25, маг. “Книжковий світ”, тел. (03822)6-60-73;
- м. Черкаси, вул. Б. Вишневецького, 38, маг. “Світоч”, тел. (0472)47-92-20;
- м. Чернігів, вул. Леніна, 45, маг. “Будинок книги”, тел. (04622)7-30-03;

**Книготорговельним організаціям та оптовим покупцям  
звертатися за тел.: (044) 238-82-62; факс: 238-82-68.  
E-mail: sales@books.com.ua**