

Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

Р.І. Пахомов, Є.В. Дяченко, О.Є. Зима

**Курс лекцій
з дисципліни
«Безпека в галузі та
надзвичайних ситуаціях»**

для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
денної і дистанційної форм навчання

Полтава 2017

УДК 614.8 (075.3)

Рецензенти:

Семко О. В. – д. т. н., професор, завідувач кафедри архітектури та міського будівництва Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка;

Редкін О. В. – к. т. н., доцент кафедри організації і технології будівництва та охорони праці Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 1 від 23 листопада 2017 р.

Пахомов Р.І.

Курс лекцій з дисципліни «Безпека в галузі та надзвичайних ситуаціях» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і дистанційної форм навчання / Р. І. Пахомов, Є. В. Дяченко, О. Є. Зима. – Полтава: ПолтНТУ, 2017 – 190 с.

Курс лекцій з дисципліни «Безпека в галузі та надзвичайних ситуаціях» призначений для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і дистанційної форм навчання. У ньому розкрито сучасні підходи до вирішення питань безпеки та охорони праці при проектуванні об'єктів будівництва, а також під час проведення будівельно-монтажних робіт.

© Пахомов Р. І., Дяченко Є. В., Зима О. Є., 2017

© Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2017

ЗМІСТ

Лекція 1. Вимоги безпеки в проектній документації.....	5
1.1. Загальні положення до розроблення проектної документації на зведення об'єкта	5
1.2. Вимоги безпеки у технологічних картах.....	8
1.3. Питання безпеки праці у календарних планах і сітьових графіках	9
1.4. Вимоги безпеки праці при проектуванні будівельного генерального плану	12
1.5. Питання безпеки праці у пояснювальній записці	13
2. Спільні заходи генпідрядника (субпідрядника, підрядника) та замовника на виконання робіт.....	14
Лекція 2. Безпечна організація монтажно-заготівельного майданчика	16
1. Вимоги безпеки до облаштуваності й утримання виробничих територій, ділянок робіт і робочих місць.....	16
2. Вимоги електробезпеки на будівельних майданчиках.....	17
3. Організація санітарно-побутового обслуговування	19
4. Небезпечні зони та вимоги до них	22
5. Безпечна експлуатація транспорту.....	25
6. Безпечна організація транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт ..	27
Лекція 3. Безпечна експлуатація машин і механізмів	31
1. Небезпеки, пов'язані з експлуатацією вантажопідіймальних кранів і машин	31
2. Організаційно-технічні заходи з безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів	32
2.1. Реєстрація та пуск в експлуатацію вантажопідіймальних кранів і машин	32
2.2. Технічний огляд вантажопідіймальних кранів і машин	34
2.3. Заходи безпеки при експлуатації вантажопідіймальних кранів	37
3. Пристрої безпеки, встановлені на вантажопідіймальних кранах, та їх призначення	39
4. Оцінювання стійкості вантажопідіймальних кранів	41
4.1. Оцінювання стійкості стрілових самохідних кранів	43
4.2. Оцінювання стійкості баштового крана	44
5. Улаштування підкранової колії	48
6. Застосування вантажозахоплювальних пристроїв і тари	54
7. Безпечна експлуатація ручних машин та інструменту.....	58
Лекція 4. Безпечна експлуатація засобів підмощування	59
1. Основні причини травматизму та класифікація засобів підмощування	59
2. Оцінювання міцності риштувань	61
3. Оцінювання стійкості риштувань.....	63
4. Організаційні заходи з безпечної експлуатації засобів підмощування.....	70
Лекція 5. Основи безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, і криогенної техніки	72
1. Небезпечні чинники та причини аварій посудин, що працюють під тиском .	72
2. Організаційні заходи з безпечної експлуатації посудин	74
2.1. Встановлення та реєстрація посудин, які працюють під тиском.....	74
2.2. Технічне опосвідчення посудин, що працюють під тиском.....	77

2.3. Обов'язки відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію посудин, які працюють під тиском.....	80
3. Запобіжні засоби захисту.....	81
4. Вимоги безпеки при експлуатації балонів.....	83
5. Загальні вимоги безпеки при експлуатації компресорів.....	89
5.1. Основні небезпеки компресорів та засоби захисту і контролю.....	89
5.2. Організаційні заходи безпечної експлуатації компресорів.....	92
6. Вимоги безпеки при експлуатації установок криогенної техніки.....	94
Лекція 6. Техніка безпеки при виконанні земляних робіт.....	96
1. Загальні вимоги при виконанні земляних робіт.....	96
2. Улаштування укосів, розрахунок їх стійкості.....	100
3. Кріплення котлованів і траншей, розрахунок кріплення.....	102
4. Безпечні умови розробки кар'єрів.....	106
5. Спеціальні методи виконання земляних робіт.....	107
Лекція 7. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці.....	112
1. Мета та порядок проведення атестації робочих місць.....	112
2. Класифікація категорій важкості праці.....	118
3. Визначення категорії важкості праці за функціональними станами.....	119
3.1. Функціональний стан організму працівника як інтегральний критерій важкості праці.....	119
3.2. Методика інтегральної бальної оцінки важкості праці.....	122
3.3. Методика оцінювання умов праці.....	124
3.4. Визначення приросту продуктивності праці за рахунок підвищення працездатності.....	125
3.5. Прогнозування рівня виробничого травматизму.....	127
3.6. Ергономічні оцінки важкості фізичної праці.....	127
3.7. Ергономічні оцінки розумової праці.....	129
Лекція 8. Теоретичні основи пожежної безпеки.....	130
1. Суть процесу горіння. Види горіння й умови, які сприяють горінню.....	130
2. Пожежа та її особливості.....	138
3. Пожежна безпека на виробництві.....	141
4. Параметри, які визначають вибухопожежну небезпеку речовин і матеріалів.....	143
5. Оцінка пожежовибухонебезпеки об'єкта.....	146
Лекція 9. Система захисту будівель і виробництв від пожеж.....	154
1. Протипожежні вимоги при розробленні генеральних планів підприємств..	154
2. Протипожежні проектно-конструктивні заходи у будинках і спорудах.....	157
3. Вимушена евакуація людей із будинків і споруд.....	167
Лекція 10. Системи виявлення і ліквідації пожеж.....	171
1. Пожежна сигналізація та зв'язок.....	171
2. Засоби і способи гасіння пожеж.....	174
3. Аналіз речовин та матеріалів, що застосовуються для гасіння пожеж.....	175
4. Технічні засоби ліквідації пожеж.....	179
Перелік питань для самостійного вивчення.....	187
Список літератури.....	188

ЛЕКЦІЯ 1

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В ПРОЕКТНІЙ ДОКУМЕНТАЦІЇ

План

1. Організаційно-технологічна проектна документація на зведення об'єкта.
 - 1.1. Загальні положення до розроблення проектної документації на зведення об'єкта.
 - 1.2. Вимоги безпеки у технологічних картах.
 - 1.3. Питання безпеки праці у календарних планах і сітьових графіках.
 - 1.4. Вимоги безпеки праці при проектуванні будівельного генерального плану.
 - 1.5. Питання безпеки праці у пояснювальній записці.
2. Спільні заходи генпідрядника (субпідрядника, підрядника) та замовника на виконання робіт.

1. Організаційно-технологічна проектна документація на зведення об'єкта

1.1. Загальні положення до розробки проектної документації на зведення об'єкта

До початку проведення будівельно-монтажних робіт кожний будівельний об'єкт обов'язково повинен бути забезпечений проектною документацією з організації будівництва і безпечного виконання робіт.

Єдиної методики розроблення комплексу заходів із безпеки та охорони праці при проектуванні й експлуатації будинків і споруд немає. Кожна проектна організація вирішує ці питання, виходячи з конкретних умов будівництва та експлуатації споруди.

Існують основні групи питань, регламентовані **ДБН А.3.2-2- 2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві»** (далі – ДБН) та нормативними документами [18, 28, 30], які підлягають обов'язковому розробленню у проектній документації. Особливо важливим є вибір методів виконання різних видів будівельно-монтажних робіт (процесів).

Зверніть увагу! Вибір методів виконання технологічних процесів, зведення об'єктів і споруд розробляється на стадії проекту виконання робіт (ПВР).

Розроблення питань із техніки безпеки і виробничої санітарії виконується у такій проектно-технологічній документації:

- у проекті організації будівництва (ПОБ) на стадії розроблення технічного (техноробочого) проекту з основних питань охорони праці при організації будмайданчика і проведенні основних видів будівельно-монтажних робіт;

NON MULTA, SED MULTUM

У ПОБ, що включає зведений календарний план будівництва, дані про об'єми основних робіт, будгенплан і пояснювальну записку, розробляються заходи щодо організації санітарно-гігієнічного обслуговування працюючих на будівельному об'єкті й перелічуються основні пристрої (засоби підмошування, індивідуальні засоби захисту), що забезпечують ведення будівельно-монтажних робіт прийнятним способом відповідно до вимог правил

техніки безпеки. Визначаються методи виконання робіт і передбачаються заходи щодо вирішення питань загальномайданчикового характеру, наприклад відведення ґрунтових і поверхневих вод, які являють небезпеку на будівельному майданчику, та ін.

Проекти організації будівництва розробляються з метою забезпечення своєчасного введення в дію будівельних потужностей і об'єктів житлово-цивільного призначення та є основою для розподілу капітальних вкладень.

- у проекті виконання робіт (ПВР), який розробляється на основі ПОВ у вигляді конкретних технічних рішень з питань безпеки і нешкідливих методів виконання робіт згідно з робочим кресленням;

NON MULTA, SED MULTUM

ПВР розробляються з метою визначення найбільш ефективних і безпечних методів виконання будівельно-монтажних робіт.

ПВР повинні містити технічні рішення із забезпечення безпеки проведення робіт.

Наприклад, проект виконання монтажних робіт має містити такі рішення: безпечну технологічну послідовність операцій і організацію робочих місць, а також перелік усіх необхідних пристосувань для безпечного виконання робіт (підмостки, сходи та ін.); рішення, що забезпечують правильну і безпечну організацію технологічних процесів; методи безпечної роботи монтажників при установці габаритних елементів; розташування й зони дії вибраних машин, з якими належить працювати монтажникам; способи складування панелей, колон, балок, ферм та інших елементів; розрахунок розчалювань і якорів; способи стропування; способи підсилення конструкцій для сприйняття монтажних навантажень; методи тимчасового закріплення конструктивних елементів, якщо вони не передбачені у кресленнях; креслення або списки типових креслень, пристосувань та пристроїв із техніки безпеки.

Перелік питань, що підлягають вирішенню у ПВР, їх обсяг і ступінь розроблення залежать від обсягу будівництва та його технічної складності. Так, проекти виконання робіт із зведення невеликих і технічно нескладних об'єктів можуть містити тільки календарний план виконання робіт, будгенплан та пояснювальну записку.

Для складніших об'єктів промислового, житлово-цивільного й сільського будівництва проекти виконання робіт повинні містити календарний план будівництва всіх споруд об'єкта, визначену послідовність і терміни виконання всіх видів будівельно-монтажних робіт; злагоджений за часом графік завезення на будівельний об'єкт виробів та конструкцій, будівельних матеріалів, розчину, бетону і т.д.; графік руху робітників; графіки установки й роботи на об'єкті вантажопідіймальних машин; будівельний план об'єкта, що зводиться, з остаточно прийнятим розташуванням транспортних комунікацій, мереж електро-, водо- і теплопостачання, майданчиків для складування конструкцій, тимчасових складів та інших споруд.

Для забезпечення безпеки виконання робіт ПВР повинен містити такі конкретні рішення: а) створення умов безпечності й нешкідливості виконання будівельно-монтажних робіт у цілому; б) вибір безпечних способів виконання кожної операції та технологічного процесу на окремих робочих місцях; в) виконання робіт у холодну пору року і в теплий час доби.

- у спеціальних проектних документах:
 - ✓ у типових проектах безпечного виконання робіт із будівництва типових об'єктів і прокладання магістральних комунікацій;
 - ✓ в альбомах типового інвентарю, пристосувань та інструментів для безпечного виконання робіт;
 - ✓ у схемах комплексної механізації з виконання найбільш складних і небезпечних видів будівельно-монтажних робіт;

- ✓ в альбомах практичних посібників із зведення будівель та споруд з уніфікованих габаритних схем;
- ✓ у художніх плакатах із безпечного виконання окремих видів робіт і будівельних процесів.

Зверніть увагу! Проектні рішення з охорони праці повинні бути конкретними і відповідати реальним умовам певного будівництва. Заходи щодо охорони праці повинні органічно входити до комплексу питань організації будівництва і технології виконання робіт.

NON MULTA, SED MULTUM

Розробку питань з охорони праці здійснюють: а) у проектах організації будівництва – провідна проектна організація, що становить проектне завдання; б) у проектах виконання робіт – генеральні підрядні й субпідрядні організації та спеціалізовані проектні організації.

Як вихідний матеріал для вирішення питань безпеки праці використовують:

- 1) діючі нормативні документи (ДБН та ін.);
- 2) відомчі інструкції з техніки безпеки;
- 3) матеріали науково-дослідних робіт кафедр охорони праці;
- 4) інженерні рішення, що відповідають цьому будівництву;
- 5) каталоги технічних засобів безпеки;
- 6) матеріали аналізу причин виробничого травматизму;
- 7) досвід передових будівництв у сфері охорони праці, типові рішення з охорони праці.

У ПВР заходи з охорони праці відображаються не у вигляді цитат або витягів із правил та інструкцій, а як інженерні рішення, які дозволяють вести роботи безаварійно, економічно, з високою продуктивністю праці.

В основу розроблення інженерних рішень із профілактики виробничого травматизму і професійних захворювань прийняті:

1. Розрахунковий метод:

- а) пов'язаний з визначенням міцності та статичної стійкості, тобто надійності тимчасових засобів і пристосувань, будівельних машин і механізмів у процесі їх експлуатації та конструкцій, що монтуються;
- б) пов'язаний з дією ударного навантаження і динамічною стійкістю;
- в) пов'язаний з раціональним освітленням робочих місць;
- г) пов'язаний з дією рухомого середовища (аеродинаміка);
- д) пов'язаний з дією метеорологічних умов середовища (теплотехніка) та з рядом інших факторів.

2. Експериментальний метод – систематичне спостереження за виконанням будівельних процесів у ряді об'єктів і узагальнення одержаних даних з урахуванням досвіду.

Зверніть увагу! Цей метод дає можливість вибору найбільш раціональних інженерних рішень з профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань.

Заходи з охорони праці розподіляються за *трьома групами* (організаційні, технологічні й спеціальні) та розробляються у відповідних складових частинах організаційно-технологічної документації на будівництво

об'єктів (будженпланах, технологічних картах на окремі процеси, графіках будівництва об'єктів).

1. Організаційні рішення – інженерні рішення, які одночасно впливають на стан робочого середовища і загальні умови безпеки для значної частини або для всіх працюючих на об'єкті, вони розробляються в загальномайданчиковому або об'єктному генеральному плані (небезпечні зони, проїзди, склади та ін.).

2. Технологічні рішення – інженерні рішення з техніки безпеки й виробничої санітарії, котрі впливають з умов конкретного технологічного процесу і є його складовою частиною (вибір та розміщення машин і механізмів, монтаж конструкцій тощо).

Зверніть увагу! Технологічні заходи щодо охорони праці повинні знайти відображення у технологічних картах на окремі процеси, календарних і сіткових графіках.

3. Спеціальні рішення – заходи, які розв'язують проблеми ергономіки, у тому числі «фактор людини», розробляються у пояснювальних записках (особливості географічних і метеорологічних умов, рятувальне і запобіжне обладнання та ін.). Крім того, ряд професій вимагає розроблення спеціальних заходів щодо забезпечення безпеки ведення робіт.

1.2. Вимоги безпеки у технологічних картах

На нові та складні роботи, як правило, складаються **технологічні карти**, які визначають черговість технологічних процесів і операцій, прийоми і способи виконання робіт, робоче місце працюючого і забезпечення його засобами індивідуального захисту, котрі дають можливість усунути джерела можливого травматизму та профзахворювань.

У технологічних картах повинні бути розроблені безпечні методи з виконання робіт стосовно конкретних видів робіт або операцій.

Кожна технологічна карта складається з двох частин, що містять рішення з безпеки праці робітників: графічної й таблично-текстової. У графічній частині відображається організація монтажного процесу і робочого місця; наводяться монтажні карти із вказівкою прийнятої послідовності монтажу відповідно до особливостей конструкції, які монтуються, розташування машин, монтажного устаткування, інструменту і захисних пристроїв при організації робочого місця монтажників. У таблично-текстовій частині наводяться основні вказівки із прийнятого методу монтажу й особливостей організації роботи монтажників, виходячи з умови безпечного виконання операцій: перелік необхідного для цього методу робіт монтажного устаткування та інструментів, обсягу виконуваних робіт, їх трудомісткість і кількість необхідних матеріалів.

Усі рішення з виконання монтажних робіт, що передбачають безпеку й повністю виключають який-небудь елемент ризику при виконанні будь-якої робочої операції, містяться у складових частинах технологічної карти:

- схемах організації монтажних робіт;
- основних вказівках про послідовність, методи виконання робіт і організації праці;
- графіку виконання комплексного процесу монтажу;

- таблицях потреби в основних матеріально-технічних ресурсах та пристосуваннях;
- калькуляції трудових витрат.

Найбільшу практичну цінність являють технологічні карти, рішення в яких ґрунтуються на результатах аналізу причин виробничого травматизму.

Усі рішення, що розробляються у технологічній карті, слугують початковими даними й основою для складання календарного плану будівництва.

Зверніть увагу! Не слід перераховувати в записці пояснення і на листах технологічних карт правила з техніки безпеки, оскільки їх знання і виконання обов'язкове для всіх, незалежно від проекту виконання робіт.

1.3. Питання безпеки праці у календарних планах і сітьових графіках

Усі рішення з охорони праці, які відображаються у *лінійних календарних планах і сітьових графіках*, поділяються на дві основні групи:

- 1) **загальні й технологічні рішення**, які погоджують календарний план (графік) з елементами охорони праці (наприклад, виключення одночасного проведення двох робіт по вертикалі, якщо одна з них стосовно іншої створює небезпеку працюючим та ін.);
- 2) інженерні рішення, які мають **специфічний характер** і повинні спеціально розроблятися при календарному плануванні з метою забезпечення на об'єкті безаварійної й безпечної роботи та створення безпечних і нешкідливих умов праці (планування конкретних строків переносу повітряних ліній електропередачі або розбирання аварійних споруд тощо).

У графіках будівництва об'єктів необхідно передбачити обов'язковий підготовчий період, урахувати відповідні режими праці й відпочинку в разі наявності шкідливих виробничих факторів, запроектувати безпечну послідовність виконання робіт.

У календарних планах будівництва, які встановлюють чітку послідовність і терміни виконання всіх будівельно-монтажних робіт, повинні враховуватися й роботи із забезпечення безпеки праці. Обсяги робіт і терміни їх виконання встановлюються з урахуванням виконання додаткових робіт, котрі обґрунтовуються вимогами безпеки. Наприклад, визначаючи об'єм земляних робіт для влаштування котлованів і траншей, необхідно врахувати об'єм ґрунту, який повинен бути розроблений для утворення укосів потрібної крутизни, що виключає обвали. При розробці котлованів і траншей з вертикальними стінами визначають послідовність розробки виїмок та обсяг робіт із виготовлення кріплень і їх установки. Установлюючи терміни та трудомісткість зведення стін, ураховують обсяг робіт з улаштування огорож отворів, захисних козирків і настилів, монтажних майданчиків та безпечних переходів, страхувальних канатів, а також з улаштування огорож міжповерхових перекриттів і т.д.

При складанні календарного плану будівництва необхідно передбачити чітку послідовність виконання робіт, що забезпечує стійкість і жорсткість елементів споруди. Передбачена календарним планом послідовність монтажу

окремих збірних елементів повинна забезпечити встановлення необхідних зв'язків, що гарантують стійкість змонтованих конструкцій.

Монтаж наступної конструкції може бути передбачений календарним планом лише після повного закінчення попередніх монтажних робіт, а також виконання всіх робіт із зварювання й замонолічування вузлів.

Календарним планом установлюють тривалість і обсяг робіт, які виконуються по одній вертикалі, та визначають при цьому їх взаємну послідовність із метою забезпечення безпеки ведення робіт.

Так, за необхідності одночасного виконання на будівництві житлових будинків санітарно-технічних і монтажних робіт на різних рівнях по одній вертикалі календарним планом повинно бути передбачено зсув цих робіт у часі на одну зміну. Виконання робіт з улаштування паркетних підлог або підлог із рулонних матеріалів і плиток ПВХ із використанням бензину та уайт-спіриту може бути допущено тільки за умови заборони всіх інших видів робіт у цьому приміщенні чи секції.

У календарних планах передбачаються додаткові заходи із забезпечення безпечних умов праці при роботі в зимових умовах у котлованах і траншеях, заходи щодо відведення дощових, талих і ґрунтових вод.

Зверніть увагу! Календарні (лінійні) графіки мають істотний недолік – вони не відображають чітко всіх взаємозв'язків між роботами, тому сьогодні широко застосовуються сітьові графіки.

Сітьові графіки є прогресивною формою планування, оперативного контролю й управління будівництвом. Вони дозволяють мати більш наочне уявлення про технологічну послідовність робіт, їх взаємозв'язок у всьому комплексі будівництва; виявляти роботи, пов'язані з організацією безпечного виконання основних видів робіт, від яких залежить загальна тривалість будівництва.

NON MULTA, SED MULTUM

Основними елементами сітьового графіка є робота і подія.

Робота, так само як і в лінійному графіку, визначає який-небудь виробничий процес, що вимагає витрат часу й ресурсів, або дія, яку необхідно виконати, щоб перейти від однієї події до іншої.

Подія – це факт завершення однієї роботи чи сукупний результат кількох попередніх робіт, необхідний і достатній для початку наступних робіт.

На графіку робота зображується суцільною стрілкою без урахування масштабів робіт різної тривалості (рис. 1.1). На стрілці вказується найменування і тривалість робіт. Події зображуються у вигляді кола, в якому вказують її номер.

Безперервна послідовність робіт на сітьовому графіку називається шляхом, його довжина визначається часом виконання робіт. Найбільш довгий шлях називається критичним.

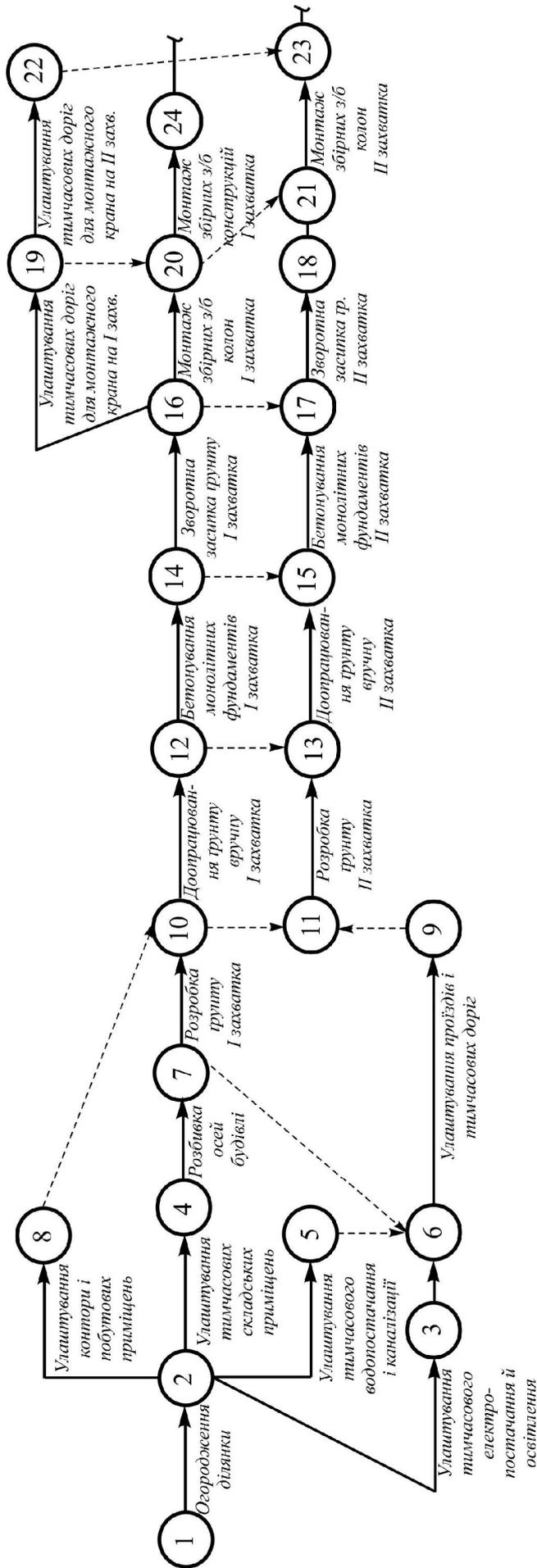


Рис. 1.1. Елемент сітьового графіка будівництва виробничого процесу

Організаційні заходи щодо профілактики виробничого травматизму (огляд будівельних машин, механізмів, пристосувань, такелажів і т. п.) та професійних захворювань, не пов'язані з витратами праці робітників і матеріальних ресурсів, відображаються в об'єктних сітьових графіках як поточні роботи на весь період будівництва об'єкта. Таким чином, всі роботи, без яких не можна забезпечити безпечні умови виробництва, повинні бути включені у номенклатуру найменувань процесів.

Зверніть увагу! Не можна допускати у номенклатурі процесів у календарних планах і сітьових графіках скорочення термінів виконання робіт без попередніх конкретних інженерних рішень із безпечного проведення робіт або за рахунок виключення спеціальних процесів, що забезпечують їх безпеку.

1.4. Вимоги безпеки праці при проектуванні будівельного генерального плану

При проектуванні будівельного генерального плану (будгенплану) розв'язується комплекс питань із створення здорових і безпечних умов праці.

У процесі розроблення будгенплану передбачаються такі заходи щодо охорони праці:

- ✓ проектування приміщень для санітарно-побутового обслуговування працюючих, включаючи і місця для обігріву робітників у холодну пору року, для пожежної охорони та службові приміщення для технічного персоналу будівництва;
- ✓ раціональне розміщення складів для матеріалів і майданчиків для короткочасного зберігання збірних деталей та виробів;
- ✓ вибір способів безпечного складування основних будівельних матеріалів і конструкцій;
- ✓ визначення способів безпечного розвантаження на складах та подальшого навантаження й подачі до робочих місць збірних елементів конструкцій, матеріалів і устаткування (засобів механізації та автоматизації робіт);
- ✓ організація безпечного внутрішньобудівельного транспорту, розміщення основних монтажних механізмів, улаштування доріг і проїздів;
- ✓ визначення постійних та потенційних небезпечних зон, пов'язаних із застосуванням основних будівельних машин і засобів механізації, а також автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт;
- ✓ проектування заходів щодо боротьби із шумом, пов'язаним з дробленням каменю та механізованим розпилюванням лісоматеріалів (якщо ці роботи виконуються на будівельному майданчику);
- ✓ вирішення питань розміщення додаткових пристроїв і устаткування для виконання робіт у зимових умовах;
- ✓ вирішення питань освітленості робочих місць та інші заходи.

На будгенплані визначаються майданчики складування, розташування підкранових шляхів; указуються огорожі зон складування деталей, місця

установки попереджувальних написів і знаків, зберігання вибухо-, пожежонебезпечних і шкідливих для здоров'я людей матеріалів.

Для виключення перенесення кранами вантажів над робочими місцями на будгенплані повинні бути вказані: напрям повороту стріли крана з вантажем в ув'язці з напрямом руху монтажу будівлі або споруди, обмеження кутів повороту і вильоту стріли крана, що досягається установкою спеціальних обмежувачів. Намічаються проїзди та під'їзди для підвезення матеріалів і конструкцій, визначаються їх ширина й характер покриття. Позначаються місця стоянок, розворотів, зона обмеженої швидкості руху автотранспорту.

На будгенплані чи на окремій схемі повинні бути вказані місця установки електротехнічних пристроїв, будівельних машин, силових і освітлювальних електроліній.

При проектуванні будгенплану на основі аналізу можливих небезпек розробляються інженерні рішення, які забезпечують безпеку проведення робіт і відображаються у пояснювальній записці до проекту виконання робіт з додатком переліку витрат на заплановані заходи щодо охорони праці.

1.5. Питання безпеки праці у пояснювальній записці

У пояснювальній записці, що стосується охорони праці, виконуються:

- 1) аналіз шкідливих і небезпечних факторів, які можуть діяти на працюючих при зведенні (експлуатації, реконструкції, капітального ремонту та ін.) об'єкта, здійсненні технологічного процесу або монтажі інженерного обладнання;
- 2) розроблення технічних засобів і організаційних заходів щодо усунення дії шкідливих і небезпечних факторів – обґрунтовується вибір заходів щодо охорони праці та техніки безпеки (вибір схеми, методів та ін.);

Зверніть увагу! Не допускається замінити проектні рішення витягами з норм і правил безпеки праці, які рекомендується зазначати тільки як обґрунтування для розроблення відповідних рішень.

- 3) інженерні рішення з техніки безпеки – наводяться результати розрахунків і висновки з посиланнями на діючі стандарти та інші нормативні документи, виконується оцінювання ефективності прийнятих рішень як з точки зору охорони праці, так і продуктивності праці та економічних витрат;
- 4) розроблення заходів із пожежної безпеки на об'єкті будівництва або ділянці ведення робіт.

У процесі розроблення ПОБ і ПВР вирішення питань охорони праці розглядається й узгоджується групою спеціалістів будівельно-монтажних організацій (головний механік, головний енергетик, головний технолог, робітники планового відділу, відділу охорони праці та заробітної плати, старший інженер із техніки безпеки). Старший інженер із техніки безпеки, який є помічником головного інженера, координує погодження питань охорони праці в проектній документації та контролює своєчасність і якість прийнятих рішень. У результаті цього визначаються невирішені питання охорони праці чи

ті, які потребують доопрацювання до затвердження проектної документації й передачі її на будівництво. Додаткове розроблення або доопрацювання питань охорони праці залежно від складності їх вирішення та обсягу роботи виконується проектною організацією або групою, котра розробляє проектну документацію.

Після розгляду й узгодження з відповідними особами, у тому числі і старшим інженером із техніки безпеки, проектна документація передається на затвердження головному інженерові будівельно-монтажної організації. Після затвердження ПОБ і ПВР повинні бути видані лінійним інженерно-технічним робітникам для ознайомлення з будівництвом, яке планується, не пізніше ніж за *два місяці* до його початку.

2. Спільні заходи генпідрядника (субпідрядника, підрядника) та замовника на виконання робіт

Замовник за 30 робочих днів до початку основних будівельно-монтажних робіт зобов'язаний повідомити територіальне управління Держпраці про дату початку робіт.

Виконанню основних будівельно-монтажних робіт на об'єктах будівництва повинен передувати комплекс підготовчих заходів і робіт.

Завершення цих робіт *підтверджується актом комісії* про закінчення поза- і внутрішньомайданчикових підготовчих робіт і готовність об'єкта до початку будівництва.

Відповідно до цього додатка *керівник генпідрядної організації за 10 робочих днів* до початку основних будівельно-монтажних робіт зобов'язаний поінформувати членів цієї комісії та представника територіального управління Держпраці про дату й місце її роботи.

Комісії необхідно надати:

а) ліцензії генпідрядних та субпідрядних організацій на виконання робіт за видами відповідно;

б) документи про перевірку знань з безпеки праці інженерно-технічного персоналу;

в) документи працівників, що підтверджують право виконання робіт з підвищеною небезпекою;

г) відомості про забезпечення працівників будівельного об'єкта незалежно від форми власності санітарно-побутовими приміщеннями;

д) дозвіл на виконання робіт з підвищеною небезпекою;

е) проект виконання підготовчих робіт.

Відповідальність за дотримання вимог безпеки під час експлуатації машин, електро- та пневмоінструменту, а також технологічного оснащення покладається:

– *за технічний стан машин, інструменту, технологічного оснащення* включно із засобами захисту – на організацію (особу), на балансі (у власності) якої вони знаходяться, а в разі їх передачі у тимчасове користування (оренду) – на організацію (особу), визначену договором;

– *за безпечне виконання робіт* – на організації, які виконують роботи.

Під час виконання робіт на будівельних об'єктах *кількома організаціями генпідрядник*, а в разі залучення замовником підрядників за прямими договорами – замовник *повинен визначити одну з підрядних організацій відповідальною за охорону праці на об'єкті, яка зобов'язана:*

- здійснювати допуск до виконання робіт лише тих субпідрядників (підрядників), котрі мають дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки;
- спільно із субпідрядниками (підрядниками), які залучаються до виконання робіт, розробити графік виконання сумісних робіт, заходи безпечного їх здійснення;
- перед початком робіт визначити небезпечні зони на будівельному майданчику та позначити їх відповідними знаками;
- координувати дотримання виконавцями вимог з охорони праці;
- контролювати дотримання працівниками субпідрядних організацій рішень із питань охорони праці;
- забезпечувати унеможливлення допуску на об'єкт будівництва сторонніх осіб;
- забезпечити реєстрацію всіх осіб, котрі входять на об'єкт будівництва або виходять з нього.

У разі одночасного виконання робіт генпідрядником і субпідрядниками (підрядниками) забезпечення виконання заходів з охорони праці загального характеру (улаштування огорожі будівельних майданчиків, зон дії небезпечних факторів) є обов'язком генпідрядника.

Зверніть увагу! Недотримання генпідрядником цих вимог не знімає відповідальності із субпідрядника (підрядника) за порушення ним правил та норм безпеки праці під час виконання робіт і можливі у зв'язку із цим нещасні випадки.

Дотримання безпечних умов праці під час виконання монтажних та спеціальних будівельних робіт, виконання протипожежних заходів, дотримання законодавства з охорони праці *є обов'язками субпідрядника.*

Під час здійснення *підрядником робіт* поза будівельним майданчиком чи на відокремленій ділянці виконання всіх заходів з охорони праці та протипожежної безпеки покладається на *підрядника.*

ЛЕКЦІЯ 2

БЕЗПЕЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖНО-ЗАГОТІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

План

1. Вимоги безпеки до облаштованості й утримання виробничих територій, ділянок робіт і робочих місць.
2. Вимоги електробезпеки на будівельних майданчиках.
3. Організація санітарно-побутового обслуговування.
4. небезпечні зони та вимоги до них.
5. Безпечна експлуатація транспорту.
6. Безпечна організація транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт.

1. Вимоги безпеки до облаштованості й утримання виробничих територій, ділянок робіт і робочих місць

Виробничі території та ділянки робіт у населених пунктах чи на території діючих підприємств для уникнення доступу сторонніх осіб повинні бути огорожені згідно з ДСТУ Б В.2.8-43:2011 «Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови» (чинний з 01.12.2012, замість ГОСТ 23407-78).

Конструкція захисних огорожень повинна задовольняти наступні вимоги:

- висота огороження виробничих територій має бути не меншою ніж 1,6 м, а ділянок робіт – не меншою ніж 1,2 м;
- огороження, що прилягають до місць масового проходу людей, повинні мати висоту, не меншу ніж 2 м, і бути обладнані суцільним захисним козирком, який має витримувати дію снігового навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів;
- огороження не повинні мати прорізів, крім воріт та хвірток, що контролюються протягом робочого часу і мають замикатися після його закінчення.

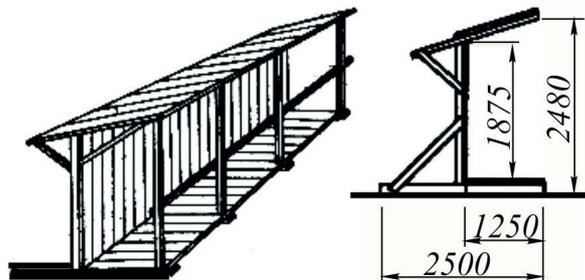


Рис. 2.1. Конструкція огороження, що прилягає до місць масового проходу людей

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди і підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені відповідно до вимог діючих норм і державних стандартів ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення»,

ДСТУ Б А.3.2-15:2011 (ГОСТ 12.1.046-85, MOD) «Норми освітленості будівельних майданчиків».

Зверніть увагу! Освітленість має бути нормативною, без засліплюючої дії освітлювальних пристосувань на працюючих. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається. Охоронне освітлення влаштовується вздовж території, яка охороняється в нічний час, і має забезпечувати освітленість $0,5$ лк на рівні землі.

Робочі місця та проходи до них, розташовані на висоті, більшій ніж $1,3$ м, і на відстані, меншій ніж $2,0$ м від границі перепаду по висоті, повинні бути обладнані захисними огороженнями, а при відстані, більшій ніж $2,0$ м, – сигнальними огороженнями. Прорізи у стінах при однобічному приляганні до них настилу (перекриття) повинні огорожуватися, якщо відстань від рівня настилу до низу прорізу менша ніж $0,7$ м.

Зверніть увагу! Огорожі слід доставити на об'єкт будівництва до початку виконання робіт та негайно встановити після утворення зазначеного перепаду по висоті, а демонтувати безпосередньо перед улаштуванням проектних огорожувальних конструкцій.

Проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам:

- ширина одиночних проходів до робочих місць та на робочих місцях повинна бути не меншою ніж $0,6$ м, а висота таких проходів у просвіті – не меншою ніж $1,8$ м;
- драбини або скоби, що застосовані для піднімання чи спускання працівників на робочі місця, розташовані на висоті, більшій ніж 5 м, повинні бути обладнані пристроями для закріплення фала запобіжного пояса (канатами з уловлювачами та ін.).

Входи до будівель (споруд), що споруджуються, на період будівництва слід захистити зверху суцільним козирком шириною, не меншою від ширини входу до будинку (споруди), і довжиною відповідно до розміру небезпечної зони.

Зверніть увагу! 1. Козирки необхідно зберігати до вводу будинку в експлуатацію. Кут, що виникає між козирком та розташованою вище стіною, повинен бути $70 - 75^\circ$. За довжини козирка понад 2 м допускається встановлювати під зазначеним кутом тільки частину козирка безпосередньо над входом під ним.

2. У разі, коли розрахункова довжина козирка перевищує межі будмайданчика, необхідно використовувати суцільні або сітчасті захисні системи огороження робочих горизонтів, які запобігають падінню елементів конструкцій та інших предметів з висоти в небезпечну зону.

2. Вимоги електробезпеки на будівельних майданчиках

Улаштування й технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, котрий має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу, не меншій ніж, м:

2,5 – над робочими місцями;

3,5 – над проходами;

6,0 – над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою 127 і 220 В необхідно встановлювати на висоті, не меншій ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу.

Зверніть увагу! За висоти підвішування, меншій ніж 2,5 м, необхідно використовувати напругу, не вищу ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати як переносні забороняється.

Вимикачі, рубильники та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо- й вибухозахищеному виконанні.

Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможливлено пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.

Штепсельні розетки на номінальні струми до 20 А, призначені для живлення переносного електроустаткування і ручного електроінструменту, що застосовуються поза приміщеннями, повинні бути обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування, не більшим ніж 30 мА, або кожна розетка має живитися від індивідуального розподільного трансформатора з напругою, не більшою ніж 25 В.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів та транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати одразу після їх установа на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Штепсельні розетки й вилки, що застосовуються у мережах напругою до 25 В, повинні мати таку конструкцію, яка унеможливує вмикання у розетки вилки напругою, більшою ніж 25 В.

Струмопровідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені у місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою

запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів.

Підготовка робочого місця і допуск до роботи персоналу, який працює за відрядженням, здійснюються завжди персоналом організації, що експлуатує електротехнічне устаткування.

Під час монтажу повітряних ліній електропередачі необхідно:

- заземлювати ділянки змонтованої лінії електропередачі, відстань між заземлювачами не повинна перевищувати 3 км;
- розташовувати проводи чи піднімальні троси на висоті, не меншій ніж 4,5 м, а в місцях проїзду транспорту – на висоті, не меншій ніж 6 м. Не допускається перебування людей зі сторони внутрішнього кута, утвореного проводами чи тросами, розміщеними на опорах або на землі.

Монтаж перетинань повітряних ліній з діючими повітряними лініями необхідно виконувати за нарядом-допуском із письмовим узгодженням із їх власниками, із зняттям напруги та із заземленням на місці перетинання на весь час робіт.

Виконувати роботи на перетині з діючою лінією електропередачі дозволяється у разі, коли проводи лінії, що монтується, проходять під проводами діючої лінії за умови вжиття заходів з унеможливлення торкання проводів діючої електролінії.

3. Організація санітарно-побутового обслуговування

Під час виконання робіт на будівельному майданчику роботодавець повинен забезпечити працівників санітарно-побутовими приміщеннями, питною водою та медичним обслуговуванням згідно із чинними нормативами і колективним договором (угодою).

Зверніть увагу! Санітарно-побутові приміщення й обладнання мають бути введені в експлуатацію до початку виконання будівельно-монтажних робіт.

При проектуванні санітарно-побутового обслуговування працюючих необхідно користуватися:

- ✓ нормативними вимогами із проектування допоміжних будинків і приміщень промислових підприємств;
- ✓ інструкцією із проектування побутових будинків і приміщень будівельно-монтажних організацій (СН 276-74);
- ✓ гігієнічними вимогами до влаштування санітарно-побутових приміщень для робітників будівельних і будівельно-монтажних організацій.

Приміщення санітарно-побутового призначення *можуть розміщуватись*:

- ✓ у типових інвентарних будівлях;
- ✓ в адміністративних будівлях комплексів на будівництві великих промислових об'єктів;
- ✓ у стаціонарних побутових приміщеннях, призначених для робітників споруджуваного об'єкта;

✓ у споруджених окремих будівлях.

До складу санітарно-побутових приміщень (СПП) включають гардеробні, приміщення для відпочинку й обігрівання робітників, душові, умивальні, туалети, кімнати особистої гігієни, приміщення для сушіння одягу та харчування й інші, які можуть групуватися відповідним чином.

Зверніть увагу! Необхідну кількість, склад, а також оснащеність СПП приймають залежно від виду та умов будівництва.

У будівлях і приміщеннях побутового призначення необхідно передбачати водопровід, каналізацію, електричне освітлення, опалення й вентиляцію, при цьому дозволяється тимчасове водопостачання із ємностей.

NON MULTA, SED MULTUM

Якість питної води повинна відповідати санітарним вимогам. Питні установки слід розташовувати на відстані, не більшій ніж 75 м по горизонталі й 10 м по вертикалі від робочих місць.

Душові або умивальні з проточною холодною та теплою водою повинні бути розташовані поблизу приміщень для переодягання.

Приміщення для переодягання мають бути легко досяжними, мати достатні розміри і бути устаткованими пристроями для сидіння; кожний працівник повинен мати можливість зберігати власний одяг та особисті речі під замком.

Якщо робота може супроводжуватися виділенням пилу чи шкідливих речовин, у гардеробних приміщеннях необхідно передбачати респіратори на спискову чисельність працівників.

Стіни гардеробних спецодягу, душових, умивальних, санвузлів, приміщень для сушіння одягу повинні виконуватися на висоту 2 м із матеріалів, що дозволяють їх миття гарячою водою із застосуванням миючих засобів.

Для чоловіків і жінок слід облаштувати окремі туалетні приміщення й умивальні або передбачати роздільне користування ними.

Вагітні жінки і матері-годувальниці повинні мати можливість відпочивати, лежачи у зручних умовах.

Зверніть увагу! 1. У приміщеннях для розміщення людей слід передбачати належні заходи для захисту тих, хто не палить, від тютюнового диму.

2. Робочі зони повинні бути облаштовані з урахуванням потреб працівників з фізичними вадами. Це стосується також шляхів сполучень, дверей, сходів, санітарно-побутових умов.

3. Санітарно-побутові приміщення повинні бути забезпечені аптечками з медикаментами, ношами, фіксуючими шинами й іншими засобами надання першої медичної допомоги. За чисельності працюючих на об'єкті, більшої ніж 300 осіб, генпідрядник повинен організувати роботу медпункту (з постійним медперсоналом).

Необхідну кількість і склад СПП на стадії ПОБ установлюють залежно від річної вартості будівельно-монтажних робіт, а на стадії ПВР – відповідно до календарного графіка виконання робіт і графіка руху робочої сили.

Кількість робітників на будівництві комплексу визначається згідно зі складом організацій виконавців або діленням річної програми будівельно-монтажних робіт (тис. грн) на середній виробіток одного робітника і тривалість будівництва.

Кількість працівників, зайнятих у зміні максимальної чисельності, обчислюється відповідно до залежності

$$N = \frac{C_p}{B} k, \text{ ос.}, \text{ для декількох організацій } N = \sum_I^n \frac{C_p}{B} k,$$

де $C_p = c/t$ – річна вартість будівельно-монтажних робіт, тис. грн;

c – кошторисна вартість об'єкта, тис. грн;

t – нормативна тривалість будівництва, років;

B – плановий виробіток одного працюючого на будівельно-монтажних роботах, тис. грн;

k – коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили (1, 1...1,5).

Кількість працюючих чоловіків і жінок $N_{чол} = 0,7 \times N$; $N_{ж} = 0,3 \times N$.

Виходячи з максимальної кількості працюючих, визначають чисельність ІТР, службовців, охорони й обслуговуючого персоналу

$$N_I = \alpha_I \times N,$$

де α_I – відповідні нормативні коефіцієнти категорій робітників за галузями і видами будівництва.

Таблиця 2.1

Нормативні коефіцієнти категорій робітників

Галузь або вид будівництва	Робітники	ІТР	Службовці	МОП і охорона
Промислове	0,826...0,856	0,11...0,127	0,031...0,038	0,009...0,015
Промислове в умовах міста	0,787	0,134	0,043	0,036
Енергетичне (ТЕЦ, АЕС)	0,846	0,117	0,029	0,008
Житлове	0,85	0,08	0,05	0,02
Інженерні комунікації та споруди в умовах міста	0,789...0,837	0,123...0,171	0,028...0,041	0,001...0,006

Необхідну площу СПП і їх обладнання визначають із залежності

$$A_i = n_i \times N, \text{ м}^2,$$

де n_i – норма площі такого виду приміщення на одного працівника, м^2 .

Визначення площ адміністративних та санітарно-побутових приміщень виконується відповідно до кількісного складу робітників на об'єкті за укрупненими нормативними показниками згідно з таблицею 2.2.

Таблиця 2.2

Норми потреби у площах побутових приміщень

Номенклатура приміщень	Одиниця вимірювання	Нормативний показник
Гардеробна	$\text{м}^2/10$ осіб	7
Душова з передбанником	те саме	5,4
Умивальна	те саме	2
Сушарка для одягу і взуття	те саме	2
Приміщення для обігрівання працюючих	те саме	1
Їдальня (на напівфабрикатах)	те саме	8,1
Буфет	те саме	7
Приміщення для приймання їжі	те саме	10
Приміщення для особистої гігієни жінок	$\text{м}^2/100$ жінок	3,5
Туалет	$\text{м}^2/10$ осіб	1

Вимоги до розміщення СПП:

- 1) СПП повинні розміщуватися компактними групами (не більше десяти) поблизу зон найбільшої концентрації працюючих;
- 2) відстань між приміщеннями в одній групі має бути не меншою ніж 1 м, а між групами – не меншою ніж 18 м;
- 3) відстань від робочих місць, які знаходяться на відкритому повітрі або в неопалюваних приміщеннях, до СПП не повинна перевищувати 50 м;
- 4) об'єкти містечок мають бути віддалені від бункерів, бетонорозчинних і сортувальних вузлів та інших об'єктів, котрі виділяють пил, шкідливі пари і гази, з підвітряної сторони на відстані, не меншій ніж 50 м;
- 5) містечки не повинні бути розміщені біля відкритих траншей та котлованів, залізничних шляхів (*найменша відстань від осі шляху до СПП – 6 м*) або небезпечних зон роботи монтажних та інших будівельних машин;
- 6) виробничі та санітарно-побутові приміщення, місця відпочинку, проходи для людей, робочі місця на будівельних майданчиках слід розташовувати за межами небезпечних зон. Якщо виробничі й санітарно-побутові приміщення розміщуються у небезпечних зонах, необхідно визначити графіки безпечного перебування в них людей;
- 7) відстань від краю проїжджої частини автомобільної дороги до будівлі повинна бути:
 - за відсутності в'їзду в будівлю і при довжині будівлі до 20 м не меншою ніж 1,5 м, більше 20 м – 3 м;
 - за наявності в'їзду в будівлю – 8...12 м.

4. Небезпечні зони та вимоги до них

Перед початком робіт в умовах дії виробничого ризику необхідно визначити небезпечні для людей зони, в яких постійно діють або можуть діяти небезпечні фактори, пов'язані чи не пов'язані з характером робіт, що виконуються.

Небезпечна зона – це простір, у котрому можливий вплив на працюючих небезпечного і (або) шкідливого виробничого чинника.

Небезпечні зони можуть бути *постійними* та *потенційними* чи тимчасовими.

До постійних небезпечних зон відносять:

- простір поблизу неізольованих струмоведучих частин електроустановок;
- місця поблизу неогороджених перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- місця, де рівень шкідливих факторів перевищує санітарні норми.

Зверніть увагу! Постійні небезпечні зони повинні мати стаціонарне огородження висотою 1,2 м.

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих факторів слід відносити:

- ділянки території поблизу будівлі чи споруди, що зводиться;
- поверхи (яруси) будинків, споруд в одній будівельній ділянці, де виконуються роботи, над якими здійснюється монтаж (демонтаж) конструкцій або устаткування;
- зони переміщення будівельно-дорожніх машин, обладнання або їхніх частин, робочих органів;
- місця, над якими переміщуються вантажі кранами.

Зверніть увагу! По периметру зона позначається попереджуваними написами, знаками, сигналами (не рідше ніж через 30 м), а також сигнальним огороженням (стійки висотою 0,8 м і два ряди горизонтальних елементів. Фарбування огорожень здійснюють згідно з ГОСТ 12.4.026-76* «ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности» у вигляді чергування нахилених під кутом 45...60° або прямих (вертикальних і горизонтальних) смуг жовтого сигнального і чорного кольорів; співвідношення ширини смуг 1:1).

До небезпечних зон відносять зони, над котрими здійснюються переміщення вантажів кранами. Зони, над якими відбувається переміщення частин баштового крана без вантажів (у т.ч. противага), не вважаються небезпечними.

Границі небезпечних зон, у межах котрих є можливість виникнення небезпеки у зв'язку з падінням предметів, приймаються згідно з ДБН залежно від можливої висоти падіння предметів.

Таблиця 2.3

Межі небезпечних зон

Висота можливого падіння предмета <i>h</i> , м	Межі небезпечної зони, <i>S</i> , м	
	у місцях, над якими виконується переміщення вантажів (від горизонтальної проекції траєкторії максимальних габаритів вантажів у випадку падіння)	поблизу будівлі або споруди, що будується (від її зовнішнього периметра)
До 10	Від 0 до 4	Від 1,5 до 3,5
Від 10 до 20	Від 4 до 7	Від 3,5 до 5
Від 20 до 70	Від 7 до 10	Від 5 до 7
-//- 70 до 120	Від 10 до 15	Від 7 до 10
-//- 120 до 200	Від 15 до 20	Від 10 до 15
-//- 200 до 300	Від 20 до 25	Від 15 до 20
-//- 300 до 450	Від 25 до 30	Від 20 до 25

У ряді випадків виконують спеціальний розрахунок межі небезпечної зони з урахуванням дії всіх можливих факторів:

- ✓ межа небезпечної зони, *m*, яка виникає при падінні предмета поблизу споруджуваної будівлі,

$$X = \frac{A}{mg} (20h + 0,235h^2) + v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

де *A* – ефективна площа поперечного перетину падаючого предмета, *m*² (визначається як середнє арифметичне із двох значень площ найбільшого і найменшого перетину); *m* – маса падаючого предмета, кг; *g* – прискорення

вільного падіння, m/c^2 ; h – висота падіння, m ; v_0 – горизонтальна складова швидкості падіння предмета, m/c ;

✓ межі небезпечної зони *поблизу баштових кранів* визначають:

– за довжиною рейкової колії $L_{кр} = \ell_k + 2(R+S)$;

– за шириною рейкової колії $B_{кр} = b_k + 2(R+S)$,

де ℓ_k , b_k – довжина і ширина колії, m ; R – максимальний виліт крюка крана, m ; S – відлітання вантажу при його падінні з висоти, m .

У процесі обчислення розмірів небезпечної зони відлітання вантажу при його падінні з висоти визначають із таких залежностей:

✓ відстань відлітання, яка виникає від *можливого падіння конструкції при переміщенні її краном* (рис. 2.2), рекомендується визначати за формулою, запропонованою А. П. Новаком,

$$S_k = \sqrt{h[\ell(1 - \cos\alpha) + a]},$$

де S_k – гранично можливе відлітання конструкції в сторону від початкового положення її центра ваги при можливому вільному падінні, m ; h – висота підйому конструкції у процесі монтажу, m ; ℓ – довжина стропи, m ; a – половина довжини конструкції, m ; φ – кут між вертикаллю і стропом, град;

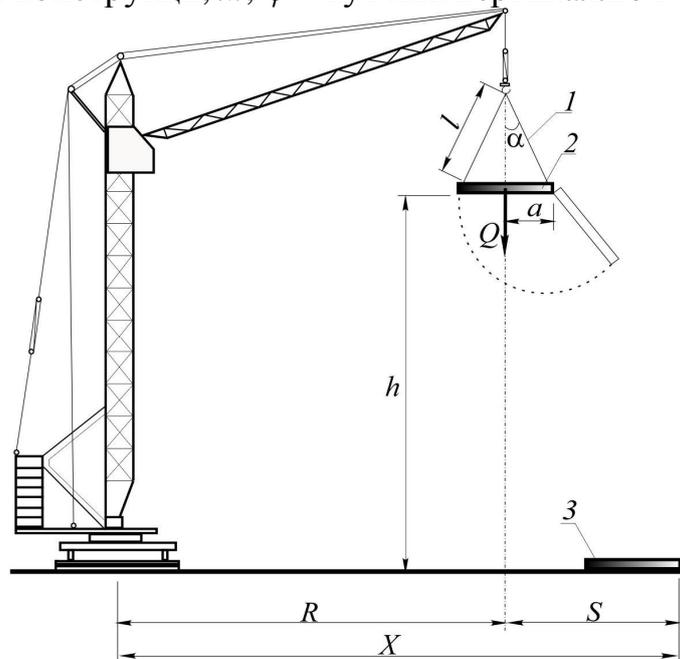


Рис. 2.2. Визначення межі небезпечної зони при падінні будівельної конструкції з крюка крана:

1 – стропова петля; 2 – конструкція, що піднімається; 3 – положення конструкції після падіння; Q – маса вантажу

✓ відстань відлітання вантажу з *урахуванням швидкості повороту стріли крана при його падінні з висоти h* –

$$S_k = 0,32\omega R\sqrt{h},$$

де ω – кутова швидкість повороту стріли, c^{-1} .

Зверніть увагу! Ця залежність урахує тільки початкову лінійну швидкість руху ωR і висоту вантажу над землею, а отже, може бути використана тільки для компактних вантажів, які мають малу парусність, тобто малий опір обтіканню повітряним потоком.

Границю небезпечної зони *поблизу рухомих частин і робочих органів машин та механізмів* приймають у межах 5 м, якщо інші вимоги відсутні.

Межі небезпечної зони *поблизу вертикального підйомника*, який працює на будівлі висотою до 20 м, приймають *не меншими ніж 5 м* від осі підйомника, а на будівлях більшої висоти – $0,25h$.

Границі небезпечних зон, у межах котрих є можливість *виникнення небезпеки травмування електричним струмом*, приймаються згідно з ДБН. Тут зону визначають простором, у межах якого робітник може доторкнутися проводів довгомірними деталями плюс 1 м.

Відстань безпечного наближення до лінії електропередачі, яка проходить через будмайданчик, установлюють залежно від напруги у мережі.

Таблиця 2.4

Межі небезпечних зон, де існує небезпека ураження електричним струмом

Напруга, кВ	Відстань від неогороджених неізолюваних частин електроустановки (електроустаткування, кабелю і дроту) або від вертикальної площини, що утворюється проекцією на землю найближчого дроту повітряної лінії електропередачі, що знаходиться під напругою, м
до 1	1,5
від 1 до 20	2
від 35 до 110	4
від 150 до 220	5
330	6
від 550 до 750	9
800 постійного струму	9

Зверніть увагу! У цій зоні забороняється вести роботи, складувати матеріали і конструкції, розміщувати тимчасові будівлі та споруди без узгодження з експлуатуючою організацією.

При вмісті *шкідливих речовин* у повітрі згідно з **ГОСТ 12.1.005-88** границю небезпечної зони визначають замірами фактичних концентрацій шкідливих речовин. Простір, у якому ця концентрація перевищує гранично допустимі значення, вважається небезпечною зоною.

Зверніть увагу! *Небезпечні зони графічно відображаються у будгенпланах, схемах ведення робіт технологічних карт, у картах трудових процесів. У пояснювальній записці даються вказівки з огороження та охорони цих зон.*

5. Безпечна експлуатація транспорту

Безпечна експлуатація транспортних засобів на будівельному майданчику залежить у першу чергу від їх справності. Відповідальність за справний стан машин і механізмів несе адміністрація автопідприємства.

З метою безпечного виконання транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт будівельний майданчик влаштовується згідно з будгенпланом, у якому передбачаються: внутрішні дороги з твердим покриттям кільцевої системи необхідної ширини з розширеними площадками для вантажно-розвантажувальних робіт, складські площадки поблизу доріг і

підйомних засобів, вирівняні (з ухилом, не більшим ніж 5°) та втрамбовані, а в зимовий час – очищені від снігу й полою; сигнальні та обмежувальні написи і знаки для транспортних засобів і пішоходів; раціональні й безпечні пересікання шляхів руху автотранспорту з іншими видами транспорту і технологічними комунікаціями.

Біля в'їзду на виробничу територію (майданчик) необхідно встановлювати схему внутрішньомайданчикових доріг та проїздів із зазначенням їх розмірів, а також місць складування матеріалів і виробів, місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання тощо.

Внутрішні автомобільні дороги виробничих територій повинні відповідати **ДБН А.3.1-5-2009** «Управління, організація, технологія. Організація будівельного виробництва» (чинний від 2012-01-01) і бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України.

Для зміни на період будівництва існуючої схеми дорожнього руху на під'їзних шляхах до будівельного майданчика або запровадження спеціальних заходів щодо забезпечення безпеки руху у складі ПОБ розробляється схема дорожнього руху, яка узгоджується місцевими органами влади та організацією, що обслуговує шляхи.

Місце установки машин визначається таким чином, щоб був простір, достатній для огляду робочої зони і маневрування. Ширина проїжджої частини дороги при односторонньому русі транспорту повинна бути не меншою ніж 3,5 м, а при двосторонньому – 6 м. Радіуси заокруглення тимчасових доріг приймають не меншими ніж 10 м, а при русі панелевозів й інших великогабаритних машин – 12 м.

При влаштуванні тимчасових доріг необхідно вказувати призначення, термін експлуатації, природні умови траси та її стан до моменту влаштування покриття. Для влаштування тимчасових доріг з удосконаленим покриттям доцільно використовувати залізобетонні плити. За їх відсутності тимчасові дороги влаштовуються з піщано-шлаковим, гравійним або ґрунтово-щебеневим покриттям.

Якщо будівлю споруджують з укрупнених елементів або конструкцій, для їх подачі зі складу на місце монтажу влаштовують рейкову колію. Із цією метою рейковий шлях нормальної колії вкладають на баласті з піску, шлаку, гравію чи щебеню. Максимальний ухил рейкової колії не має перевищувати 2%, а в особливо важких умовах – 4%, радіус кривих повинен бути не меншим ніж 250 м, а у виняткових випадках – 150 м з обов'язковим улаштуванням контррельсів.

Пересікання автомобільних доріг із рейковим шляхом проектується під прямим кутом на довжині 50 м з поздовжнім ухилом, не більшим ніж 3%, а в місцях пересікання влаштовують настил.

При влаштуванні внутрішніх доріг необхідно дотримуватися мінімальних відстаней між:

- ✓ дорогою та складом – 0,5...1 м;

- ✓ дорогою і рельсовим шляхом – 6,5...12,5 м залежно від вильоту стріли крана та його розміщення;
- ✓ дорогою і парканом – не менше ніж 1,5 м;
- ✓ дорогою та брівкою траншеї для суглинистих ґрунтів – 0,5...0,75 м, для піщаних – 1...1,5 м.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не може перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год – на поворотах.

З метою безпечного ведення транспортних операцій на будівельному майданчику повинні бути вивішені знаки дозволяючого, забороняючого, попереджувального, інформуючого характеру із чіткими написами й указівками в'їздів і виїздів транспорту, напрямку руху, розвороту та роз'їздів, стоянки при навантаженні й розвантаженні, швидкості руху, меж небезпечних зон і т.д.

Підвищені вимоги безпеки пред'являються до транспорту для перевезення людей. До керування вантажними автомобілями, на яких здійснюється перевезення людей, допускаються водії, котрі мають відповідну категорію. Вантажні автомобілі, які використовуються для цих цілей, обладнують відповідно до вимог Правил дорожнього руху. У маршрутному листі водія автомобіля повинна бути позначка автопідприємства про готовність автомобіля і вказано максимально можлива кількість пасажирів. При перевезенні людей водію необхідно визначити маршрут руху з позначенням небезпечних ділянок дороги.

Під час перевезення людей повинні бути призначені працівники, відповідальні за безпеку перевезення. Місця посадки в транспортні засоби та зсаджування мають бути обладнані спеціальними площадками або іншими пристроями, що забезпечують безпеку людей. Перед початком руху транспортного засобу водій зобов'язаний переконатися, що посадка людей закінчена й вони правильно розміщені, та попередити їх про початок руху.

Не дозволяється перевезення людей у кузові автосамоскидів, на причепах, напівпричепах і цистернах, а також у кузовах бортових автомобілів, які спеціально для цього не обладнані. Для безпечної посадки та висадки людей з автотранспорту використовують спеціально обладнані площадки й інші пристрої.

6. Безпечна організація транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт

Основними причинами травматизму при вантажно-розвантажувальних роботах (ВРР) є падіння вантажу при переміщенні, неправильне кріплення вантажу на транспортних засобах, порушення правил експлуатації будівельних машин, відсутність або несправність засобів індивідуального захисту, недостатня освітленість робочих місць і ділянок складування матеріалів, виконання такелажних робіт непідготовленими робітниками та ін.

У технологічних картах на виконання ВРР установлюється порядок доставки конструкцій і обладнання на будівельний майданчик з урахуванням технологічної послідовності виконання робіт, розмірів приоб'єктних складів і

збірно-укрупнюючих площадок, типу транспортних засобів з урахуванням параметрів вантажу, якість доріг і місцеві кліматичні умови, способи укладання й закріплення вантажу, місця встановлення вантажопідіймальних машин і складування виробів, тип вантажозахоплювальних пристосувань.

Зверніть увагу! Дотримання порядку і способу транспортування, навантаження й розвантаження вантажів та відповідних вимог безпеки покладатиметься на керівника робіт.

Відстань між автомобілями, які одночасно знаходяться під навантаженням або які стоять один за одним, повинна бути не меншою ніж 1 м, а між автомобілями, розташованими по фронту робіт (поряд), – не меншою ніж 1,5 м.

У разі, якщо вантажний автомобіль знаходиться біля будівлі (споруди), відстань між нею і заднім бортом автомобіля або граничною межею вантажу повинна бути не меншою ніж 0,5 м, відстань між автомобілем і штабелем вантажу – не меншою ніж 1,0 м.

ВРР повинні виконуватися механізованим способом. Механізований спосіб ВРР є обов'язковим для вантажів масою, більшою ніж 30 кг, а також при підйманні вантажів на висоту, вищу ніж 2 м. Завантаження автотранспорту здійснюється згідно з його вантажопідйомністю, а також діючими вимогами за габаритами вантажу, що перевозиться.

Зверніть увагу! У процесі вантажно-розвантажувальних робіт слід дотримуватися вимог законодавства та нормативів про граничні норми перенесення вантажу і допуску працівників до виконання таких робіт. Чоловікам дозволяється переносити вантажі на ношах по горизонтальному шляху до 55 кг тільки у виняткових випадках і на відстань, не більшу ніж 50 м.

Майданчики для навантажувальних і розвантажувальних робіт повинні мати ухил, *не більший ніж 5°*, розміри та покриття мають відповідати проекту виконання робіт і бути розміщені у монтажних зонах вантажно-підіймальних кранів.

На майданчиках для навантаження і розвантаження тарних вантажів (тюків, бочок, рулонів тощо), що зберігаються на складах та в пакгаузах, мають бути облаштовані платформи, естакади, рампи висотою, що дорівнює висоті підлоги кузова автомобіля або залізничної платформи чи вагона.

Естакади, з яких розвантажуються сипкі вантажі, повинні бути розраховані на приймання повного навантаження від вантажного автомобіля визначеної марки, обладнані показчиками допустимої вантажопідйомності, огорожені з боків та обладнані колесовідбивними брусами.

Складування матеріалів на відкритих складах виконується за розробленими й затвердженими технологічними картами із зазначенням на них місць і розмірів складування, а також розмірів проходів. Технологічна карта складування виконується у вигляді плану складу, на якому позначені місця та розміри штабелів вантажів, проходи для людей, під'їзні шляхи транспорту, колії рейкових кранів і зони їх дії, місця встановлення самохідних кранів, транспорту під навантаження та розвантаження.

Способи складування вантажів мають забезпечувати стійкість штабелів,

пакетів і вантажів, можливість механізованого розбирання штабеля та підймання вантажу навісними захватами, безпеку працюючих на штабелі або біля нього, можливість застосування й нормального функціонування засобів захисту та пожежної техніки, циркуляцію повітряних потоків за природної чи штучної вентиляції закритих складів.

Зверніть увагу! Складування матеріалів і виробів відповідно до ПВР повинен забезпечувати керівник робіт. У разі виявлення порушення вимог чинних правил складування він має терміново вжити заходів для усунення порушення. Застосування матеріалів та виробів, що були заскладовані з порушенням правил, керівником робіт повинно бути тимчасово зупинено до вирішення питання про можливість їх подальшого використання. Це рішення має бути задокументовано.

Матеріали (конструкції) необхідно розміщувати на вирівняних майданчиках та вживати заходів, що запобігають самовільному зсуву, осіданню, опаданню і розкочуванню. Майданчики для складування повинні мати стоки поверхневих вод. Забороняється здійснювати складування матеріалів, виробів на насипних неущільнених ґрунтах.

Порядок складування та зберігання матеріалів, виробів, приладів та обладнання регламентується **ДБН А.3.2-2-2009** «Охорона праці і промислова безпека в будівництві»:

- ✓ плити перекриття – штабель заввишки 2,5 м на підкладках і прокладках;
- ✓ цегла у пакетах на піддонах – не більше ніж у два яруси, у контейнерах – один ярус, без контейнерів – заввишки не більше 1,7 м;
- ✓ фундаментні блоки та блоки стін підвалів – у штабелі висотою не більше ніж 2,6 м на підкладках із прокладками;
- ✓ ригелі й колони – у штабелі висотою до 2,0 м на підкладках із прокладками;
- ✓ пиломатеріали – у штабелі висотою при рядовому укладанні не більше половини ширини штабеля, при укладанні у клітки – не більше ширини штабеля;
- ✓ дрібносортний метал – у стелаж висотою, не більшою ніж 1,5 м;
- ✓ чорні прокатні метали (листова сталь, швелери, двотаврові балки, сортова сталь) – у штабель висотою до 1,5 м на підкладках із прокладками;
- ✓ труби діаметром до 300 мм – у штабелі висотою до 3 м на підкладках і прокладках з кінцевими упорами проти розкочування;
- ✓ труби діаметром, більшим ніж 300 мм, – у штабелі висотою до 3 м у сідло без прокладок;
- ✓ блоки санітарно-технічні й вентиляційні – у штабелі висотою до 2,5 м на підкладках і прокладках.

Зверніть увагу! Підкладки та прокладки в штабелях матеріалів і конструкцій необхідно розміщувати в одній вертикальній площині; їх товщина під час штабелювання панелей, блоків тощо має перевищувати висоту монтажних петель, що виступають, не менше ніж на 20 мм.

Сипкі матеріали, які зберігаються на будівельному майданчику, повинні мати крутизну відкосів, що відповідає куту природного відкосу для такого виду

матеріалу.

Пилоподібні матеріали необхідно зберігати в силосах, бункерах або інших закритих ємностях, вживаючи заходів проти розпилення під час навантаження або розвантаження. Завантажувальні отвори ємностей повинні закриватися захисними ґратами, а люки – затворами.

Зверніть увагу! Бункери та інші ємності глибиною, більшою ніж 2 м, для зберігання сипких та пилоподібних матеріалів повинні бути обладнані засобами для запобігання утворенню склепінь та зависань матеріалів або для примусового їх обвалення.

При влаштуванні складських майданчиків, навісів, закритих складів необхідно виходити з того, що ширина проходів для безпечного виконання ВРР між штабелями матеріалів, конструкцій і деталей повинна бути не меншою ніж 1 м. Складування має виконуватися за межами призми зсуву, але не менше ніж 1 м до брівки природного відкосу або кріплення виїмки.

Підвищені вимоги безпеки пред'являються до зберігання отруйних, легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин. Як правило, отруйні речовини дозволяється зберігати тільки в окремих закритих сухих затемнених приміщеннях, які добре провітрюються, віддалених від житла, їдалень, питних колодязів і водойм. На вході й у самих приміщеннях вивішуються попереджувальні написи і знаки. Склади для зберігання кислот забезпечуються нейтралізаторами.

Матеріали, що містять шкідливі чи вибухонебезпечні розчинники, необхідно зберігати в герметично закритій тарі. Якщо в одному приміщенні зберігаються різноманітні токсичні речовини, тара повинна мати бірки, пофарбовані у різні кольори.

Зверніть увагу! Забороняється використання вибухонебезпечних і токсичних матеріалів та виробів без ознайомлення персоналу з інструкціями щодо їх застосування.

Лакофарбові, ізоляційні, опоряджувальні та інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, дозволяється зберігати на робочих місцях у кількостях, що не перевищують *змінної потреби*.

У приміщеннях у разі періодичного чи постійного розтікання рідин по підлозі (води, органічних розчинників, мінеральних масел, емульсій, нейтральних, лужних чи кислотних розчинів тощо) підлога повинна бути непроникною для цих рідин і мати ухил для стоку рідин до лотків, трапів або каналів.

Ухил підлоги, стічних лотків чи каналів має бути, %:

2...4 – у разі покриття з бруківки, цегли, бетонів усіх видів;

1...2 – у разі покриття з плит;

3...5 – у разі змивання твердих відходів виробництва струменем води під напором.

Трапи та канали для стоку рідин на рівні поверхні підлоги необхідно закрити кришками чи ґратами. Стічні лотки повинні бути розташовані осторонь від проходів і проїздів та не перетинати їх.

ЛЕКЦІЯ 3

БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

План

1. Небезпеки, пов'язані з експлуатацією вантажопідіймальних кранів і машин.
2. Організаційно-технічні заходи з безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів.
 - 2.1. Реєстрація та пуск в експлуатацію вантажопідіймальних кранів і машин.
 - 2.2. Технічний огляд вантажопідіймальних кранів і машин.
 - 2.3. Заходи безпеки при експлуатації вантажопідіймальних кранів.
3. Пристрої безпеки, встановлені на вантажопідіймальних кранах, та їх призначення.
4. Оцінювання стійкості вантажопідіймальних кранів.
 - 4.1. Оцінювання стійкості стрілових самохідних кранів.
 - 4.2. Оцінювання стійкості баштового крана.
5. Улаштування підкранової колії.
6. Застосування вантажозахоплювальних пристроїв і тари.
7. Безпечна експлуатація ручних машин та інструменту.

1. Небезпеки, пов'язані з експлуатацією вантажопідіймальних кранів і машин

Вантажопідіймальний кран – машина циклічної дії, призначена для підймання та переміщення в просторі вантажу, підвішеного за допомогою гака чи втримуваного іншим вантажозахоплювальним органом.

Вантажопідіймальна машина – підіймальний механізм (пристрій) циклічної дії, призначений для переміщення в просторі вантажу та (або) працівників (однорейкові візки, талі, лебідки, кранові підйомники).

До основних видів небезпек, небезпечних ситуацій і небезпечних випадків, що можуть виникнути під час нормальної експлуатації та в разі порушення умов нормальної експлуатації вантажопідіймальних кранів і машин, вантажозахоплювальних пристроїв, тари й колисок і які становлять небезпеку для обслуговувального та ремонтного персоналу, можна віднести:

1) механічні види небезпеки, пов'язані з підймальними операціями вантажопідіймальними кранами і машинами, вантажозахоплювальними пристроями, тарою та колісками і спричинені:

- падінням вантажу, зіткненням, перекиданням крана (машини);
- сходом крана чи машини з рейок;
- недостатньою механічною міцністю складових частин і деталей;
- неправильним вибором канатів, вантажозахоплювальних органів, пристроїв, тари і колисок та їх неправильним установленням;

➤ невідповідними умовами для встановлення, монтажу, демонтажу, налагодження, випробування, експлуатації, ремонту, реконструкції та модернізації;

➤ дією вантажу на працівників (нанесення удару вантажем або противагою);

2) механічні види небезпеки, пов'язані зі складовими частинами вантажопідіймальних кранів і машин, вантажозахоплювальними пристроями, тарою і колісками, з вантажами, що переміщуються;

3) електричні та термічні види небезпеки;

4) небезпека, спричинена шумом і вібрацією;

5) небезпека, спричинена помилками (дефектами) під час складання або монтажу крана чи машини;

6) небезпека, спричинена поступальним рухом крана, машини, вантажних візків (рух під час запускання двигуна, рух за відсутності машиніста на своєму місці, занадто висока швидкість крана, машини, вантажного візка, керованих з підлоги);

7) небезпека, пов'язана з несприятливими природними факторами (вітрове і снігове навантаження, ожеледиця, зледеніння, сейсмічне навантаження).

Ризики обслуговувального і ремонтного персоналу від впливу вищенаведеної небезпеки повинні бути унеможливлені або зведені до мінімуму за рахунок виконання запобіжних заходів, спрямованих на унеможливлення прогнозованих ризиків та забезпечення безпеки під час виготовлення, встановлення, монтажу, демонтажу, налагодження, випробування, експлуатації, ремонту, реконструкції й модернізації вантажопідіймальних кранів та машин, їх складових частин, а також вантажозахоплювальних органів, пристроїв і тари.

2. Організаційно-технічні заходи з безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів

До організаційно-технічних заходів із безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів відносять:

- реєстрацію та пуск в експлуатацію вантажопідіймальних кранів і машин;
- технічний огляд та перевірку стійкості вантажопідіймальних механізмів;
- виділення і позначення небезпечних зон на будівельному майданчику;
- встановлення автоматичних пристроїв безпеки;
- навчання і видачу допусків робітникам.

2.1. Реєстрація та пуск в експлуатацію вантажопідіймальних кранів і машин

Реєстрацію вантажопідіймальних машин згідно з **НПАОП 0.00-1.01-07** «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів» (далі – Правила) проводять у місцевих органах технічного нагляду за письмовою заявою підприємства-власника або орендатора крана і паспорта вантажопідіймальної машини.

Зверніть увагу! У заяві зазначається наявність у суб'єкта господарювання дозволу на експлуатацію цих вантажопідіймальних кранів або машин, а також наявність відповідальних працівників і навченого персоналу для обслуговування та ремонту вантажопідіймальних кранів або машин. Якщо у суб'єкта господарювання відсутні необхідні фахівці, то в заяві зазначається наявність договору зі спеціалізованою організацією на виконання відповідних робіт.

У разі реєстрації вантажопідіймального крана чи машини, що пересуваються надземною рейковою крановою колією, має надаватися довідка про те, що кранова колія розрахована на роботу встановлених на ній вантажопідіймальних кранів або машин. Довідка має складатися на підставі проекту рейкової колії.

Перереєстрацію виконують після реконструкції чи ремонту крана, при яких виникла необхідність складання нового паспорта, передачі іншому власнику і переустановлення козлового або мостового крана на нове місце. Перереєстрації за місцем виконання робіт підлягають також вантажопідіймальні крани, які були направлені будівельними організаціями в інші області на термін, більший ніж *три місяці*.

Реєстрація здійснюється не пізніше ніж у *десятиденний строк* із дня одержання документів територіальним органом спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з промислової безпеки та охорони праці.

У разі направлення стрілового самохідного крана для роботи за межі області, в якій він зареєстрований, суб'єкт господарювання повинен повідомити про це територіальному органу спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з промислової безпеки й охорони праці із зазначенням реєстраційного номера крана, місця направлення та строку проведення робіт. Після прибуття крана на місце виконання робіт має бути повідомлений про це територіальний орган спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з промислової безпеки й охорони праці, на території якого будуть проводитися роботи. Якщо термін цих робіт перевищує три місяці, то суб'єкт господарювання знімає кран з обліку та реєструє його в територіальному органі спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з промислової безпеки й охорони праці, на території якого будуть виконуватися роботи.

Вантажопідіймальним машинам, *котрі не підлягають реєстрації* в органах технагляду, а також змінним вантажозахоплювальним пристроям присвоюють інвентарні номери, котрі записують у журнал обліку вантажопідіймальних машин та змінних пристроїв.

Для одержання дозволу на пуск вантажопідіймальної машини, зареєстрованої в органах технагляду, власник крана повинен повідомити органи технагляду не менше ніж за *п'ять днів* до передбачуваного пуску машини. Дозвіл на експлуатацію крана, який не підлягає реєстрації в органах технагляду, видає інженер із технічного нагляду за вантажопідіймальними машинами організації на основі документації заводу-виробника та задовільних результатів технічного огляду.

NON MULTA, SED MULTUM

Пуск у роботу вантажопідіймальних кранів і машин здійснюється на підставі рішення про можливість їх експлуатації в таких випадках:

- 1) у разі введення в експлуатацію нововиготовлених вантажопідіймальних кранів і машин;
- 2) перерви в експлуатації більш як 12 місяців;
- 3) після монтажу, пов'язаного з установленням вантажопідіймального крана чи машини на нове місце;
- 4) після реконструкції або модернізації вантажопідіймального крана чи машини;
- 5) після капітального ремонту вантажопідіймального крана або машини, а також після ремонту;
- б) у разі закінчення строку служби (граничного строку експлуатації) вантажопідіймального крана чи машини, а також у разі аварії або пошкодження, спричиненого надзвичайною ситуацією природного чи техногенного характеру, виявлення зносу (механічного або корозійного), залишкової деформації, тріщин, інших пошкоджень складових частин, деталей чи їх елементів, що перевищують допустимі значення;
- 7) після передачі іншому суб'єкту господарювання;
- 8) після направлення стрілового самохідного крана для роботи строком більше трьох місяців за межі області, у якій він зареєстрований;
- 9) після установлення змінного стрілового обладнання або заміни стріли;
- 10) після заборони експлуатації вантажопідіймального крана чи машини посадовою особою спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з промислової безпеки та охорони праці.

Рішення про можливість експлуатації вантажопідіймальних кранів і машин, що підлягають реєстрації в територіальних органах спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з промислової безпеки та охорони праці, приймається посадовою особою цього органу.

2.2. Технічний огляд вантажопідіймальних кранів і машин

З метою профілактики травматизму та виключення аварій усі вантажопідіймальні механізми до початку роботи повинні пройти технічний огляд.

Механізми, що експлуатуються, підлягають періодичному технічному огляду: *один раз на 12 місяців – частковому й один раз на три роки – повному.*

Позачерговий повний технічний огляд вантажопідіймальних кранів і машин належить проводити у разі:

- уведення їх в експлуатацію після ремонту, реконструкції або модернізації;
- перерви в експлуатації більш як на 12 місяців;
- демонтажу та встановлення на новому місці;
- закінчення граничного строку експлуатації (із застосуванням видів робіт, що не використовувалися під час експертного обстеження);
- експлуатаційної чи деградаційної відмови, виявлення зносу (механічного або корозійного), залишкової деформації, тріщин, інших пошкоджень складових частин, що перевищують допустимі значення;
- аварії чи пошкодження, спричиненого надзвичайною ситуацією;

- після встановлення змінного стрілового обладнання або заміни стріли;
- у разі отримання припису посадової особи спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади.

Технічний огляд вантажопідіймальних машин проводить інженер із нагляду за вантажопідіймальними машинами за участі особи, яка відповідає за їх стан, а початковий технічний огляд кранів, котрі випускаються чи ремонтуються заводом, перевозяться на місце експлуатації у збірному вигляді, а також стрілових кранів – відділ технічного контролю заводу-виробника або ремонтного заводу. Дату і результати технічного огляду заносять до паспорта вантажопідіймальної машини.

Мета технічного огляду – встановити відповідність крана та його монтажу діючим правилам і представленій при реєстрації документації, що кран знаходиться у справному стані, який забезпечує безпечну роботу.

NON MULTA, SED MULTUM

Під час технічного огляду мають бути оглянуті й перевірені в роботі всі механізми та їх гальма, прилади й пристрої безпеки, гідроприсрої та електрообладнання, сигналізація, а також перевіряються регламентовані розміри.

Крім того, перевіряються:

- стан металоконструкцій вантажопідіймального крана чи машини та їх зварних (клепаних) з'єднань (відсутність тріщин, деформацій, зменшення товщини стінок унаслідок корозії, ослаблення клепаних з'єднань та інших дефектів), а також kabіни, засобів доступу, площадок, огорожі тощо;
- стан гака, деталей його підвіски;
- стан канатів і їх кріплення;
- стан заземлення електричного вантажопідіймального крана або машини (у стрілових самохідних кранів – за наявності), рейкової колії, стан ізоляції електропроводки та величини їх опору;
- відповідність маси противаги й баласту в кранів стрілового типу даним, зазначеним у паспорті.

При повному технічному огляді здійснюють:

- вивчення експлуатаційних (паспорт, настанова з експлуатації, вахтовий журнал тощо), конструкторських (проектних) і ремонтних документів, а також інформації, накопиченої реєстратором робочих параметрів у разі наявності реєстратора на крані;
- аналіз умов та режимів експлуатації;
- огляд і перевірку роботи вантажопідіймального крана чи машини;
- статичне випробування;
- динамічне випробування;
- оцінювання технічного стану;
- визначення умов експлуатації та строку чергового періодичного технічного огляду.

При частковому технічному огляді вантажопідіймальної машини статичне і динамічне випробування не проводять.

Статичне випробування полягає у перевірці міцності крана та його елементів (для стрілових кранів – також у перевірці вантажної стійкості)

навантаженням, що на 25% перевищує номінальну вантажопідйомність. При цьому стрілу крана встановлюють відносно ходової платформи у положення, яке відповідає найменшій стійкості крана, вантаж підіймають на висоту 100...200 мм і витримують протягом 10 хв. Якщо вантаж самовільно не опускається на робочий майданчик або основу, а також не буде виявлено тріщин, залишкових деформацій та інших пошкоджень у металоконструкціях і механізмах крана, то він пройшов статичне випробування.

Динамічне випробування проводять після статичного навантаженням, що на 10% перевищує вантажопідйомність крана. При цьому перевіряють дію всіх механізмів крана (підіймання, опускання та ін.) і їх гальмівних пристроїв. Під час динамічного випробування виконують багаторазове (не менше трьох разів) підіймання та опускання вантажу, пуск із проміжного положення, а також перевірку дії всіх інших механізмів вантажопідіймального крана чи машини.

Результати технічного огляду записують у паспорт вантажопідіймального крана чи машини з указівкою терміну наступного огляду. Запис у паспорті діючого крана, який пройшов періодичний технічний огляд, повинен підтверджувати, що він відповідає вимогам Правил, знаходиться у справному стані та пройшов випробування. Дозвіл на подальшу експлуатацію у цьому випадку видає інженерно-технічний робітник із нагляду за вантажопідіймальними машинами.

NON MULTA, SED MULTUM



Падіння баштового крана в Полтаві

08.12.2012 на недобудований житловий будинок, що на вул. Шевченка, 75, упав баштовий кран. Будинок зводився за програмою «Доступне житло». Ніхто не постраждав.

У територіальному управлінні Держгірпромнагляду України в Полтавській області отримали експертні висновки стосовно падіння баштового крана.

Як повідомив голова теруправління Сергій Щербак, кран упав унаслідок як технічних, так і організаційних причин:

– технічні причини такі: кран упав через його незадовільний стан, а саме руйнування зварного з'єднання;

– організаційні: неякісне обстеження технічного стану крана з боку відповідної харківської фірми.

Направлено лист до Держгірпромнагляду щодо позбавлення посвідчення харківського експерта. Халатно поставився до технічного стану і власник крана – ремонтно-будівельний кооператив. На директора, виконроба, механіка та машиніста підприємства накладено штрафи: <http://poltava.to/news/20387/>.

На начальника й головного інженера організації покладається забезпечення утримання вантажопідіймальних машин, змінних вантажозахоплювальних пристроїв і тари у справному стані, а також створення безпечних умов для їх експлуатації шляхом організації обслуговування, огляду, ремонту, технічного огляду, призначення відповідальних осіб, навчання та періодичної перевірки знань інженерно-технічних працівників і персоналу, що обслуговує крани.

Періодичний огляд вантажопідіймальних машин, а також їх ремонт, рихтування і ремонт кранового шляху здійснюють у терміни, які встановлені системою планово-попереджувальних ремонтів.

2.3. Заходи безпеки при експлуатації вантажопідіймальних кранів

Для виконання будівельно-монтажних робіт вантажопідіймальні машини встановлюють у проектне положення згідно з ПВР, який повинен передбачати:

- 1) відповідність кранів умовам будівельно-монтажних робіт із вантажопідйомності, висоти підйому крюка та вильоту стріли;
- 2) забезпечення безпечних відстаней від електричних мереж і ЛЕП, місць руху міського транспорту та пішоходів;
- 3) умов установаження й роботи кранів біля відкосів котлованів;
- 4) перелік використовуваних вантажозахоплювальних пристосувань та графічне зображення схем стропування вантажів із зазначенням їх маси;
- 5) місця складування вантажів і їх габаритні розміри, наявність під'їзних шляхів тощо;
- 6) заходи з безпечного виконання робіт на ділянці, де встановлений кран.

При підніманні та переміщенні вантажів кранами повинні забезпечуватися такі вимоги:

- 1) відстань по горизонталі між виступаючими частинами крана, що пересувається наземним рейковим шляхом, і будівлями, штабелями вантажів та іншими предметами, які знаходяться на висоті до 2 м від землі, або робочих площадок повинна бути не меншою ніж 700 мм, а на висоті більше 2 м – не меншою ніж 400 мм;
- 2) не дозволяється підймання залізобетонних і бетонних виробів масою понад 500 кг, що не мають маркування та позначення про фактичну масу;
- 3) відстань між поворотною частиною стрілових самохідних кранів у будь-якому їх положенні й будівлями, штабелями вантажів та іншими предметами має бути не меншою ніж 1 м.
- 4) для стропування вантажів потрібно використовувати стропи, що відповідають вазі вантажу, що підіймається, з урахуванням кількості їх гілок та кута нахилу;
- 5) стропи загального призначення підбирають так, щоб кут між гілками не перевищував 90°;
- 6) транспортування дрібних вантажів виконується у спеціальній тарі;
- 7) при підйомі вантажу його попередньо підіймають на висоту 200...300 мм для перевірки правильності та надійності стропування і надійності дії гальмівних пристосувань;
- 8) стропальник може знаходитися біля вантажу під час його підймання або опускання, якщо вантаж знаходиться на висоті не більше 1 м від рівня майданчика, на якому стоїть стропальник;
- 9) вантаж, що переміщується горизонтально, має бути попередньо піднятий на 0,5 м вище предметів, які зустрічаються на шляху переміщення, та мінімум на 1,0 м від конструкцій будівлі у горизонтальному напрямку.

Забороняється подавати вантажі баштовими кранами у віконні прорізи і на встановлені балконні плити.

Під час роботи вантажопідіймального крана чи машини має бути встановлений порядок обміну умовними сигналами між стропальниками та машиністами кранів. Дозволяється подавати сигнали голосом, якщо відстань між стропальником і машиністом крана не перевищує 10 м. Під час зведення споруд заввишки більше 36 м має застосовуватися двосторонній радіо- або телефонний зв'язок.

Робота стрілових самохідних кранів під контактними проводами міського транспорту без зняття напруги може проводитися за умов забезпечення відстані між стрілою крана і проводами не менше 1000 мм за допомогою обмежувача (упора), який не дозволяє зменшити цю відстань у разі підймання стріли чи висування її секцій.

Установлення стрілового самохідного крана в охоронній зоні лінії електропередачі на виносні опори та відчеплення стропів перед підніманням стріли повинні виконуватися безпосередньо машиністом крана без залучення стропальників.

Установлювати вантажопідіймальні крани поблизу укосів котлованів або канав дозволяється за умови дотримання відстаней, зазначених у табл. 3.1. За неможливості дотримання цих відстаней або за глибини котловану, більшої ніж 5 м, укіс має бути укріплений.

Таблиця 3.1

Найменша допустима відстань від основи укосу котловану (канави) до найближчих опор вантажопідіймального крана

Глибина котловану (канави), м	Відстань від основи укосу до найближчої опори* для ненасипного ґрунту, м				
	піщаного і гравійного	супіщаного	суглинного	глинистого	лесового сухого
1	1,5	1,25	1,0	1,0	1,0
2	3,0	2,4	2,0	1,5	2,0
3	4,0	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5,0	4,4	4,0	3,0	3,0
5	6,0	5,3	4,75	3,5	

* Під найближчою опорою розуміють край виносної опори самохідного стрілового крана або край основи укосу баластової призми вантажопідіймального крана, що переміщується рейковими коліями.

Робота крана при вітрі силою, більшою ніж 6 балів (швидкість 10...12 м/с), повинна бути припинена, а кран закріплений протиугінними пристроями. При сильному вітрі (більше 15 м/с) необхідно прийняти додаткові заходи щодо закріплення крана, які передбачені інструкцією з експлуатації.

3. Пристрої безпеки, встановлені на вантажопідіймальних кранах, та їх призначення

При проектуванні й експлуатації вантажопідіймальних кранів вимоги безпеки досягаються за рахунок використання пристроїв, які забезпечують безпеку машини у випадку помилки машиніста або раптової небезпеки. За призначенням прилади і пристрої безпеки прийнято поділяти на гальмівні, контрольно-запобіжні, блокувальні, сигнальні, огорожувальні й аварійної зупинки.

Гальмівні пристрої засновані на використанні сил тертя, які виникають між рухомими і нерухомими частинами. Залежно від конструкції та форми елементів гальма бувають колодкові, лінійні й дискові. У вантажопідіймальних кранах гальма передбачаються в механізмах підймання вантажу, вильоту стріли, повороту і переміщення крана.

Контрольно-запобіжні пристрої. За призначенням розрізняють *запобіжники* вітрового тиску, вильоту стріли, крену крана, наближення до повітряних ліній електропередач та ін.; *протиугінні захвати*; *обмежники* висоти підймання, вильоту стріли, повороту і шляху, вантажопідйомності та вантажного моменту; *буферні пристрої* – для запобігання ударам при зупинці.

Зверніть увагу! Контрольно-запобіжні пристрої можуть виконувати функції контролю небезпечного фактора (швидкості вітру, наявності електричного струму, швидкості, величини вантажу та ін.).

Сигнальні пристрої використовують для оповіщення робітників про можливу небезпеку. Вони можуть бути світлові, звукові й комбіновані.

Огорожувальні пристрої призначені для запобігання падінню людей у небезпечну зону.

Блокувальні пристрої забезпечують відключення машини або механізму у випадку проникнення людини у небезпечну зону, відмови обладнання або виходу параметрів енергоносія за допустимі межі.

Розміщення пристроїв безпеки на баштовому крані наведено на рисунку 3.1, а на стріловому самохідному крані – на рисунку 3.2.

Обмежник вантажопідйомності призначений для автоматичного вимикання крана при перевантаженні.

Зверніть увагу! Дія обмежувача вантажопідйомності заснована на принципі зміни зусилля в поліспасті підйому стріли. Підвищення зусилля більше допустимого приводить до спрацьовування обмежувача. Подальше підняття вантажу автоматично вимикає механізми підймання вантажу та зміни вильоту в разі підймання вантажу, маса якого перевищує вантажопідйомність, зазначену в паспорті для такого вильоту, більше ніж на 15% для баштових кранів (з вантажним моментом до 200 кН×м включно) та порталних кранів і більше ніж на 10% – для інших кранів.

Обмежник висоти підйому гака запобігає упору крюкової обойми в стрілу. Він складається з кінцевого вимикача, на важелі котрого підвішений трос з вантажем. Коли крюкова обойма підходить до верхнього положення й піднімає вантаж, натягнення троса слабшає і спрацьовує обмежувач,

розмикаючи контакт у ланцюзі лінійного контактора.

Зверніть увагу! Обмежник висоти підймання має забезпечувати після зупинки вантажозахоплювального органа, що підіймався без вантажу, зазор між вантажозахоплювальним органом і упором в електричних талях не менший ніж 50 мм, а в усіх інших механізмах – не менший ніж 200 мм. Якщо швидкість підймання більша за 0,67 м/с, перед відключенням двигуна обмежником має передбачатися попередній перехід на знижену швидкість, не більшу ніж 0,34 м/с.

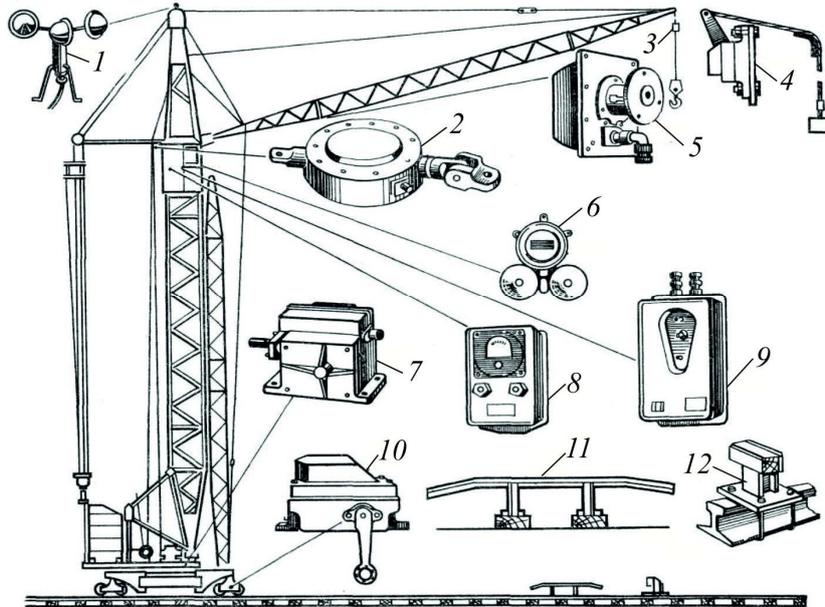


Рис. 3.1. Прилади і пристрої, які забезпечують безпечну роботу баштового крана:

- 1 – анемометр; 2 – датчик зусиль обмежника винтажопідйомності; 3 – вантаж обмежника підйому крюка; 4 – кінцевий вимикач обмежника висоти підйому крюка;
- 5 – датчик кута підйому стріли; 6 – пристрій для подачі звукового сигналу; 7 – кінцевий вимикач обмежника повороту башти; 8 – панель сигналізації обмежника винтажопідйомності; 9 – релейний блок обмежника винтажопідйомності;
- 10 – кінцевий вимикач обмежника переміщення крана; 11 – інвентарна шляхова лінійка; 12 – тупиковий упор

Обмежник повороту крана – для обмеження кута закручування кабелю.

Обмежник пересування крана складається з вимикача з важелем, закріпленим на візку крана, та інвентарних шляхових лінійок, установлених на кінцевих ділянках кранового шляху. При підході до кінцевих ділянок шляху ролик кінцевого вимикача відхиляє важіль і пересування припиняється.

Зверніть увагу! Обмежник механізму пересування крана встановлюється таким чином, щоб накладення гальма відбувалося на відстані до упору, що дорівнює *не менше половини шляху гальмування механізму*, а в механізмах пересування баштових, порталних і козлових кранів та перевантажувачів – не менше повного шляху гальмування. У разі встановлення взаємних обмежників ходу механізмів пересування вантажопідіймальних кранів або кранових візків, що працюють на одній колії, має виключатися зіткнення вантажопідіймальних кранів (візків). Шлях гальмування механізму пересування зазначається в паспорті машини.

Звуковий сигнал встановлюється в кабіні крана. Він служить для попередження про можливу небезпеку перед початком руху крана, при підйомі,

опусканні й переміщенні вантажу.

Креномір – призначений для визначення кута нахилу неповоротної рами крана щодо горизонтальної осі та подачі попереджувального сигналу при куті нахилу більш припустимого (3°).

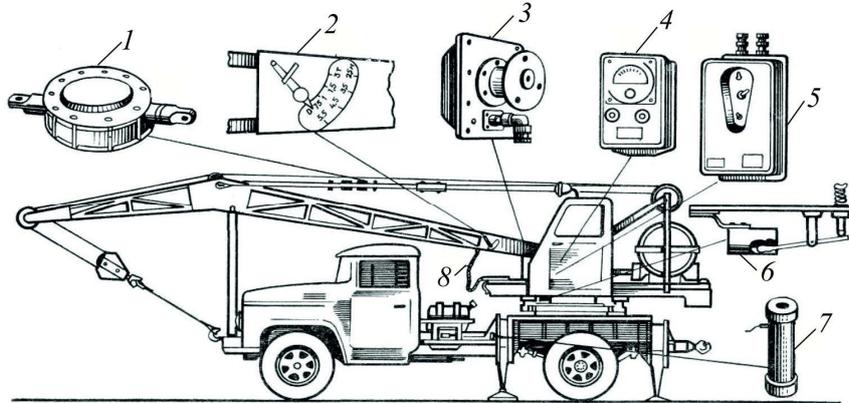


Рис. 3.2. Прилади і пристрої, які забезпечують безпечну роботу автомобільного крана:

1 – датчик зусиль обмежника винтажопідйомності; 2 – автоматичний показник висоти стріли; 3 – датчик кута повороту стріли; 4 – панель сигналізації; 5 – релейний блок; 6 – пристрій для подачі звукового сигналу; 7 – креномір; 8 – обмежник підйому стріли.

Анемометр М-95 складається з датчика і пульта, з'єднаних кабелем. Датчик перетворює швидкість вітру на пропорційну напругу.

Зверніть увагу! Датчик швидкості вітру встановлюється на крані так, щоб він не знаходився в аеродинамічній тині яких-небудь елементів конструкції. Для баштових кранів краще місце установки датчиків – вершина вежі. При установці датчика враховується, що аеродинамічна тень від погано обтічних предметів, наприклад блоків на вежі, може захоплювати значну область. Тому його варто розташовувати вище можливої границі аеродинамічної тині від блоків.

4. Оцінювання стійкості вантажопідіймальних кранів

Втрата стійкості будівельних машин, особливо кранів, призводить, як правило, до серйозних аварій, у результаті яких можуть виникнути значні матеріальні втрати і важкі травми. Вантажопідіймальні крани належать до машин підвищеної небезпеки, тому до їх стійкості пред'являють спеціальні вимоги. Причинами втрати стійкості можуть бути перевантаження кранів, дія вітрового навантаження, що перевищують розрахункове значення, недопустима осадка (просадка) основи підкранової колії, динамічний вплив (при різкому гальмуванні або обриві сталевих канатів), значний знос несучих металоконструкцій і т. д.

Будівельна машина буде знаходитися у *стійкому стані*, якщо сума моментів усіх діючих на неї сил (зовнішніх і внутрішніх) відносно можливої точки перекидання (точка повороту крана) дорівнює нулю. Тобто сума моментів сил, які утримують тіло, та сума моментів, котрі його перекидають, відносно однієї і тієї ж точки повинні бути рівними.

Для вантажопідіймальних кранів такими силами є вага вантажу, який підіймається, вітрове навантаження, сили інерції ваги вантажу й машини при її русі, сили від ухилу шляху та інші сили (деформації конструкції машини). Утримувальний або відновлювальний момент складають сили від власної ваги машини і противаги.



Рис. 3.3. Втрата стійкості крана у результаті його перевантаження

Для забезпечення стійкості машин необхідно деяке перевищення моменту утримувальних сил M_{yt} над моментом перекидальних сил M_{np} , тобто необхідно приймати коефіцієнт стійкості κ_y , який нормується залежно від умов експлуатації кранів,

$$\kappa_y = \frac{\sum M_{yt}}{\sum M_{np}}$$

Зазвичай розглядають *три схеми роботи крана*:

- 1) коефіцієнт вантажної стійкості на горизонтальному шляху без додаткових навантажень $\kappa_y \geq 1,4$;
- 2) коефіцієнт вантажної стійкості з урахуванням додаткових навантажень $\kappa_y \geq 1,15$;
- 3) коефіцієнт власної стійкості крана $\kappa_y \geq 1,15$.

Вантажна стійкість стрілового крана забезпечується при виконанні умови

$$\kappa_l M_g \leq M_n$$

де κ_l – коефіцієнт вантажної стійкості; M_g – момент, який викликає робочий вантаж відносно ребра перекидання, $H \times m$; M_n – момент усіх інших навантажень, що діють на кран відносно того ж ребра, з урахуванням найбільшого допустимого ухилу колії, $H \times m$.

4.1. Оцінювання стійкості стрілових самохідних кранів

Оцінювання стійкості стрілового самохідного крана виконуємо за трьома розрахунковими схемами згідно з РД 22-145-85 «Краны строительные самоходные. Нормы расчета устойчивости против опрокидывания».

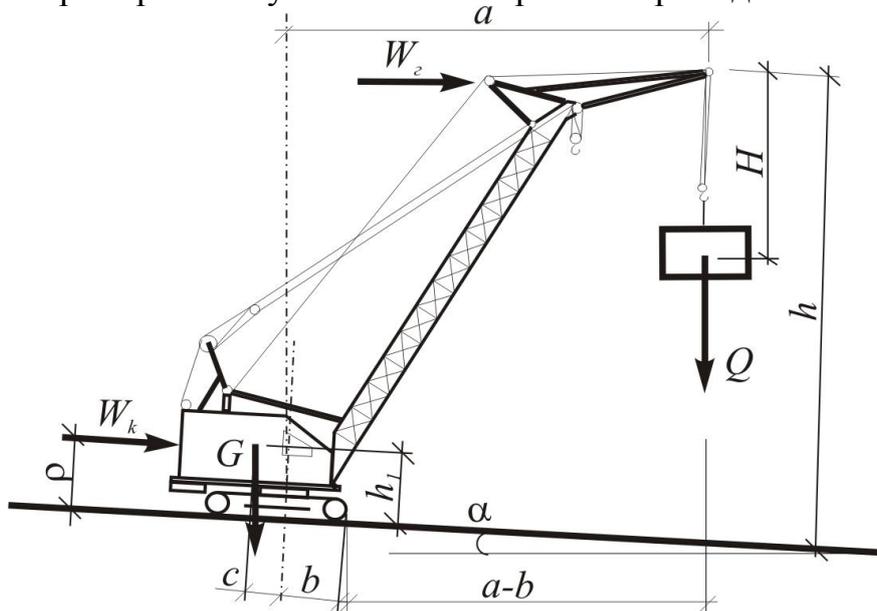


Рис. 3.4. Розрахункова схема стійкості самохідного крана з вантажем

Вантажний момент

$$M_g = Q(L_{cm} - b), H \times m,$$

де b – відстань від осі повороту до ребра перекидання, м.

Вантажна стійкість крана з урахуванням додаткових навантажень $\kappa_I = 1,15$.

Утримувальний момент, який виникає від дії основного та додаткового навантаження, для другої розрахункової схеми матиме вигляд

$$M_n = M'_g - M_y - M_{y.c.} - M_{i.c.} - M_w,$$

де M'_g – відновлювальний момент від дії власної ваги крана,

$$M'_g = G(b+c) \cos \alpha, H \times m,$$

де α – кут нахилу шляху крана, для стрілових кранів, що працюють без виносних опор, $\alpha = 4^\circ$; c – відстань від осі повороту крана до його центра ваги, м; G – вага крана, H ;

M_y – момент, який виникає від дії власної ваги крана при ухилі шляху,

$$M_y = Gh_1 \sin \alpha, H \times m,$$

де h_1 – відстань від центра ваги крана до площини, яка проходить через точки одного контуру, м.

Момент від дії відцентрової сили

$$M_{y.c.} = Qn^2 h L_{cm} / (900 - n^2 H), H \times m,$$

де n – частота обертання крана навколо вертикальної осі, хв^{-1} .

Момент від інерційних сил, що виникають при гальмуванні спускаючого вантажу,

$$M_{i.c.} = Qv(L_{cm} - b) / (gt), H \times m,$$

де v – швидкість підняття вантажу; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння, м/с ; t – час гальмування, с.

Момент від вітрового навантаження

$$M_w = W_k \rho + W_z \rho_l, H \times m,$$

де W_k – вітрове навантаження, яке прикладається на рівні центра ваги крана, Па; W_z – вітрове навантаження, яке діє на навітряну площу вантажу, Па; ρ_l – відстань від основи до центра прикладення вітрового навантаження, м.

$$W = g_n^c F = g_0 k c, \text{ Па},$$

де F – навітряна площа крана або вантажу, м². Площу навітряної поверхні крана F визначають площею F^l , яка обмежена контурами крана, помноженою на коефіцієнт заповнення елементами решітки a (для суцільного перерізу $a=1$, для решітчастих конструкцій $a=0,3 \dots 0,4$) $F = F^l \times a$;

g_n^c – нормативне вітрове навантаження, Н/м²; g_0 – швидкісний вітровий напір, визначається від району будівництва, Па, для I району приймається 270 Па, для II району – 350 Па, III району – 450 Па, IV району – 550 Па, V району – 700 Па, VI району – 850 Па, VII району – 1000 Па; k – коефіцієнт, що враховує зміну швидкісного напору по висоті з урахуванням типу місцевості;

c – аеродинамічний коефіцієнт опору, який для суцільних балок і ферм прямокутного перерізу дорівнює 1,49, для прямокутних кабін і т.д. – 1,2, для конструкцій із труб $\varnothing 170 \text{ мм} - 0,7$ і $\varnothing 140 \dots 170 \text{ мм} - 0,5$.

У розрахунках стійкості баштових кранів тиск вітру для самохідних стрілових кранів приймається 250 Па, для високих баштових – 150 Па.

Власна стійкість крана забезпечується умовою

$$k_y = G[(b-c)\text{Cos}\alpha - h_l \text{Sin}\alpha] / (W_k^l \times \rho),$$

де W_k^l – вітрове навантаження на підвітряну площину крана без вантажу, Па.

4.2. Оцінювання стійкості баштового крана

Стійкість баштових кранів прийнято визначати для таких умов експлуатації:

- 1) при дії вантажу (вантажна стійкість);
- 2) при відсутності вантажу (власна стійкість);
- 3) при раптовому знятті навантаження на гаку;
- 4) при монтажі й демонтажі;
- 5) при навантаженні (вивантаженню) та при випробуваннях крана.

Відповідно до нормативного документа **РД 22-166-86** «Крани башенные строительные. Нормы проектирования», при визначенні стійкості баштових кранів коефіцієнт запасу стійкості приймають не постійним, а розраховують, беручи до уваги **галузь застосування, надійність крана, випадкові відхилення навантаження і сили вітру від нормативних значень, а також залежно від умов робіт.**

Для зручності визначення стійкості попередньо умову записують у вигляді нерівності

$$k_n M_{np} \leq k_{y,p} M_{ymp}$$

де k_n – коефіцієнт перевантаження; $k_{y,p}$ – коефіцієнт умов робіт.

Коефіцієнт перевантаження k_n знаходиться згідно з виразом $k_n = 1 + k_1 k_2$,

де k_1 – коефіцієнт надійності (див. табл. 3.2); k_2 – коефіцієнт змінності, розраховується відповідно до залежності

$$k_2 = (\sum M_{si}^2)^{0,5} / M_{np}^H$$

де M_{np}^H – перекидаючий момент від суми нормативних навантажень, кНм; M_{si} – перекидаючий момент від середньоквадратичного відхилення випадкової складової і-го виду навантаження, кНм.

Таблиця 3.2

Значення коефіцієнта надійності

Клас відповідальності крана	Клас відповідальності елементів		
	1	2	3
I	6,0	5,5	5,0
II	5,5	5,0	4,5
III	5,0	4,5	4,0

Примітки: 1. Клас відповідальності крана встановлений залежно від сфери використання (I – для подачі бетону на гідротехнічні споруди, робота з небезпечними вантажами; II – усі види будівельних робіт, за винятком п. I; III – малоповерхове та сільське будівництво).

2. Клас відповідальності елементів приймають залежно від конструктивного призначення (1 – ходові візки, ходова рама, башта; 2 – механізми підйому вантажу і стріли; 3 – усі збірні одиниці крана).

Коефіцієнт умов роботи $k_{y,p}$ визначається добутком двох коефіцієнтів

$$k_{y,p} = k_{z,e} \times k_{o,e}$$

де $k_{z,e}$ – коефіцієнт залучення ваги крана у створення утримувального моменту; для непрацюючого крана приймається $k_{z,e} = 1,05$, а в інших випадках – згідно з табл. 3.3; $k_{o,e}$ – коефіцієнт, який ураховує особливості роботи елемента конструкції або частини металоконструкцій. При $k_{z,e} = 0,9$ (II клас відповідальності крана і I клас відповідальності елемента) $k_{o,e} = 1$.

Таблиця 3.3

Значення коефіцієнта залучення ваги крана

Клас відповідальності крана	Клас відповідальності елементів		
	1	2	3
I	0,85	0,90	0,95
II	0,90	0,95	1,00
III	0,95	1,00	1,05

При розрахунку стійкості необхідно враховувати нахил підкранової колії, який приймають $\alpha = 0,1/B$, де B – база (колія) крана.

Розрахунок вантажної стійкості баштового крана

Розрахункова схема визначення вантажної стійкості баштового крана наведена на рисунку 3.5, а. Умову стійкості можна записати у вигляді

$$k_n (Q_e^H b_e + M_w^H) \leq k_{y,p} Q_k^H b_k,$$

де Q_e^H – нормативна складова ваги вантажу, кН ($Q_e^H = m_e \times g$, кН.);

b_e – відстань від точки підвішування вантажного поліспада до вертикальної площини, яка проходить через ребро перекидання, м; b_k – відстань від центра ваги крана до вертикальної площини, яка проходить через ребро

перекидання, m ; M_w^H – момент відносно ребра перекидання від нормативної складової вітрового навантаження, $кНм$ (за ГОСТ 1451-77 «Краны грузоподъемные. Ветровая нагрузка. Нормы и метод определения»),

$$M_w^H = Fh_w, кНм,$$

де $F = q \times k \times c_x \times A \times \varphi$ – статистична складова сили вітру, H ; q – динамічний тиск вітру; k – коефіцієнт динамічної зміни вітру від висоти; c_x – аеродинамічний коефіцієнт опору (для конструкцій із труб $\varnothing 140...170$ мм – 0,5; діаметром, більшим ніж 170 мм, – 0,7); A – розрахункова площа конструкцій крана, m^2 (умовно можна прийняти ширину бапти крана такою, що дорівнює $(1/4...1/2) \times K$, висоту такою, що дорівнює висоті підймання вантажу); h_w – плече прикладання сили вітру відносно ребра перекидання, m .

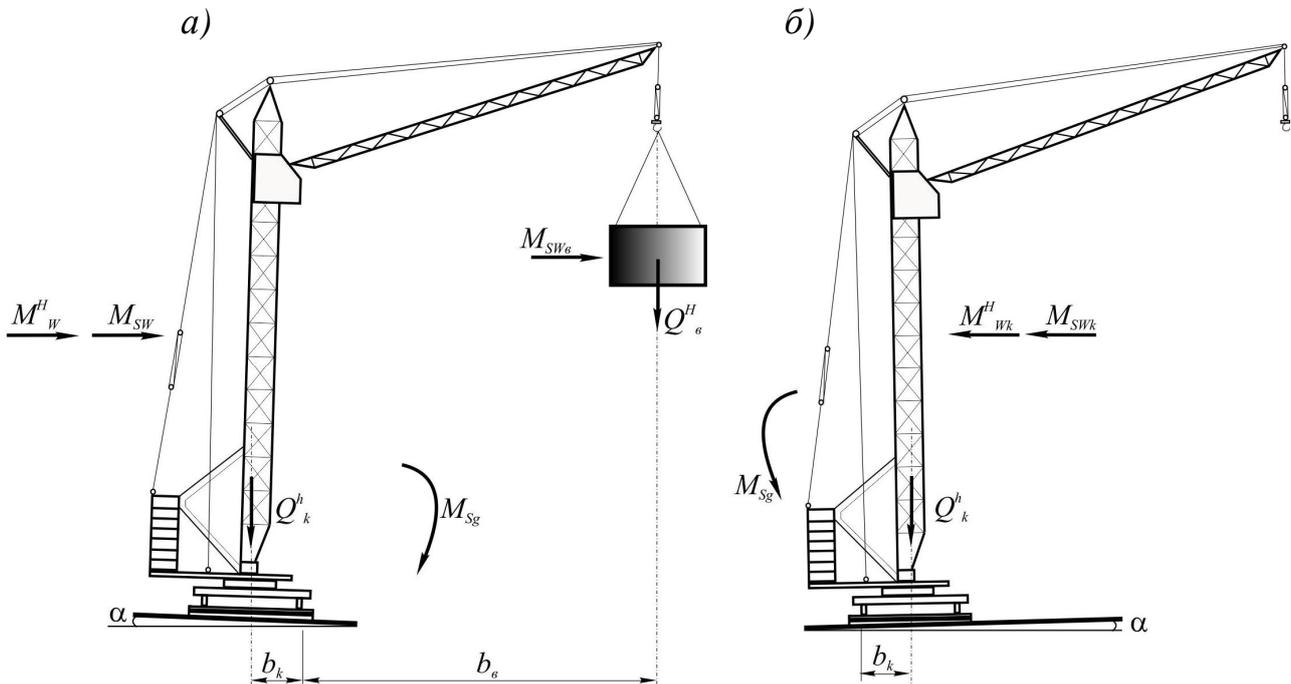


Рис.3.5. Розрахункова схема визначення стійкості баштового крана:

а) вантажна стійкість; б) власна стійкість

$$k_2 = (M_{sg}^2 + M_{swk}^2 + M_{sw6}^2 + \mu^2_{sg})^{0,5} / M_{np}^H, кНм,$$

де M_{sg} – момент відносно ребра перекидання від середньоквадратичного відхилення випадкової складової ваги вантажу, який підіймається, $кНм$,

$$M_{sg} = k_3 Q_e^H b_e,$$

де k_3 – коефіцієнт, котрий урахує режим роботи крана (див. табл. 3.4).

Таблица 3.4

Значення коефіцієнта режиму роботи крана

Вантажопідйомність, t	Нормативна складова ваги вантажу, $кН$	Режим роботи крана		
		легкий	середній	важкий
До 1,5	До 15	0,06	0,08	0,10
1,5...10	15...100	0,05	0,06	0,07
Більше 10	100	0,04	0,05	0,06

M_{swk} – момент середньоквадратичного відхилення випадкової складової вітрового навантаження відносно ребра перекидання, $кНм$,

$$M_{swk} = m_n \times \xi \times M_w^H, \text{ кНм},$$

де ξ – коефіцієнт динамічності. Залежно від періоду коливань T приймають:

T, c	1	2	3	4	5	6	7	8
ξ	1,75	2,25	2,65	2,96	3,16	3,22	3,26	3,30

m_n – коефіцієнт пульсації вітру; $M_{sw\theta}$ – момент середньоквадратичного відхилення випадкової величини складової вітрового навантаження, яке діє на вантаж, відносно ребра перекидання, кНм, $M_{sw\theta} = 0,1 \times M_{swk}$, кНм; μ_{sg} – момент середньоквадратичних відхилень випадкових складових навантажень, викликаних роботою механізму підймання вантажу та пересування крана відносно ребра перекидання, кНм,

$$\mu_{sg} = 0,2 \frac{Q_k^h h_k + Q_g^h h_g}{Q_k^h b_k - Q_g^h b_g} [Q_g^h v_1^2 + (Q_k^h + Q_g^h) v_2^2],$$

де v_1, v_2 – номінальні швидкості піднімання вантажу та пересування крана, м/с.

Для знаходження періоду вільних коливань T використовують табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Значення коефіцієнта періоду вільних коливань

Найбільший виліт крюка крана, м	При висоті розміщення опорного шарніра стріли над площиною фундаменту, м							
	до 20				20...40			40...60
	і вантажопідйомністю при найбільшій висоті, т							
	1...5	6...10	11...20	21...30	1...5	6...10	11...20	1...10
10	1,5	1,6	1,7	1,9	1,7	1,9	2,2	2,7
20	1,6	1,7	1,9	2,2	1,9	—	—	2,9
30	1,7	1,9	2,2	2,5	2,2	—	—	3,1
40	1,9	2,2	2,5	2,7	2,5	—	—	3,4
50	2,2	2,5	2,7	2,9	2,7	—	—	3,7

Залежно від висоти розміщення опорного шарніра стріли над поверхнею землі H приймають коефіцієнт пульсації вітру m_n :

$H, м$	0...20	20...30	30...40	40...50	50...60	60...70	70...80
m_n	0,12	0,11	0,105	0,10	0,095	0,09	0,085

NON MULTA, SED MULTUM

У деяких випадках стійкість баштових кранів можна оцінити за тими ж формулами, що і для самохідних. У випадку розчалювання високих нерухомих баштових кранів рівняння стійкості має вигляд $\kappa_y M_{np} \leq M_{ym} + Sr$,

де κ_y – коефіцієнт стійкості, рівний 1,15; M_{np} – момент від вітрового навантаження, Н×м; M_{ym} – момент від власної ваги крана відносно ребра перекидання з урахуванням ухилу шляху, Н×м; r – плече зусилля, м; S – зусилля у розчалках, Н, що визначається із залежності

$$S = (\kappa_y M_{np} - M_{ym}) / r = (\kappa_y M_{np} - M_{ym}) / (B \sin \alpha),$$

де B – відстань від осі крана до якоря розчалки, м; α – кут нахилу розчалки до горизонту.

Розрахунок власної стійкості баштового крана

Розрахунок здійснюють для робочого і неробочого стану крана (див. рис. 3.5, б). У цьому випадку перекидаючий момент створює вітрове навантаження, а в робочому стані ще діють динамічні сили, які виникають при роботі механізмів крана. На цій розрахунковій схемі ребро перекидання знаходиться на протилежній стороні крана від його стріли, яка повинна знаходитись у *максимально піднятому положенні*.

Стійкість оцінюють за формулою

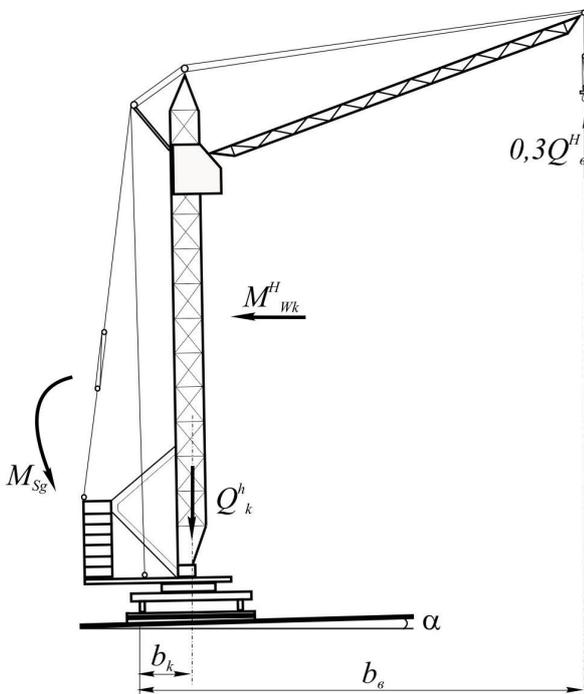
$$k_n M_w^H \leq k_{y.p} Q_k^H b_k$$

Для робочого стану коефіцієнт змінності k_2 визначається із залежності

$$k_2 = (M_{sw.k}^2 + M_{sg}^2)^{0.5} / M_{w.k}^H$$

де M_{sg} – момент, викликаний роботою механізмів крана, кНм.

Для непрацюючого стану крана $k_2 = m_n \xi$.



Розрахунок стійкості баштового крана при знятті навантаження

Оцінювання стійкості крана при знятті навантаження здійснюють з урахуванням того, що на кран діє 0,3 нормативного навантаження і вітрове навантаження (рис. 3.6).

Стійкість оцінюють за формулою

$$k_n \times 0,3 Q_e^H b_e + M_w^H \leq k_{y.p} Q_k^H b_k$$

Для забезпечення стійкості баштових кранів під час експлуатації здійснюють такі заходи:

Рис. 3.6. Розрахункова схема визначення стійкості крана при знятті навантаження

- не допускають піднімання вантажів більше нормативних;
- вибирають нормативну висоту підймання вантажів і вильоту стріли;
- правильно влаштовують баластову призму підкранової колії;
- не допускають роботу людей у небезпечній зоні і надійно її огороджують.

5. Улаштування підкранової колії

Для безпечної організації роботи будівельних машин і, зокрема, вантажопідіймальних кранів необхідно особливу увагу приділяти влаштуванню рейкового шляху та установці крана згідно з ПВР.

Улаштування й експлуатація рейкових шляхів для будівельних баштових кранів з навантаженням колеса на рейку до 325 кН виконують у повній відповідності з ДСТУ-Н Б А.3.1-25:2014 «Настанова з улаштування наземних рейкових колій вантажопідіймальних кранів».

У проєкті надземної рейкової кранової колії повинні міститися такі основні відомості:

- конструкція підрейкових опорних елементів (підкранових балок);
- тип рейок;
- допустиме навантаження на рейки від коліс крана;
- спосіб кріплення рейок між собою й до опорних елементів;
- наявність підкладок під рейками, конструкція підкладок і спосіб їх установа, а також зазор між рейками;
- граничнодопустимі величини загального поздовжнього ухилу, допуски на ширину колії та на різницю рівня головок рейок;
- конструкція (тип) тупикових упорів і допустиме навантаження на них, тип вимикального пристрою обмежника пересування крана;
- наявність уздовж колії огороження;
- улаштування заземлення рейкової колії.

Зверніть увагу! Додатково зазначається: план рейкової колії з прив'язкою до прилеглої території, із зазначенням основних розмірів колії (ширини і довжини) та ділянки для стоянки крана у неробочому стані, довжина і ширина земляного полотна, поздовжній та поперечний ухил (залежно від типу ґрунту), поперечний профіль земляного полотна з розмірами, розташування та тип водовідвідних пристроїв, розмір баластової призми, типи й фізико-механічні характеристики матеріалів баластової призми; тип, переріз і довжина опорних елементів, відстань між шпалами; пояснювальна записка з обґрунтуванням проєктних рішень та розрахунками.

Проведення робіт із планування земляного полотна допускається тільки за наявності проєкту планування. Планування земляного полотна, як правило, слід починати з ділянок, прилеглих до споруджуваного об'єкта або брівки котловану.

Протяжність земляного полотна рейкового шляху необхідно приймати за умови обслуговування баштовим краном усієї зони робіт, передбаченої проєктом їх виробництва. Протяжність рейкового шляху повинна бути не меншою від двох рейкових ланок довжиною по 12,5 м.

Ширину земляного полотна B , мм, визначають за формулою

$$B=A+3h_b+S+2\times(200+400),$$

де A – колія рейкового шляху, мм; h_b – необхідна товщина баласту під опорними елементами, мм; S – розмір опорного елемента поперек рейкової колії, мм.

Майданчик рейкового шляху до початку зведення земляного полотна слід очистити від будівельного сміття, сторонніх предметів і рослинного шару, а в зимовий час – від снігу й льоду.

Поздовжній ухил земляного полотна повинен бути не більшим ніж 0,003.

Поперечний ухил земляного полотна, складеного з недренуючого ґрунту, має бути в межах $0,008 - 0,010$ і спланованим від споруджуваного об'єкта або котловану. Земляне полотно, складене з дреноуючого чи скельного ґрунту, допускається виконувати горизонтальним.

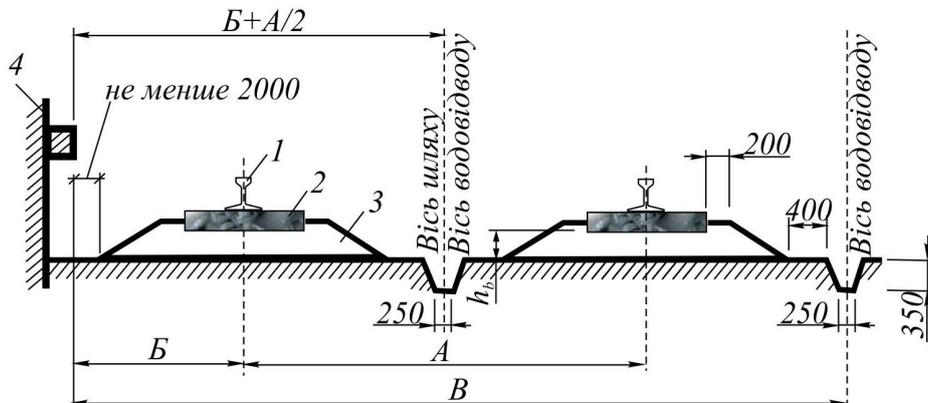


Рис. 3.7. Поперечний профіль рейкового шляху біля будівлі, що зводиться:

A – розмір колії (залежно від марки крана); B – мінімальна відстань від виступаючих частин будівлі, штабеля вантажу та інших предметів до осі найближчої рейки (залежно від марки крана); B – ширина земляного полотна; 1 – рейка; 2 – напівшпала (залізобетонна балка); 3 – баластова призма; 4 – стіна будівлі; h_b – товщина баласту під напівшпалами

Поверхневі води із земляного полотна слід відводити за допомогою поздовжніх водовідвідних каналів, які необхідно влаштовувати на всю довжину земляного полотна. Водовідвідні канали з ухилом дна не менше ніж $0,003$ слід розташовувати вздовж осі шляху і з боку рейкової колії, протилежної об'єкту, який зводиться, чи котловану, та включати у загальний водовідвід будівельного майданчика.

Поперечний профіль водовідвідних каналів повинен бути трапецієподібним глибиною, не меншою ніж $0,35$ м, і шириною по дну, не меншою ніж $0,25$ м, з укосами при піщаних і супіщаних ґрунтах $1:1,5$, при інших ґрунтах – $1:1$. У скельних ґрунтах допускається влаштовувати водовідвідні канали трикутної форми глибиною, не меншою ніж $0,25$ м, з укосами $1:0,2$.

Як баласт рейкових шляхів необхідно використовувати щебінь із природного каменю, гравій або гравійно-піщану суміш, великий або середньозернистий пісок, гранульований або доменний шлаки.

При влаштуванні рейкового шляху біля незакріпленого котловану, траншеї чи інших виїмок відстань по горизонталі від краю дна виїмки до нижнього краю баластної призми має бути не меншою для:

- піщаних і супіщаних ґрунтів – $1,5$ глибини виїмки плюс 400 мм;
- інших ґрунтів – глибини виїмки плюс 400 мм.

Витрата баласту $V_b, м^3$, на ділянку колії довжиною $12,5$ м визначають за формулою

$$V_b = 1,2 \times 2 \times 12,5 h_b (1,5 h_b + S + 0,4),$$

де $1,2$ – коефіцієнт, що враховує ущільнення баласту і його втрати при влаштуванні баластних призм; 2 – кількість роздільних баластних призм; h_b – необхідна товщина баласту під опорними елементами, м; S – розмір опорного

елемента поперек рейкового шляху, m ; $0,4$ – подвоєна ширина плеча баластної призми, m .

При влаштуванні рейкового шляху у літній і зимовий періоди верх баластної призми слід улаштувати в одному рівні з нижніми поверхнями опорних елементів. У весняний та осінній періоди верх баластної призми, як правило, необхідно влаштувати не менше ніж на 50 мм вище рівня нижніх поверхонь опорних елементів (підсипку баласту слід проводити після укладання інвентарних секцій рейкового шляху), при цьому витрата баласту збільшується не менш ніж на 20% .

Перед складанням інвентарних секцій рейки, скріплення й опорні елементи повинні бути перевірені (за паспортами або сертифікатами) на відповідність їх якості вимогам стандартів чи технічних умов.

Стики рейок шляху з дерев'яними напівшпалами слід розташовувати між напівшпалами. Стики рейок колії із залізобетонними балками рекомендується зміщувати щодо зазору між балками на довжину, не меншу від половини довжини двоголової стикової накладки.

Рекомендується зміщувати стик однієї рейкової нитки відносно іншої на довжину, не меншу від довжини двоголової стикової накладки плюс 10 мм.

Величина зазору в стикі між рейками не повинна перевищувати 12 мм.

Взаємне зміщення торців рейок, які стикаються, у плані не повинні перевищувати 2 мм, по висоті – 3 мм.

Розмір колії слід перевіряти на кожній рейковій ланці у його середній частині й у зоні болтових стиків сталеву рулеткою із ціною поділки 1 мм. Граничні відхилення від номінального розміру колії не повинні перевищувати ± 15 мм.

Прямолінійність рейкового шляху слід перевіряти натягнутою струною або рулеткою. Допустиме відхилення від прямолінійності рейкового шляху на довжині 10 м повинно становити для кранів з жорсткими ходовими рамами не більше 20 мм, з балансирними ходовими візками – не більше ніж 25 мм.

Горизонтальність рейкового шляху слід перевіряти нівелюванням по головці рейки з установкою рейки на кожній інвентарній секції у середній частині й у зоні болтових стиків.

Поздовжній і поперечний ухили рейкового шляху на всій довжині не повинні перевищувати $0,004$. При відхиленні розмірів колії, прямолінійності та горизонтальності рейкового шляху від допустимих величин слід виконувати його рихтування та виправлення за рівнем.

Зверніть увагу! Брівки баластних призм необхідно вирівнювати паралельно рейковим ниткам, забезпечуючи однаковий укіс і необхідний розмір плеча баластних призм на всій довжині рейкового шляху.

На рейковому шляху слід передбачати ділянку довжиною $12,5$ м з допустимими поперечним і поздовжнім ухилами не більше $0,002$ для стоянки крана у неробочому стані. Біля цієї ділянки необхідно встановити табличку з написом «Місце стоянки крана».

На кінцях рейкових ниток повинні бути встановлені й закріплені чотири інвентарних тупикових упори на відстані, не меншій ніж 500 мм від кінців рейок при залізобетонних балках або до центра останньої напівшпали при дерев'яних напівшпалах.

Установлювати тупикові упори необхідно таким чином, щоб в аварійній ситуації наїзд крана відбувався одночасно на два тупикових упори. Улаштування перед тупиковими упорами гальмівних баластних призм не допускається.

На обох кінцях рейкової колії має бути встановлено і закріплено по одному лінійному вимикачу для кінцевих вимикачів механізму пересування крана.

Зазначені лінійні вимикачі слід встановлювати таким чином, щоб відключення двигуна механізму пересування крана відбувалося на відстані до тупикових упорів не менше *повного шляху гальмування крана*.

Уздовж рейкового шляху необхідно виставляти знаки безпеки з пояснювальними табличками.

Крім улаштування земляного полотна, баласту, робіт із водовідведення, прокладання підземних комунікацій і т.д., особливу увагу необхідно приділяти питанням електробезпеки й захисту працівників від ураження електричним струмом при експлуатації баштових кранів.

Рейкові нитки у кінці шляху, а також кінці рейок повинні бути сполучені між собою перемичками і приєднані до заземлювача, утворюючи безперервний електричний ланцюг. Принципова схема захисного заземлення рейкової колії баштового крана зображена на рисунку 3.8.

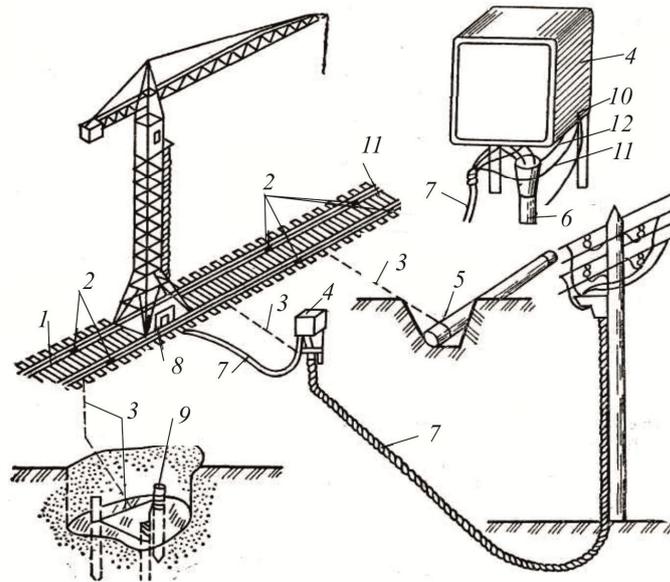


Рис.3.8. Улаштування заземлення на будівельному майданчику:

1 – перемичка між рейками; 2 – перемичка між стидами рейок; 3 – з'єднувальний заземлювальний провідник; 4 – пункт підключення; 5 – заземлювач (природний); 6 – живильний чотирижильний кабель; 7 – гнучкий шланговий чотирижильний кабель; 8 – вхідний пристрій; 9 – повторний заземлювач; 10 – болт заземлення; 11 – заземлювальна жила шлангового кабелю; 12 – заземлювальна жила чотирижильного живлячого кабелю

При глухозаземленій нейтралі заземлення здійснюють шляхом з'єднання металоконструкцій крана і рейкового шляху із заземленою нейтраллю через нульовий дріт лінії, що живить кран. Для цього необхідно прокласти сполучний провідник між пунктом (розподільний щит, рубильник і тощо), що підключається, і рейкою та приєднати їх. Корпус пункту, що підключається, у свою чергу повинен бути приєднаний до нульового дроту живильної лінії й виконано заземлення природними або штучними заземлювачами, приєднаними до рейки (рис. 3.9).

При ізолюваній нейтралі заземлення здійснюють шляхом під'єднання рейок до заземлювального контуру живильної підстанції або шляхом улаштування осередку заземлення. Як заземлювач слід використовувати постійні сталеві трубопроводи, прокладені у ґрунті, обсадні труби, металеві й залізобетонні конструкції будівель і споруд, що мають з'єднання із землею.

Зверніть увагу! Як штучне заземлення можна використовувати переносні інвентарні заземлювачі, некондиційні сталеві труби діаметром 50...75 мм, кутову сталь з полицями розміром 50×50 і 60×60 мм або сталеві стрижні діаметром 10...20 мм. Довжина заземлювачів повинна бути не меншою ніж 2,5 м.

Після влаштування заземлення рейкового шляху необхідно перевірити опір розтіканню струму заземлювальної системи. Воно повинне бути для крана, що живиться від розподільного пристрою з глухозаземленою нейтраллю, не більше 10 Ом, з ізолюваною нейтраллю – не більше 4 Ом. Результати вимірювання заносяться в акт здавання рейкового шляху в експлуатацію.

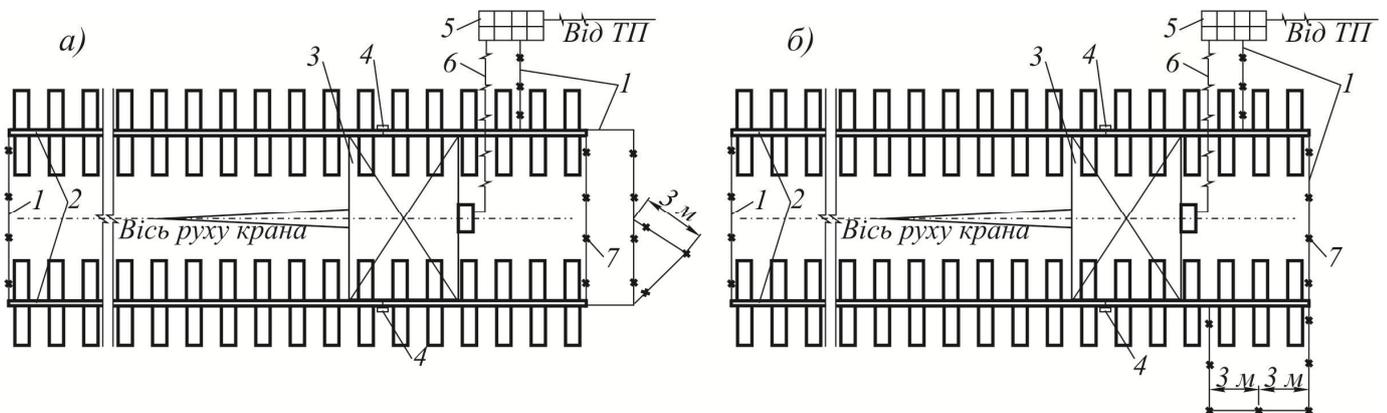


Рис.3.9. Схема заземлення поперек (а) і вздовж (б) рейкової колії:

1 – з'єднувальний провідник; 2 – рейкова колія; 3 – баштовий кран; 4 – перемичка; 5 – розподільний пункт; 6 – чотирижильний кабель; 7 – осередок заземлення

Рейковий шлях, що має систему заземлення, тупикові упори і гальмівні лінійки, слід не менше 10 разів обкатати краном без вантажу, і не менше 5 разів – з максимальним робочим вантажем. Після цього проводять нівелювання рейкового шляху по головці рейки і виправляють ділянки, що просіли, підбиттям баласту під опорні елементи.

Готовність рейкової колії до експлуатації має бути підтверджена актом здавання-приймання колії, до якого додаються результати нівелювання профілів рейкової колії, а також перевірки розмірів колії. Акт здавання-приймання колії має зберігатися разом з паспортом крана.

Огляд наземної рейкової колії має проводитися машиністом крана перед кожною зміною в обсязі, передбаченому виробничою інструкцією машиніста крана, із зазначенням результатів огляду у вахтовому журналі. Також мають проводитися планові періодичні огляди рейкових колій під керівництвом працівника, який здійснює відомчий нагляд за утриманням та безпечною експлуатацією вантажопідіймальних кранів і машин, або працівника, відповідального за утримання в справному стані вантажопідіймальних кранів і машин, якщо на нього покладені обов'язки з відомчого нагляду за рейковими коліями, не рідше одного разу на 20 – 24 зміни роботи крана. Під час проведення планових періодичних оглядів рейкових колій необхідно перевірити розміри колії, відхилення від прямолінійності та горизонтальності, вибірково виміряти пружне просідання рейок кранової колії під колесами крана, а також перевірити стан елементів верхньої будови рейкової колії та водовідведення.

6. Застосування вантажозахоплювальних пристроїв і тари

Для підйому будівельних конструкцій і інших вантажів на будівельному майданчику застосовуються траверси, стропи, кліщі, захоплення та інші вантажозахоплювальні пристрої. Для підйому і переміщення рідких і сипких матеріалів використовується спеціальна тара (ящики, бадді, лотки).

Траверси – жорсткі вантажозахоплювальні пристрої для підйому та переміщення великогабаритних та довгомірних вантажів:

- за принципом роботи (ті, що працюють на згин і стискання);
- за конструкцією (суцільного перерізу та збірного);
- за особливостями монтажу (ті, що самобалансуються, несиметричні, для підйому кількома кранами та ін.).

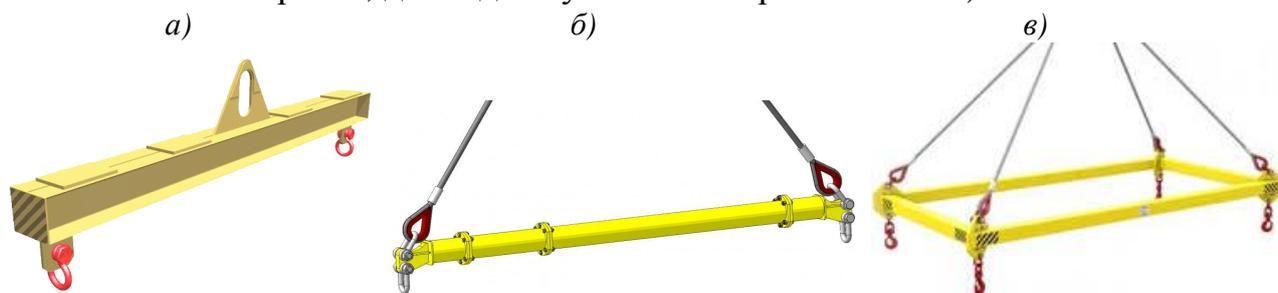


Рис. 3.10. Види будівельних траверс:

a – лінійна траверса, яка працює на згин; *б* – траверса, яка працює на стиск; *в* – просторова траверса

Траверси працюють на стиск, якщо є достатній запас по висоті між конструкцією траверси та гаком крана.

Розрахунок траверс, які працюють на стиск, здійснюють у такій послідовності:

1) розраховуємо навантаження стискання в траверсі згідно із залежністю

$$S = \frac{Q \times g \times k_{II} \times k_d \times tg \alpha}{2} \text{ кН,}$$

де M – маса вантажу, кг; $k_{II}=1,1$ – коефіцієнт перевантаження; $k_D=1,2$ – коефіцієнт динамічності навантаження; $g=9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення земного тяжіння; α – кут нахилу тяги;

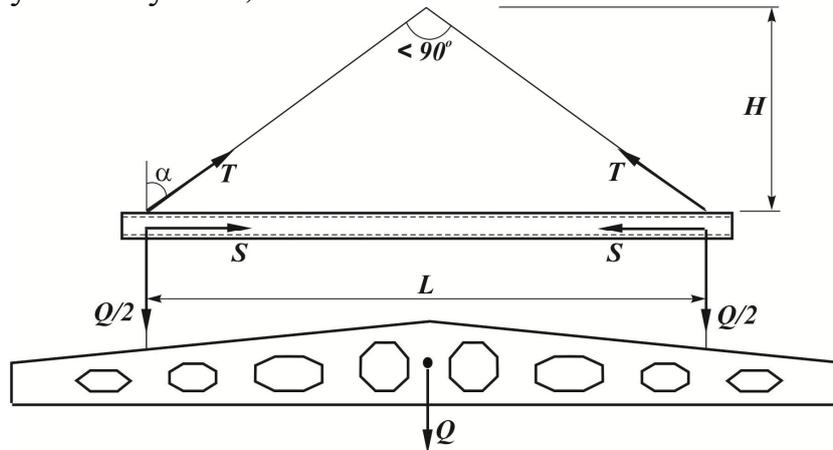


Рис. 3.11. Розрахункова схема траверси, яка працює на стиск

2) визначаємо потрібну площу перерізу траверси згідно із залежністю

$$F = \frac{S}{\varphi_0 \times n \times R} \text{ см}^2,$$

де $\varphi_0=0,8$ – початковий коефіцієнт поздовжнього вигину; $n=0,85$ – коефіцієнт умов роботи траверси;

3) обчислюємо потрібний мінімальний радіус інерції перерізу конструкції траверси відносно осі X

$$r_x = L / [\lambda], \text{ см.}$$

Далі визначаємо потрібну конструкцію траверси відповідно до сортаменту.

Траверси працюють на згин, якщо відсутній достатній запас по висоті між конструкцією траверси та гаком крана.

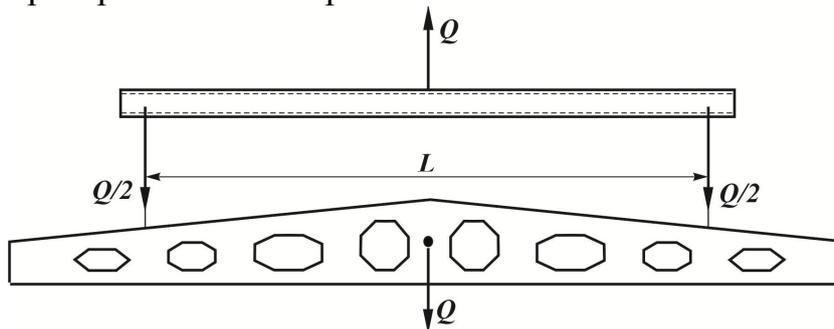


Рис. 3.12. Розрахункова схема траверси, яка працює на згин

Розрахунок траверс, котрі працюють на згин, здійснюють у такій послідовності:

1) визначаємо навантаження в тязі, що з'єднує траверсу з крюком крана, згідно із залежністю

$$Q = M \times g \times k_{II} \times k_D, \text{ кН};$$

2) визначаємо максимальний згинальний момент у траверсі відповідно до залежності

$$M_{max} = \frac{Q \times L_{\Gamma}}{4}, \text{ кНм};$$

3) розраховуємо потрібний момент опору поперечного перерізу траверси

$$W_x^{nomp} \geq \frac{M_{max}}{\varphi \times n \times R}, \text{ см}^3.$$

Далі визначаємо потрібну конструкцію траверси згідно із сортаментом.

Стропи – гнучкі вантажозахоплювальні пристрої для підймання та переміщення вантажів невеликого розміру, які можуть витримати поздовжнє зусилля розтягування. Стропи класифікують наступним чином:

- за кількістю гілок;
- за типом захоплювального пристосування (гакові, універсальні, скобові).

Розрахунок стропів, виконаних із дозволених для цих цілей матеріалів, виконується з урахуванням кількості гілок канатів і кута нахилу їх до вертикалі.

Допустиме робоче навантаження на строп визначають за умови рівномірного натягу кожної гілки і дотримання розрахункового кута 45° між гілкою та вертикаллю. Допускається призначати додаткове робоче навантаження на строп для кута нахилу гілки до вертикалі 60° .

Зверніть увагу! Для стропа з кількістю гілок більше трьох, що сприймають розрахункове навантаження, ураховують у розрахунку не більше трьох гілок. Під час розрахунку стропів, призначених для транспортування заздалегідь відомого вантажу, як розрахункові кути між гілкою стропа та вертикаллю можуть бути прийняті фактичні кути.

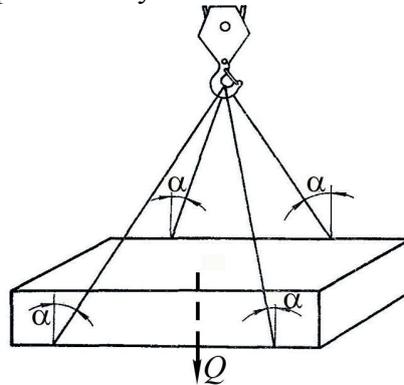


Рис. 3.13. Розрахункова схема для визначення натягу гілок стропа

При вазі вантажу Q , кН, натяг стропа S , кН, що виникає у кожній гілці, визначається за формулою $S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q}{n \times k_1} = m \cdot \frac{Q}{n \times k_1}$, кН,

де m – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу стропа, при $\alpha = 0; 30; 45$ і 60° коефіцієнт $m = 1; 1,15; 1,42$ і 2 ; n – число гілок стропа;

k_1 – коефіцієнт нерівномірності навантаження на гілку стропа, залежить від числа гілок (при $n=1...2 - k_1=1$, при $n=3 - k_1=0,75$).

Розривне зусилля у канаті $R=S \times k$, кН,

де k – коефіцієнт запасу міцності, який для канатів, що не перегинаються, дорівнює 5, для тих, які перегинаються, – 6.

Канатний строп підлягає бракуванню, якщо кількість видимих обривів зовнішніх дротів каната перевищує зазначену в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Норми бракування сталевих стропів

Стропи з канатів подвійної звивки	Кількість видимих обривів дротів на ділянці канатного стропа довжиною		
	$3d$	$6d$	$30d$
	4	6	16

Примітка: d – діаметр каната, мм.

Знос і корозію дротів визначають за діаметром мікрометром чи іншим інструментом. Для цього відгинають кінець дроту в місці обриву (на ділянці найбільшого зносу), очищають від бруду й іржі та потім заміряють. При зносі або корозії, що досягли 40% і більш, канат повинний бути забракований.

Гаки, скоби, пальці, проушини – обладнання для безпосереднього захвату.

Вантажні гаки кранів повинні мати запобіжний замок, що запобігає мимовільному випаданню вантажозахоплювального пристрою. Гаки без запобіжного замка можуть бути використані тільки для гнучких вантажозахоплювальних пристроїв, що виключають можливість їх мимовільного випадання.

Гаки необхідно періодично оглядати. *Якщо знос гака досяг 10% проектної висоти перетину, його потрібно замінити.*

Гак повинний бути забракований і з появою на ньому тріщин, скривлень, надривів. На гаку має бути зазначений його номер згідно з ГОСТ, найменування заводу-виробника і дата випуску.

Знімні вантажозахоплювальні пристрої повинні мати клеймо або металеву бірку з указівкою номера, вантажопідйомності й дати іспиту. При відсутності бірок або клейма пристосування не використовуються.

Знімні вантажозахоплювальні пристрої повинні підлягати огляду й іспиту протягом 10 хв навантаженням, яке у 1,25 раз перевищує їх номінальну вантажопідйомність.

У процесі експлуатації знімні вантажозахоплювальні пристрої та тара повинні періодично оглядатися особою, яка відповідає за їх справний стан.

Терміни періодичних оглядів вантажозахоплювальних пристроїв і тари

Траверси	1 місяць
Стропи	10 днів
Кліщі	1 місяць
Захоплення.....	1 місяць
Тара.....	1 місяць

Знімні вантажозахоплювальні пристрої, що рідко використовуються, повинні підлягати огляду перед кожною видачею в роботу.

Зверніть увагу! Віднесення вантажозахоплювальних пристроїв до таких, що рідко використовуються, здійснюється працівником, відповідальним за утримання їх у справному стані, і має бути записано в журналі обліку цих пристроїв.

Результати огляду знімних вантажозахоплювальних пристроїв і тари повинні записуватися у журнал обліку та огляду.

7. Безпечна експлуатація ручних машин та інструменту

Персонал, який експлуатує засоби механізації, оснащення, пристрої й ручні машини, до початку робіт повинен бути навчений безпечним методам та способам робіт відповідно до інструкцій заводу-виробника й інструкції з охорони праці.

Відповідно до правил охорони праці під час експлуатації електроустановок споживачів особи, які допускаються до роботи з ручними електричними машинами, повинні мати *I групу з електробезпеки*, котра підтверджується щорічно, та *II групу* для роботи з ручними електричними машинами класу 1 у приміщеннях з підвищеною небезпекою.

Експлуатація ручного електроінструменту дозволяється у разі дотримання таких вимог:

- перед кожною видачею інструменту в роботу повинна бути перевірена його комплектність та надійність кріплення деталей, справність захисного кожуха, кабелю (рукава);
- перед початком роботи має бути перевірена справність вимикача та машини на холостому ходу;
- під час перерв у роботі, після закінчення роботи, під час змащування, очищення, заміни робочого елемента інструменту ручні машини необхідно вимкнути та від'єднати від електричної мережі;
- ручні машини, маса яких із розрахунку на руки працюючого, перевищує *10 кг*, повинні мати пристрій для підвішування;
- під час роботи з ручними машинами на висоті необхідно використовувати засоби підмоцнування (помости);
- нагляд за експлуатацією ручних машин слід доручати спеціально призначеній для цього особі.

Під час роботи з пневматичними машинами необхідно:

- забезпечити працівників рукавицями, взуттям на віброізолювальній основі та засобами захисту від виробничого шуму;
- не допускати роботу машини на холостому ходу (крім випадків апробації);
- не рідше одного разу на *10 днів* ручні пневматичні машини та інструмент піддавати технічному огляду.

Інструмент у процесі експлуатації підлягає огляду не рідше *одного разу на 10 днів*, а також безпосередньо перед застосуванням.

Під час перенесення й перевезення інструменту його гострі частини повинні бути закриті чохлами.

Рукоятки сокир, молотів, кирок та іншого ударного інструменту мають бути виконані з дерева твердих в'язких порід (дуб, граб, клен, бук, горобина, кизил тощо) без сучків та косошарів із потовщенням до вільного кінця, а у перерізі мати форму овалу. Кінець рукоятки, на який насаджується ударний елемент, повинен бути розклинений, а протилежний кінець мати металеве бандажне кільце.

ЛЕКЦІЯ 4

БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАСОБІВ ПІДМОЩУВАННЯ

План

1. Основні причини травматизму та класифікація засобів підмоцвання.
2. Оцінювання міцності риштувань.
3. Оцінювання стійкості риштувань.
4. Організаційні заходи із безпечної експлуатації засобів підмоцвання.

1. Основні причини травматизму та класифікація засобів підмоцвання

Засоби підмоцвання – пристрої, призначені для організації робочих місць під час виконання будівельно-монтажних робіт на висоті або глибині більше ніж 1,3 м від поверхні землі чи перекриття.

Розрізняють чотири групи факторів, які спричинюють виникнення нещасних випадків при експлуатації засобів підмоцвання:

- *неякісне проектування*, коли не враховуються особливості розрахункової схеми риштування;
- *невиконання технічних умов при монтажі* (невідповідність проектних розмірів просторовій схемі каркаса – збільшення відстані між стійками, порушення вертикальних стійок, ненадійне кріплення риштувань до стін або каркаса об'єкта, неправильне обпирання риштування на основу та ін.);
- *невиконання технічних умов у процесі експлуатації* (перевищення розрахункового навантаження внаслідок збільшення запасів матеріалів і будівельного сміття на настилах риштування);
- *організаційно-технічні причини* – падіння людей з висоти, падіння предметів, недостатня освітленість робочих місць, обвалювання частин будинків, ураження електричним струмом, відсутність огорож і сходів для переходу на інший ярус, погана якість щитів настилів та ін.

Згідно з **ГОСТ 24258-88** «Средства подмащивания. Общие технические условия» засоби підмоцвання класифікуються таким чином:

за принципом обпирання та методом пересування засоби підмоцвання поділяються на:

- ✓ **засоби підмоцвання, що вільно стоять**, – пристрої, котрі мають власну стійкість у робочому положенні й не потребують їх кріплення до несучих конструкцій будинків і споруд;
- ✓ **приставні засоби підмоцвання** – пристрої, стійке положення яких забезпечується кріпленням їх до конструкцій будинків та споруд;
- ✓ **переставні засоби підмоцвання** – пристрої, що переставляються вздовж фронту робіт шляхом перестановки їх краном або вручну (у т.ч. із частковим чи повним розбиранням і наступним складанням);
- ✓ **пересувні засоби підмоцвання** – пристрої, які переміщуються вздовж фронту робіт пересуванням на колісних опорах;

- ✓ **підвісні засоби підмоцнення** – пристрої, що прикріплюються до конструкцій будинків та споруд гнучкими підвісками;
- ✓ **навісні засоби підмоцнення** – пристрої, які нерухомо прикріплюються до конструкцій будинків і споруд спеціальними деталями;
- за типом конструкції:
 - ✓ **риштування** – багатоярусна конструкція висотою, більшою ніж 5,5 м, що встановлюється ззовні або всередині будівлі на поверхні землі чи підвішується до каркаса та призначена для організації робочих місць на різних горизонтах;

NON MULTA, SED MULTUM

Найбільш розповсюджені – стоякові риштування на безболтових і болтових з'єднаннях стійок з поперечинами, виготовляються з газових труб, стояки \varnothing 60/53 мм, поперечини \varnothing 48/41 мм, довжина елементів 2 та 4 м висотою до 40 м (для кам'яних робіт) і до 60 м (для опоряджувальних робіт), нормативне навантаження: розподілене – 2450 Н/м² – для кам'яних робіт, 1960 Н/м² – для опоряджувальних робіт, зосереджене – 1274 Н/м² – мають на стороні, що обернена до будівлі, спеціальні проушини, які закріплюються у стіні інвентарними або сухими дерев'яними пробками. Риштування повинні мати паспорт із зазначенням у ньому допустимого навантаження.

- ✓ **помост** – одноярусна конструкція, призначена для виконання робіт, котрі потребують переміщення робочих місць по всьому фронту робіт;
- ✓ **вишка** – пересувна конструкція, яка використовується для виконання короткочасних робіт на висоті;
- ✓ **колиска** – підвісна конструкція, закріплена на гнучкій підвісці з пересувним робочим місцем по висоті;
- ✓ **площадка** – навісна жорстко закріплена конструкція, призначена для організації робочих місць безпосередньо у зоні виконання робіт;
- ✓ **драбина** – конструкція, призначена для переміщення людей по висоті й створення короткочасних робочих місць;

NON MULTA, SED MULTUM

Засоби підмоцнення (драбини, драбинки, трапи й площадки) мають бути виготовлені з металу або пиломатеріалів хвойних порід першого та другого сортів. Під час експлуатації дерев'яні драбини повинні бути випробувані кожних шість місяців, металеві – один раз на рік.

Довжина приставних дерев'яних драбин має бути не більшою ніж 5 м. Нахил драбин для виходу працюючих на риштування не повинен перевищувати 60°. До початку застосування драбин необхідно випробувати їх статичним навантаженням 1200 Н (120 кгс), прикладеним у середині прогону драбини, що перебуває в експлуатаційному положенні.

Приставні драбини без робочих площадок дозволяється використовувати тільки для переходу між окремими ярусами будівлі, яка будується, і для виконання робіт, що не потребують від виконавця упору в конструкції будівлі.

Приставні драбини та драбинки необхідно забезпечити засобами, які запобігають їх зсуву й перекиданню. На нижніх кінцях приставних драбин та драбинок повинні бути оковки з гострими наконечниками для встановлення на ґрунті, а під час використання драбин на гладеньких поверхнях на них повинні бути башмаки з нековзкого матеріалу. Вони мають бути встановлені у робоче положення під кутом 70...75° до горизонтальної площини.

Розміри приставних драбин повинні забезпечувати працівнику можливість виконувати роботу, стоячи на сходинці, що знаходиться на відстані, не меншій ніж 1 м від верхнього кінця сходів.

Під час роботи з приставних драбин на висоті, більшій ніж 1,3 м, необхідно використовувати запобіжний пояс, що прикріплюється до конструкції споруди або до драбин за умови їх закріплення до будівельної конструкції.

Не допускається виконувати роботи на переносних драбинах:

- поблизу і над працюючими машинами, деталі яких обертаються;
- з використанням порохового інструменту;
- газо- й електрозварювальні;
- натягування дротів та підтримання на висоті важких деталей.

Під час виконання таких робіт необхідно використовувати риштування, підмощування та драбини з площадками, що огорожені перилами.

➤ за несучою здатністю (залежно від величини рівномірно розподіленого і зосередженого навантаження):

- ✓ легкі ($q \leq 1000 \text{ Н/м}^2$; $N \leq 2000 \text{ Н}$);
- ✓ середні ($q = 1000 \dots 2000 \text{ Н/м}^2$; $N = 2000 \dots 5000 \text{ Н}$);
- ✓ важкі ($q = 2000 \dots 2500 \text{ Н/м}^2$; $N = 5000 \dots 10000 \text{ Н}$);

➤ за призначенням:

- ✓ для кам'яних і залізобетонних робіт;
- ✓ для опоряджувальних та ремонтних робіт;
- ✓ для зведення арок і оболонок.

2. Оцінювання міцності риштувань

Міцність і стійкість риштувань є обов'язковою умовою їх безпечної експлуатації. Аналіз найбільш характерних аварій риштування вказує на надзвичайну важливість якості проектних рішень.

Несучі елементи засобів підмощування розраховують на нормативне навантаження на робочий настил відповідно до їх типу за несучою здатністю і навантаження від власної маси елементів. Крім того, в розрахунку повинні бути враховані відповідні коефіцієнти умов роботи елементів конструкцій. Схеми навантаження засобів підмощування приймають відповідно до стандартів або технічних умов.

Правильний вибір конструкції риштування можна здійснити у результаті розрахунку, в основу якого встановлені схеми, що відповідають фактичним умовам роботи риштування під експлуатаційними навантаженнями.

Міцність трубчастого риштування перевіряють шляхом визначення виникаючих у них при роботі напружень і порівняння їх із допустимими значеннями. У загальному вигляді розрахункова стискаюча сила $N_{\text{розрах}}$, H , може бути обчислена за формулою

$$N_{\text{розрах}} = k(nP_{\text{пост}} + mP_{\text{наст}} + sP_{\text{тм}}),$$

де $k = 2$ – коефіцієнт запасу; $P_{\text{пост}}$ – постійне навантаження від власної ваги в кожному ярусі риштування, H ; $P_{\text{наст}}$ – навантаження від одного настилу, H ; $P_{\text{тм}}$ – тимчасове навантаження на одному робочому настилі, H ; n – число ярусів; m – число всіх настилів; s – число робочих настилів.

Виходячи з нормативної кількості настилів, $N_{розрах}$, H , визначають за такими формулами:

для кам'яних робіт (нижній ярус стійки)

$$N_{розрах} = k(nP_{пост} + 2P_{наст} + P_{т.м});$$

для опоряджувальних робіт (нижній ярус стійки)

$$N_{розрах} = k(nP_{пост} + 6P_{наст} + 3P_{т.м}).$$

Вплив вітрового навантаження приймають як додаткове горизонтальне зусилля від вітрового напору з урахуванням коефіцієнта заповнення елементів каркаса риштування.

Для захищених ділянок риштування, розташованих у межах висоти будівлі, біля якої вони встановлені, вітрове навантаження визначають за формулою

$$P_в = 0,4gW_{зан}(1+\alpha).$$

Вітрове навантаження незахищених будівлями ділянок риштування визначається згідно із залежністю

$$P_в = 1,4gW_{зан}(1+\alpha),$$

де $P_в$ – розрахункове навантаження від вітру, віднесене до площі фасаду риштування, H/m^2 ; $0,4$ і $1,4$ – аеродинамічні коефіцієнти; g – нормативний швидкісний напір вітру, H/m^2 ; $W_{зан}$ – коефіцієнт заповнення риштування, який являє собою відношення суми площ вертикальних проєкцій окремих елементів до всієї площі фасаду риштування; α – коефіцієнт просторовості, що залежить від геометричних розмірів елементів риштування.



Рис. 4.1. Втрата стійкості риштування внаслідок вітрового навантаження, м. Рига

Нормальні напруження у нижньому ярусі найбільш завантаженої стійки, σ , визначають за формулою

$$\sigma = N_{розрах} / (F\varphi),$$

де F – площа перетину стійки, $см^2$; φ – коефіцієнт поздовжнього вигину, визначений через показник гнучкості стійки λ .

У верхньому ярусі найбільш навантаженої стійки при позацентровому стиску нормальні напруження визначається із залежності

$$\sigma = N_{розрах} / (F\varphi) + M/W,$$

де M – момент, який створюється навантаженням, прикладеним з ексцентриситетом, $H \times m$; W – момент опору елемента риштування, $см^3$.

Опорний момент у стійках залежить від навантаження, яке передається на стійку з поперечини через вузлове з'єднання, й ексцентриситету $M = Ne, H \times m$.

Зверніть увагу! Ексцентриситет e визначають залежно від діаметрів трубчастих елементів, що з'єднуються у вузлі та конструкції з'єднання у вузлі. Для вузлів з'єднання стійок і поперечин при $\varnothing 60/53$ $e = 7,2$ см, для вузлів з'єднання подовжніх зв'язків при $\varnothing 48/41$ $e = 6,6$ см.

При симетричному завантаженні вузла алгебраїчна сума опорних моментів дорівнює нулеві, і навантаження на стійки передаються центрально. При несиметричному завантаженні вузла опорний момент дорівнює різниці абсолютних значень моментів від навантажень із суміжних прольотів. Виняток складають крайні стійки, на які вертикальна стискаюча сила передається з однобічним ексцентриситетом, а сумарне навантаження вдвічі менше, ніж на середні стійки.

Розраховують поперечини, що несуть навантаження, як балки на двох опорах. При цьому визначають згинальні моменти у прольоті поперечини і на опорі, а потім фактичні напруження порівнюють із допустимими з урахуванням коефіцієнта динамічності k_d

$$\sigma = M/W; \sigma_{max} = \sigma k_d.$$

Щити настилу також розглядають як балки на двох опорах.

3. Оцінювання стійкості риштувань

У процесі експлуатації втрата стійкості конструкцій риштувань і помостів відбувається у результаті перевищення розрахункових навантажень; відсутності постійного контролю за станом риштування і помостів; ослаблення кріплень риштування до стіни або вихід їх із ладу; пошкодження стійок риштування транспортними засобами; зміни умов опирання риштування у процесі їх експлуатації.

Стійкість риштування іноді перевіряють занадто наближеним розрахунком їхніх окремих елементів без урахування просторової роботи системи, що спричиняє серйозні конструктивні недоліки. Ряд аварій відбулися в основному через втрату стійкості елементів стійок, що працюють на вертикальне поздовжнє навантаження.

Улаштування й експлуатація риштувань відповідно до паспорта й інструкції заводу-виробника гарантують їх безпечну експлуатацію. Однак, якщо інвентарні риштування експлуатуються з додатковими навантаженнями, перевірка їх на міцність і стійкість є обов'язковою. Відповідні розрахунки також необхідні при проектуванні індивідуальних риштувань.

Каркас металевих трубчастих риштувань є просторовою стрижневою конструкцією, яка збирається з окремих прямолінійних елементів (рис. 4.2). При навантаженні риштувань частина їх елементів працює на стиснення. Стислі

стрижні мають достатньо велику гнучкість, руйнуються до настання межі пружності у результаті втрати стійкості. Тому риштування і їх стислі елементи повинні розраховувати не тільки на міцність, але і на стійкість.

Стійкість трубчастих риштувань можна оцінити, розглядаючи їх як просторову систему, що складається з плоских рамних систем двох типів:

I тип – багатопрогонова багатоповерхова рама;

II тип – поперечна однопрогонова багатоповерхова рама.



Рис. 4.2. Трубчасте риштування

Поперечні рами прикріплені до стіни будинку і є невідними, тобто їхні вузли не мають горизонтальних зсувів. Рамна система фасадної частини, навпаки, вільна, тому критичне навантаження поперечної рами буде більшим, ніж фасадної, котра втратить стійкість швидше. Такі основні принципи побудови розрахункової схеми риштування при перевірці їхньої стійкості.

Вузли з'єднання ригелів зі стійками (рис. 4.3) розглядають як спеціальні кінематичні пристрої, що моделюють защемлення ригелів у стійках системи.

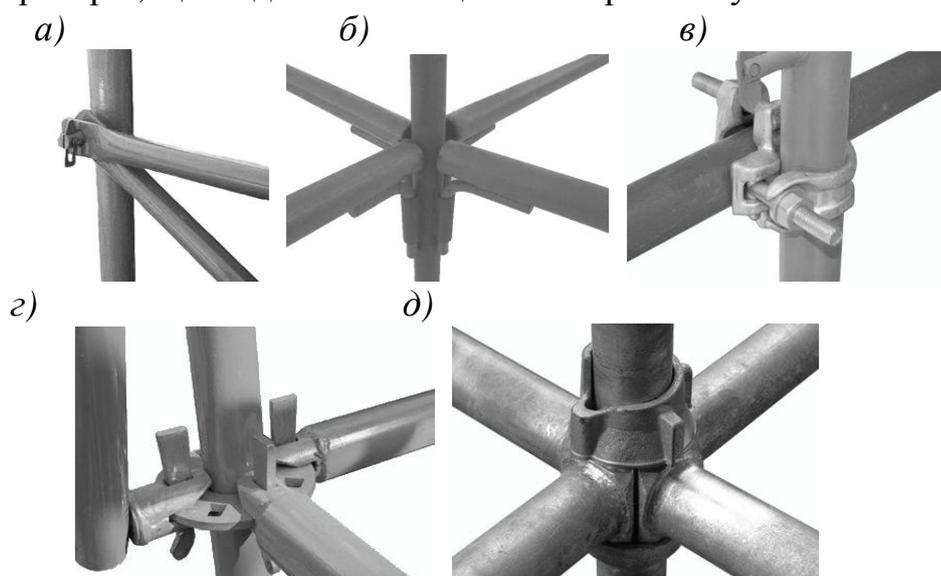


Рис. 4.3. Схеми з'єднання елементів риштування:

а – з'єднання типу «прапорець»; б – на пальцях (штирях); в – на хомутах; г – клиноподібне з'єднання; д – чашковий тип з'єднання

Розрізняють три види втрати стійкості риштувань: критична, місцева і втрата стійкості риштування в цілому.

Критична втрата стійкості риштувань викликається горизонтальними зусиллями, що виникають на різних ярусах риштування під дією осьових навантажень, які діють на стійки в результаті позакентрово прикладеного навантаження.

Під *місцевою втратою стійкості* стрижнів розуміють втрату стійкості стрижня (стійкі) між двома його вузлами.

Втрата стійкості риштування в цілому викликається пружним розтягуванням стійок, а саме: різницею зусиль у стійках, які виявляються між розтягуванням від однієї стійки до іншої, наприклад, коли риштування знаходяться під дією якого-небудь випадкового навантаження (вітрове навантаження).

Існуючі методи розрахунку стійкості риштувань зводяться до розрахунку стійкості стійок риштування, розрахункова схема яких – центральна або позакентрова стислий стрижень із шарнірно опертими кінцями. При цьому в одних випадках стрижень не має проміжних опор і його довжина приймається такою, що дорівнює висоті ярусу риштування чи спирається на проміжні пружні опори. Довжина стрижнів, що розраховуються, приймається такою, що дорівнює відстані між сусідніми кріпленнями стійок риштування до будівлі. При цьому вважається, що стійки риштування свою стійкість втрачають у поперечному напрямі.

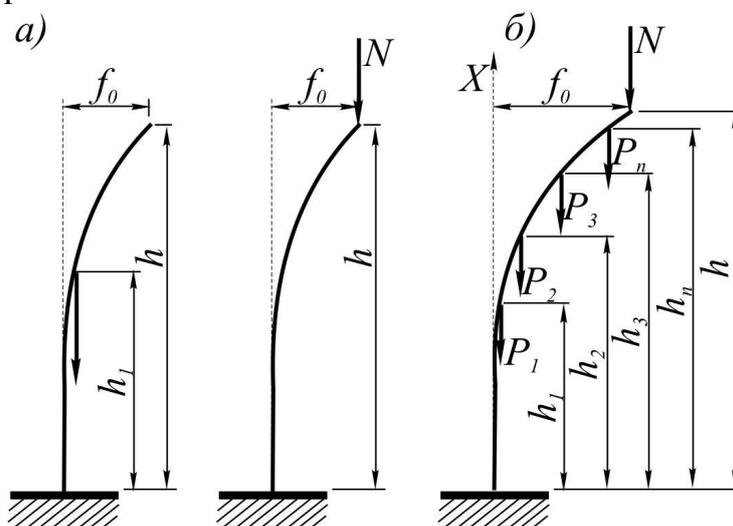


Рис. 4.4. Консольні стрижні, завантажені поздовжніми силами:
a – одиночною силою; *б* – у кожному ярусі риштування

Найбільш близькими до дійсних результати критичних навантажень виходять при розрахунках стійкості риштування за схемою (рис. 4.4, *б*). У цій схемі враховується роль кількості кріплень стійок риштування до конструкцій будівлі, а висота стрижня приймається такою, що дорівнює відстані між сусідніми кріпленнями стійок.

Початковими передумовами при розрахунку риштування, як правило, приймаються такі положення:

- стійкі риштування збирають з окремих елементів, а їх з'єднання в

- стиках приймаються шарнірними;
- переміщуваність просторового каркаса риштування досягається кріпленням риштування до стіни об'єкта за допомогою спеціальних анкерів; усі навантаження на стійки передаються позацентрово з одного боку;
- висота всіх ярусів однакова.

Риштування і помості розраховують на передбачуване максимальне навантаження, яке залежить від виду робіт і приймається за фактичною масою вживаних матеріалів, інвентарю, транспортних засобів, а також людей, що беруть участь у роботі. Розрахунок ведеться за допустимими напруженнями на рівномірно розподілене навантаження: для кам'яної кладки – 2450 Н/м^2 (250 кгс/м^2) і для оздоблювальних робіт – 1960 Н/м^2 (200 кгс/м^2), крім того, всі горизонтальні елементи перевіряються на зосереджене навантаження 1274 Н/м^2 (130 кгс/м^2).

При складанні розрахункової схеми для перевірки стійкості будівельних риштувань усе вертикальне навантаження передається з поперечини на стійки через сполучний елемент.

У сучасній теорії стійкості розроблено багато наближених методів розрахунку, які з успіхом застосовуються для визначення критичного навантаження у капітальних спорудах. Найбільш точним з наближених методів розрахунку є енергетичний. Тому доцільно застосовувати енергетичний метод для перевірки стійкості просторової конструкції риштувань, які є *тимчасовими спорудами*. При обґрунтуванні й виборі розрахункової схеми складна рамна система може бути розчленована на найпростіші рівностійкі консольні системи, стрижні. Розрахунок на стійкість консольних стрижнів, завантажених декількома поздовжніми силами, також видається достатньо трудомістким при точному розв'язанні задачі. У зв'язку із цим з достатньою точністю, що забезпечує необхідний резерв безпеки при монтажі й експлуатації будівельних риштувань, можна використовувати наближений метод визначення критичного навантаження для системи, показаної на рис. 4.4.

Розглянемо два випадки завантаження стрижня. Як відомо, для першого випадку критична сила дорівнює

$$P_{кр1} = \frac{\pi^2 EI}{4h_1^2},$$

а для другого випадку

$$P_{кр2} = \frac{\pi^2 EI}{4h^2}.$$

Тоді

$$P_{кр2} = \frac{\pi^2 EI}{4h_1^2} \frac{h_1^2}{h^2} = P_{кр1} \left(\frac{h_1}{h} \right)^2.$$

З наведених формул видно, що критична сила для випадку верхнього прикладення навантаження менша від критичної сили у разі нижнього прикладення навантаження на відстані h_1 у відношенні $(h_1/h)^2$. Тому, якщо

задана сила діє на деякій висоті h_1 , то її можна перенести у верхню точку, зменшивши у $(h_1/h)^2$ разів. Поширюючи вказане правило на випадок дії декількох сил і перенісши всі їх у верхню точку стрижня, можна отримати умовну силу F і майже рівностійку систему в межах прийнятих допущень. У цьому положенні можна записати

$$P_{кр} = \left[P_1 \left(\frac{h_1}{h} \right)^2 + P_2 \left(\frac{h_2}{h} \right)^2 + \dots + P_n \left(\frac{h_n}{h} \right)^2 \right] v_{кр},$$

де $v_{кр}$ – критичний параметр заданої групи сил.

Для прийнятої розрахункової моделі закон збереження енергії у момент втрати стійкості стійки будівельних риштувань можна подати у загальному вигляді

$$W=Q+P,$$

де W – робота наведеної зовнішньої сили; Q – потенційна енергія деформації консольного стрижня риштування або енергія внутрішніх сил; P – сума робіт моментів кручення і згину, представлених кінематичними пристроями на рівні всіх поверхів.

Замінюючи в указаній формулі окремі вирази W , Q , P їх відомими значеннями, можна обчислити критичне значення параметра $v_{кр}$ групи поздовжніх стискних сил, прикладених на рівні кожного ярусу,

$$v_{кр} = \frac{\pi^2 EI + 8h \sum_{i=1}^n (m_{i,кр} + m_{i,зг}) \sin^2 \frac{nx_i}{2h}}{4 \sum_{i=1}^n P_i h_i^2}.$$

Отримана формула є остаточною для визначення критичного параметра групи сил і справедлива для визначення критичного параметра риштування без діагональних в'язів. У практичних розрахунках необхідно встановити якнайменше значення цього параметра.

Наведену формулу можна навести у розгорненому вигляді, якщо підставити у неї значення моментів інерції для трубчастих перетинів риштування, а також вирази для m_i

$$v_{кр} = \frac{\pi E (D^4 - d^4) + \left[\frac{\pi^2}{8} + 8h \sum_{i=1}^n \left(\frac{k_{кр}}{8(1+\mu)} + \frac{k_{зг}}{b} \right) \sin^2 \frac{nx_i}{2h} \right]}{32 \sum_{i=1}^n P_i h_i^2}.$$

Коефіцієнти $m_{i,кр}$ і $m_{i,зг}$ визначають множенням аналогічних коефіцієнтів для повного защемлення на коефіцієнти зменшення $k_{кр}=0,05\dots 0,1$; $k_{зг}=0,15\dots 0,40$.

У загальному вигляді формула для визначення критичної сили, при якій стійка ще може сприймати навантаження, не втрачаючи стійкості, і за умови завантаження одного ярусу в процесі зведення кам'яної кладки буде такою:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 EI}{4H^2} + \frac{2}{H} \sum_{i=1}^n (m_{i,кр} + m_{i,зг}) \sin^2 \frac{nx_i}{2H},$$

де $P_{кр}$ – критичне навантаження, H ; EI – жорсткість елемента (добуток модуля пружності на момент інерції); H – висота риштування, m ; $m_{i,кр}$ і $m_{i,зг}$ –

коефіцієнт жорсткості по крутінню та вигину в кінематичному пристрої (вузлі з'єднання ригелів зі стійками); n – число ярусів риштування; x_i – поточна координата по висоті стійки, м.

У цій формулі перший член є ейлеровою критичною силою для консольного стрижня без кінематичних пристроїв.

Стійке положення риштування досягається рядом конструктивних засобів:

- 1) улаштуванням анкерних і трубчастих упорів (при висоті до 20 м) (*не можна кріпити риштування до балконів, парапету, карнизу та інших виступаючих частин будівлі*);

Місця і способи кріплення вказуються в ПВР. За відсутності рекомендацій ПВР або інструкцій заводу-виробника кріплення риштування до стіни будівлі здійснюється по кожному ряду стійок у шаховому порядку, як правило, через 4...6 м (по горизонталі через дві стійки на третій, по вертикалі – через два яруси на третьому (не менше ніж через один ярус для верхніх стояків, через два прогони для верхнього ярусу)). Крайні стійки риштування і сходові клітки кріпляться по висоті через 4 м. Мінімальна кількість кріплень приймається з розрахунку одне кріплення на кожні 50 м² проекції поверхні риштування на фасади будівель.

- 2) улаштуванням діагональних (вертикальних і горизонтальних) в'язів, які перешкоджають відхиленню риштування у тій площині, в якій вони встановлені й тим самим забезпечують загальну стійкість (*такі діагональні в'язі встановлюють у трьох крайніх панелях з обох кінців секцій риштування на відстані по висоті 6 м*);
- 3) раціональним розміщенням матеріалів та визначенням критичних навантажень;

Зверніть увагу! Робочі навантаження на риштування в процесі виконання робіт не повинні перевищувати визначених технічною документацією. За необхідності передавання на риштування додаткових навантажень (від підйомників, вантажопідіймальних площадок тощо) їх конструкцію необхідно перевірити на ці навантаження.

- 4) якісним виконанням опорних вузлів (бетонна опора, жорстке закріплення, укладення прокладок перпендикулярно фасаду будівлі).

При влаштуванні риштування площадка повинна бути вирівняна, ґрунт спланований, ущільнений і забезпечений відвід поверхневих вод.

За неможливості виконання цих вимог засоби підмоцнування повинні бути обладнані опорами, що регулюються (домкратами), для забезпечення їх горизонтального виставлення або мають бути встановлені тимчасові опорні споруди, які забезпечують горизонтальність виставлення засобів підмоцнування.

Якщо у поздовжньому напрямку природний ухил місцевості перевищує 5°, то планування необхідно виконувати горизонтальними площадками у вигляді уступів чи виривати ями для встановлення стійок.

Настили засобів підмоцнування виготовляються з дощок товщиною 50 мм з рівною поверхнею і зазором між дошками не більше ніж 5 мм. З'єднання щитів настилів унапуск допускається тільки по їх довжині. При цьому кінці

з'єднувальних елементів повинні знаходитися на опорі й перекривати її не менше ніж на *20 см* у кожний бік. Ширина настилів на риштуваннях і помостах повинна бути не меншою ніж *2 м* для кам'яних, *1,5 м* для штукатурних, *1 м* для малярних та монтажних робіт.

Зварніть увагу! Засоби підмоцнення, що застосовуються під час штукатурних, малярних робіт, улаштування фасадних систем у місцях, під якими виконуються інші роботи чи є прохід, повинні бути з настилами без зазорів.

У разі розміщення настилу на висоті *1,3 м* та вище необхідно встановлювати огорожі із суцільною бортовою обшивкою по низу. Висота огорожі повинна бути не меншою ніж *1,1 м*, бортові обшивки – не менше ніж *0,15 м*, відстань між горизонтальними елементами огорожі – не більше ніж *0,5 м*.

Робочі настили огорожують із трьох сторін. Стійки перильної огорожі мають знаходитися на відстані, не меншій ніж *2 м* одна від одної. Зазор між стіною будівлі й робочим настилом риштування не повинен перевищувати *50 мм* для цегляної кладки (кам'яних робіт) і *150 мм* при опоряджувальних і ремонтних роботах.

Під час виконання теплоізоляційних робіт зазор між поверхнею, що ізолюється, і робочим настилом не повинен перевищувати двох товщин ізоляції плюс *50 мм*. Зазори розміром, більшим ніж *50 мм*, у разі, коли роботи не виконуються, необхідно закривати знімними елементами.

Риштування висотою понад *6 м* і більше повинні мати не менше двох настилів: робочий (верхній) і захисний (нижній).

Зварніть увагу! Кожне робоче місце на риштуваннях, що прилягає до будинку чи споруди, має бути захищене зверху настилом, розташованим на висоті, не вищій ніж *2 м* від робочого настилу. Якщо під час виконання робіт рух людей або транспорту під риштуваннями і поблизу від них не передбачається, улаштування захисного (нижнього) настилу не обов'язкове.

При виконанні робіт одночасно з двох настилів, що знаходяться на різних ярусах, їх кількість повинна бути не меншою від п'яти. Роботи в декількох ярусах по одній вертикалі можуть виконуватися тільки за наявності між ярусами проміжних захисних настилів.

На риштуваннях драбини розташовують на відстані, не більшій ніж *40 м* одна від одної. При довжині риштувань, меншій від *40 м*, вони повинні обладнуватися не менше ніж двома драбинами.

Якщо передбачається пересування людей у безпосередній близькості від риштувань, місця пересування людей мають бути обладнані суцільним захисним навісом, а фасад риштувань закритий захисною сіткою з вічками розміром, не більшим ніж *5×5 мм*.

4. Організаційні заходи з безпечної експлуатації засобів підмоцвання

До організаційних заходів із безпечної виконання робіт можна віднести:

- 1) риштування і помости висотою до 4 м допускаються в експлуатацію після приймання їх керівником робіт (майстром або виконавцем робіт) і реєстрації у журналі робіт. При висоті, вищій ніж 4 м, приймання здійснює комісія, призначена керівником будівельної організації, а саме приймання оформлюється актом. Акт приймання риштування затверджує головний інженер;

Зверніть увагу! При технічному огляді перевіряють відповідність установлених риштувань проектному рішенню, міцність та стійкість робочих настилів, пристосувань для підйому робітників і матеріалів, наявність знаків безпеки.

Під час приймання риштувань та помостів повинні бути перевірені: наявність кріплень, що забезпечують їх стійкість, вузли кріплення окремих елементів, робочі настили й огороження, вертикальність стояків, надійність опорних площадок та заземлення (для металевих риштувань).

- 2) якщо робота на риштуванні не проводилася *протягом місяця*, то риштування підлягають повторному прийманню в експлуатацію;
- 3) додатковому огляду підлягають засоби підмоцвання після дощу, вітру, грози, відлиги, землетрусу, що можуть негативно позначитися на несучій здатності основи під ними, якщо вони деформувалися. Ці несправності та порушення мають бути ліквідовані, а засоби підмоцвання повторно прийняті в експлуатацію;
- 4) керівник робіт повинен не рідше ніж через кожних 10 днів оглядати засоби підмоцвання в процесі експлуатації та результати огляду фіксувати у журналі виконання робіт;
- 5) вхід до будівлі, біля якої встановлені риштування, має бути захищеним зверху навісом, а з бокових сторін суцільною обшивкою дошками. Навіс і боковий захист повинні виступати за габарити риштувань не менше ніж на 1 м;
- 6) металеві риштування обладнують системою блискавкозахисту, оскільки розряди блискавки можуть викликати місцеві температурні напруження, а також пов'язані з ними порушення міцності риштування та можливість ураження людей, що знаходяться на риштуваннях і поблизу них;
- 7) риштування, розташовані поблизу проїзду транспортних засобів, мають бути огорожені колесовідбійними брусами на відстані, не меншій ніж 0,6 м від габаритів транспортних засобів;
- 8) лінії електропередач, розміщені ближче 5 м від металевих риштування, необхідно зняти (на період монтажу і демонтажу), знеструмити або помістити в дерев'яні коробки, а відтяжки тролейбусних та інших проводів у зоні риштування – в гумові коробки;
- 9) під час демонтажу риштування дверні отвори першого поверху, виходи на балкони і вікна всіх поверхів (у межах ділянки, яка розбирається) повинні бути закриті;
- 10) під час застосування пересувних риштувань необхідно забезпечити

виконання таких вимог:

- уклон поверхні, по якій здійснюється переміщення в поперченому і поздовжньому напрямках, не повинен перевищувати зазначеного у паспорті та інструкції заводу-виробника;
- пересування засобів підмоцнення під час вітру зі швидкістю, більшою ніж 10 м/с , не допускається;
- перед пересуванням засоби підмоцнення необхідно звільнити від матеріалів і тари; з них необхідно вивести людей;
- двері в огорожах засобів підмоцнення повинні відчинятися всередину й бути обладнані фіксуючим пристроєм, що перешкоджає їх самовільному відчиненню.

Для виконання монтажних і опоряджувальних робіт на значній висоті застосовують підвісні помости різних конструкцій, що, як правило, підвішують до кінців інвентарних консолей, міцно закріплених за конструктивні елементи верха будинку.

Підвісні риштування і помости після їх монтажу можуть бути введені в експлуатацію тільки після випробування статичним навантаженням, що перевищує нормативне на 20% .

Підймальні помости (колиски), крім того, повинні бути випробувані на динамічне навантаження, що перевищує нормативне на 10% .

Після випробувань таких риштувань (помостів) має бути складений акт приймання, а також зроблено запис у журналі виконання робіт. У разі багаторазового використання підвісних риштувань або помостів їх можна експлуатувати без випробування за умови, що конструкція, на яку підвішуються риштування або помости, перевірена навантаженням, котре перевищує розрахункове не менше ніж удвічі, а закріплення риштувань здійснене типовими вузлами (пристроями), що витримали необхідне випробування.

Піднімальні помости на час перерви у роботі необхідно опустити на землю. Перехід з піднімальних помостів у будівлю або споруду та навпаки не допускається.

Для оцінювання стійкості двотаврових і швелерних балок, використовуваних для консолей підвісного риштування, які зазнають згину з крутінням, визначають критичне напруження, P_a ,

$$\sigma_{кр} = Mh / (2 \ell),$$

де M – згинальний момент у відповідній площині, $H \times \text{м}$; h – висота перетину балки (найбільша сторона в складеному перетині), м ; ℓ – розрахункова довжина балки, м .

У лебідках, призначених для підвісних колісок, не дозволяється застосовувати сталеві канати діаметром, меншим ніж 7 мм . Кожний канат коліски повинний мати не менше ніж дев'ятикратний запас міцності.

ЛЕКЦІЯ 5

ОСНОВИ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОСУДИН, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ, І КРІОГЕННОЇ ТЕХНІКИ

План

1. Небезпечні чинники та причини аварій посудин, що працюють під тиском.
2. Організаційні заходи з безпечної експлуатації посудин.
 - 2.1. Установлення та реєстрація посудин, які працюють під тиском.
 - 2.2. Технічне опосвідчення посудин, що працюють під тиском.
 - 2.3. Обов'язки відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію посудин, які працюють під тиском.
3. Запобіжні засоби захисту.
4. Вимоги безпеки при експлуатації балонів.
5. Загальні вимоги безпеки при експлуатації компресорів.
 - 5.1. Основні небезпеки компресорів та засоби захисту і контролю.
 - 5.2. Організаційні заходи безпечної експлуатації компресорів.
6. Вимоги безпеки при експлуатації установок кріогенної техніки.

1. Небезпечні чинники та причини аварій посудин, що працюють під тиском

Посудинами, які працюють під тиском, називаються герметично закриті ємності, призначені для здійснення в них хімічних, теплових процесів та інших технологічних процесів, а також для зберігання й перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів та рідин.

Посудини, що працюють під тиском, належать до об'єктів із підвищеною небезпекою, тому при їх виготовленні та експлуатації необхідно дотримуватись вимог **НПАОП 0.00-1.59-87** «Правила безпеки і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском» (*уведені замість НПАОП 0.00-1.07-94*). Ці Правила встановлюють вимоги до проектування, будови, виготовлення, реконструкції, налагоджування, монтажу, ремонту, експлуатації посудин, цистерн, бочок, балонів, працюючих під тиском (надлишковим).

Зверніть увагу! Підприємства й організації повинні мати дозвіл органів Держпраці України на виготовлення, монтаж, налагодження, реконструкцію та ремонт посудин. Підставою для видачі дозволу є висновок експертно-технічного центру (ЕТЦ) щодо можливості виконання вказаних робіт.

NON MULTA, SED MULTUM

Балон – посудина, яка має одну або дві горловини для установки вентилів, фланців або штуцерів, призначена для перевезення, зберігання і використання стиснених, зріджених чи розчинених під тиском газів.

Бочка – посудина циліндричної або іншої форми, котру можна перекинути з одного місця на інше і ставити на торці без додаткових опор, призначена для перевезення, зберігання рідких та інших речовин.

Барокамера – посудина, яка працює під тиском, обладнана спеціальними приладами й устаткуванням, призначена для розміщення в ній людей.

Цистерна – пересувна посудина, постійно встановлена на рамі залізничного вагону, на шасі автомобіля (причепа) або на інших засобах пересування, призначена для перевезення і зберігання газоподібних, рідких та інших речовин.

Резервуар – стаціонарна посудина, призначена для зберігання газоподібних, рідких та інших речовин.

Дія цих Правил поширюється на:

- посудини, які працюють під тиском води з температурою, вищою ніж 115°C , або іншої рідини з температурою, що перевищує температуру кипіння при тиску $0,07 \text{ МПа}$ ($0,7 \text{ кгс/см}^3$), без урахування гідростатичного тиску;
- посудини, які працюють під тиском пари або газу, вищим за $0,07 \text{ МПа}$;
- балони, призначені для транспортування та зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів під тиском, вищим ніж $0,07 \text{ МПа}$;
- цистерни та бочки для транспортування і зберігання зріджених газів, тиск пари яких при температурі до 50°C перевищує тиск понад $0,07 \text{ МПа}$;
- цистерни та посудини для транспортування і зберігання зріджених, стиснених газів, рідин і сипких тіл, у яких тиск, вищий ніж $0,07 \text{ МПа}$, утворюється періодично для їх випорожнення;
- барокамери.

При розгерметизації посудин, що працюють під тиском, можуть виникнути такі небезпечні чинники:

- 1) **вибухи** посудин, котрі супроводжуються аваріями технологічного обладнання, руйнуванням конструкцій та загибеллю людей;

Вибухи посудин являють собою миттєве вивільнення значної енергії за короткий проміжок часу в замкнутому об'ємі. У результаті вибуху порушується цілісність стінок посудини, при цьому відбувається миттєве зниження внутрішнього тиску до атмосферного.

При вибуху посудини відбувається адіабатичне розширення стиснутого у ній газу, **робота** котрого визначається згідно із залежністю

$$A = \frac{P_1 V}{n-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right], \text{ Дж},$$

де P_1 – початковий тиск газу в посудині, Па ; P_2 – кінцевий (атмосферний) тиск, Па ; V – об'єм посудини, м^3 ; n – показник адіабати (безрозмірний); $n = C_p / C_v$ – відношення теплоємностей газу при постійному тиску й об'ємі, $\text{Дж}/(\text{кг} \times ^{\circ}\text{C})$ (для повітря $n = 1,41$).

Зверніть увагу! **Адіабатичний процес** (грец. адіабатос – неперехідний) – у термодинаміці зміна стану тіла без обміну теплом з навколишнім середовищем. Його можна здійснити, виконуючи стискання чи розширення тіла (наприклад, газу) дуже швидко.

Під час адіабатичного стискування тіла внутрішня енергія його

збільшується, а при адіабатичному розширенні – зменшується. Виконана робота при цьому дорівнює за величиною та протилежна за знаком зміні внутрішньої енергії системи.

Потужність вибуху (*кВт*) залежить від величини роботи вибуху і часу його дії та визначається згідно з формулою

$$N = \frac{A}{102 \times t}, \text{ кВт},$$

де *t* – час дії вибуху, *с*; *102* – перевідний коефіцієнт *кгхм/с* у *кіловати* (*1 кВт=102 кгхм/с*).

- 2) **опіки** під дією високих або низьких температур (термічні опіки) та внаслідок агресивного середовища (хімічні опіки);
- 3) **гострі отруєння**, пов'язані з використанням інертних і токсичних газів.

Основні причини аварій посудин, що працюють під тиском

- 1) перевищення допустимого тиску;
- 2) невідповідність конструкції вимогам, що ставляться;
- 3) втрата міцності внаслідок дефектів металу, корозії, місцевих перегрівів, невідповідності режимів експлуатації;
- 4) недостатня кваліфікація персоналу;
- 5) відсутність необхідного технічного нагляду (несправність запобіжних пристроїв, контрольно-вимірювальних приладів, арматури та інші)

2. Організаційні заходи з безпечної експлуатації посудин

До організаційних вимог із безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, відносять:

- 1) установлення й реєстрація посудин;
- 2) технічне опосвідчення посудини;
- 3) дозвіл на введення посудини в експлуатацію;
- 4) призначення відповідального по нагляду за технічним станом та експлуатацією посудини;
- 5) маркування (прикріплена табличка) – вказується товарний знак або назва підприємства-виробника, назва чи позначення посудини, рік виготовлення, робочий тиск, *МПа (кгс/см²)*, розрахунковий тиск, *МПа (кгс/см²)*, пробний тиск, *МПа (кгс/см²)*, допустима максимальна і (або) мінімальна робоча температура стінки, °С, маса посудини, *кг*;
- 6) фарбування та нанесення відповідних написів.

2.1. Установлення та реєстрація посудин, які працюють під тиском

Посудини повинні встановлюватися на відкритих площадках у місцях, що виключають скупчення людей, або в окремо розташованих будинках.

Допускається встановлення посудин:

- у приміщеннях, що прилягають до виробничих будівель, за умови відокремлення їх від будівлі капітальною стіною;

- у виробничих приміщеннях у випадках, передбачених галузевими правилами безпеки;
- із заглибленням у ґрунт за умови забезпечення доступу до арматури і захисту стінок посудини від корозії під дією ґрунту та блукаючих струмів.

Зверніть увагу! Не дозволяється встановлювати посудини в житлових, громадських і побутових будинках, а також у прилеглих до них приміщеннях.

Установлення посудин повинно забезпечувати можливість огляду, ремонту та очищення їх як із внутрішнього, так і з зовнішнього боку, а також має виключати можливість їх перекидання. Для зручності обслуговування посудин мають бути зроблені площадки та сходи. Для огляду і ремонту можуть застосовуватися колиски й інші пристрої.

Зверніть увагу! Указані пристрої не повинні порушувати міцності та стійкості посудини, а приварювання їх до посудини має бути виконане за проектом.

Посудини, що працюють під тиском до пуску в роботу, повинні бути зареєстровані в ЕТЦ.

Реєстрації в ЕТЦ підлягають:

- посудини 1-ї групи, котрі працюють при температурі, не вищій ніж 200 °С, у яких добуток тиску, МПа (кгс/см³), на місткість, м³ (літри), не перевищує 0,05 (500), а також посудини 2-ї, 3-ї і 4-ї груп, що працюють при зазначеній вище температурі, у котрих добуток тиску, МПа (кгс/см³), на місткість, м³ (літри), не перевищує 1 (10 000);

Зверніть увагу! Група посудин визначається залежно від розрахункового тиску, температури стінки та характеру робочого середовища (табл. 5.1).

- апарати повітророздільних установок і розподілу газів, розташованих усередині теплоізоляційного кожуха (регенератори, теплообмінники, адсорбери, випарники, фільтри, пароохолодники, підігрівники та ін.);
- посудини холодильних установок і холодильних блоків у складі технологічних установок;
- бочки для перевезення зріджених газів, балони місткістю до 100 л включно, встановлені стаціонарно, а також призначені для транспортування та (або) зберігання стиснених, зріджених і розчинених газів;
- посудини для зберігання чи транспортування зріджених газів, рідких і сипких тіл, що перебувають під тиском періодично при їх випорожнюванні;
- посудини зі стисненими та зрідженими газами, призначені для забезпечення паливом двигунів транспортних засобів, на яких вони встановлені;
- посудини, установлені в підземних гірничих виробках;
- вісцинові й інші фільтри, установлені на газорозподільних станціях і в пунктах та ін.

Таблиця 5.1

Визначення групи посудин залежно від розрахункового тиску, температури стінки і характеру середовища

Група посудини	Розрахунковий тиск, МПа (кгс/см ²)	Температура стінки, °С	Характер робочого середовища
1	> 0,07 (0,7)	Незалежно	Вибухонебезпечна, пожежонебезпечна, або 1-го, 2-го класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007
2	До 2,5 (25)	Нижче мінус 70, вище 400	Будь-яка, за винятком указаної для 1-ї групи посудин
	> 2,5 (25) до 4 (40)	Нижче мінус 70, вище 200	
	> 4 (40) до 5 (50)	Нижче мінус 40, вище 200	
	> 5 (50)	Незалежно	
3	До 1,6 (16)	Від мінус 70 до мінус 20 Від 200 до 400	Будь-яка, за винятком указаної для 1-ї групи посудин
	> 1,6 (16) до 2,5 (25)	Від мінус 70 до 400	
	> 2,5 (25) до 4 (40)	Від мінус 70 до 200	
	> 4 (40) до 5 (50)	Від мінус 40 до 200	
4	До 1,6 (16)	Від мінус 20 до 200	

Реєстрація посудини здійснюється на підставі письмової заяви адміністрації власника посудини.

Для реєстрації повинні бути подані:

- паспорт посудини встановленої форми;
- посвідчення про якість монтажу;

NON MULTA, SED MULTUM

Посвідчення про якість монтажу складається організацією, що виконувала монтаж, і має бути підписане керівником цієї організації, а також керівником підприємства, яке є власником посудини, і скріплене печаткою.

У посвідченні повинні бути наведені такі дані:

- 1) найменування монтажної організації;
- 2) найменування підприємства – власника посудини;
- 3) найменування підприємства-виробника і заводський номер посудини;
- 4) відомості про матеріали, застосовані монтажною організацією додатково до вказаних у паспорті;
- 5) відомості про зварювання, що включають вид зварювання, тип і марку електродів, термообробку, режим термообробки і діаграми; прізвища зварників і термістів, номери їх посвідчень; результати випробувань контрольних стиків (зразків), а також результати неруйнівного дефектоскопічного контролю стиків;
- 6) висновки про відповідність проведених на посудині монтажних робіт цим Правилам, проекту, технічним умовам та інструкції з монтажу і придатності їх до експлуатації при вказаних у паспорті параметрах;
- 7) копія дозволу органів Держпраці на монтаж посудини.

- схема включення посудини із зазначенням джерела тиску, параметрів її робочого середовища, арматури, контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматичного керування, запобіжних та блокувальних пристроїв. Схема повинна бути затверджена власником посудини;
- паспорт запобіжного клапана з розрахуванням його пропускної здатності.

ЕТЦ зобов'язаний протягом *п'яти днів* з дня отримання заяви розглянути подану документацію. При відповідності документації на посудину ЕТЦ у паспорті посудини ставить штамп про реєстрацію, пломбує документи і повертає їх власнику посудини. Про відмову в реєстрації повідомляється власнику посудини в письмовій формі із зазначенням причин відмови та з посиланнями на відповідні статті Правил.

- Зверніть увагу!** 1. При перестановці посудини на нове місце або переданні посудини іншому власникові, а також при внесенні змін у схему її вмикання посудина до пуску в роботу повинна бути перереєстрована в ЕТЦ.
2. Для зняття з обліку зареєстрованої посудини власник зобов'язаний подати в ЕТЦ заяву про причини зняття і паспорт посудини.

2.2. Технічне опосвідчення посудин, що працюють під тиском

Посудини, які працюють під тиском, підлягають технічному опосвідченню до пуску в роботу та періодично у процесі експлуатації, а у необхідних випадках – позачерговому опосвідченню.

Технічне опосвідчення виконують експерти ЕТЦ у визначені НПАОП 0.00-1.59-87 терміни. Періодичне технічне опосвідчення допускається проводити фахівцям організацій, підприємств, установ, які мають дозвіл управління Держпраці, отриманий в установленому порядку.

Технічне опосвідчення *складається* із зовнішнього, внутрішнього оглядів і гідравлічного випробування.

Мета зовнішнього та внутрішнього оглядів при періодичних і позачергових опосвідченнях полягає в установленні справності посудини й можливості її подальшої роботи.

- Зверніть увагу!** При цьому слід бути уважним до виявлення можливих тріщин, надривів, випинів, вигинів і корозії на внутрішніх та зовнішніх поверхнях стінок, слідів пропусків у зварних і клепаних з'єднаннях.

Внутрішній огляд здійснюється не рідше одного разу на два роки підприємством і не рідше одного разу на чотири роки державним інспектором.

Гідравлічне випробування посудин проводиться тільки при задовільних результатах зовнішнього і внутрішнього оглядів.

Мета гідравлічного випробування – перевірка міцності елементів посудини та щільності з'єднань.

- Зверніть увагу!** Посудини мають бути пред'явлені до гідравлічного випробування з установленою на них арматурою.

Величина пробного тиску визначається, виходячи з дозволеного тиску

для посудини (не менше 1,25 робочого). Під пробним тиском посудина повинна перебувати 5 хв, якщо відсутні інші вказівки підприємства-виробника.

Гідравлічне випробування посудин, за винятком литих, повинно проводитися пробним тиском P_{np} , що визначається за формулою

$$P_{np} = 1,25P \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t},$$

де P – розрахунковий тиск посудини, МПа (кгс/см²); $[\sigma]_{20}$, $[\sigma]_t$ – допустимі напруження для матеріалу посудини або її елементів відповідно при 20 °С і розрахунковій температурі, МПа (кгс/см²).

Зверніть увагу! Відношення $[\sigma]_{20}/[\sigma]_t$ приймається по тому з використаних матеріалів елементів (обичайки, днища, фланці, кріплення, патрубки тощо) посудини, для якого воно є найменшим.

NON MULTA, SED MULTUM

Гідравлічне випробування деталей, виготовлених із литва, має виконуватися пробним тиском, який визначається за формулою

$$P_{np} = 1,5P \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t}.$$

Гідравлічне випробування посудин і деталей, виготовлених з неметалевих матеріалів з ударною в'язкістю понад 20 Дж/см², необхідно здійснювати пробним тиском, що обчислюється за формулою

$$P_{np} = 1,3P \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t}.$$

Гідравлічне випробування посудин і деталей, виготовлених із неметалевих матеріалів з ударною в'язкістю 20 Дж/см² і менше, повинно виконуватися пробним тиском, який визначається за формулою

$$P_{np} = 1,6P \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t}.$$

Гідравлічне випробування металопластикових посудин варто здійснювати пробним тиском, що обчислюється за формулою

$$P_{np} = [1,25K_m + \alpha(1 - K_m)] \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t},$$

де K_m – відношення маси металоконструкції до загальної маси посудини; $\alpha=1,3$ – для неметалевих матеріалів з ударною в'язкістю понад 20 Дж/см²; $\alpha=1,6$ – для неметалевих матеріалів з ударною в'язкістю 20 Дж/см² і менше.

Для гідравлічного випробування посудин повинна застосовуватися вода з температурою, не нижчою ніж 5 °С і не вищою ніж 40 °С, якщо в технічних умовах не вказане конкретне значення температури, яка допускається за умовою запобігання крихкому руйнуванню.

Різниця температур стінки посудини і навколишнього повітря під час випробувань не повинна спричинювати конденсацію вологи на поверхні стінок посудини.

Зверніть увагу! Тиск при випробуванні слід контролювати двома манометрами. Обидва прилади вибираються одного типу і границі вимірювання, однакових класів точності і ціни поділки.

Посудини, що працюють під тиском шкідливих речовин (рідин і газів)

1-го і 2-го класів небезпеки, за ГОСТ 12.1.007-76 підлягають випробуванню на герметичність повітрям або інертним газом під тиском, що дорівнює робочому тиску.

Гідравлічні випробовування виконують не рідше одного разу на вісім років.

Результати технічного опосвідчення, а також термін наступного записують у паспорт установленої форми, який повинна мати кожна посудина, що працює під тиском.

Позачергове опосвідчення посудин, котрі знаходяться в експлуатації, має бути проведено в таких випадках:

- 1) якщо посудина не експлуатувалася більше 12-ти місяців;
- 2) якщо посудина була демонтована і встановлена на новому місці;
- 3) якщо проводилося виправлення випинів чи вм'ятин, а також реконструкція або ремонт посудини із застосуванням зварювання чи паяння елементів, що працюють під тиском;
- 4) перед накладанням на стінки посудини захисного покриття;
- 5) після відпрацювання розрахункового строку служби посудини, встановленого проектом, документацією підприємства-виробника або іншою документацією;
- 6) після аварії посудини чи елементів, що працюють під тиском, якщо за обсягом відбудовних робіт потрібен такий огляд;
- 7) за вимогою інспектора Держпраці України або відповідального по нагляду за технічним станом та експлуатацією посудини.

Зверніть увагу! При проведенні позачергового опосвідчення повинна бути вказана причина, що викликала необхідність такого опосвідчення.

Пуск в експлуатацію посудин, що підлягають реєстрації в ЕТЦ, здійснюється за наказом власника підприємства (організації), виданим за результатами технічного опосвідчення і проведеного експертом ЕТЦ обстеження готовності посудини до експлуатації та відповідності обслуговування, нагляду й установки вимогам проекту.

Зверніть увагу! Дозвіл на введення в експлуатацію посудини, що не підлягає реєстрації в ЕТЦ, видається особою, призначеною наказом по підприємству для здійснення нагляду за технічним станом і експлуатацією посудин, на підставі документації підприємства-виробника після технічного опосвідчення і перевірки організації обслуговування.

Дозвіл на введення посудини в експлуатацію записується в паспорті посудини.

На кожній посудині після видачі дозволу на її експлуатацію треба нанести фарбою на помітному місці або на спеціальній табличці форматом не менше 200×150 мм:

- 1) реєстраційний номер;
- 2) дозволений тиск;
- 3) число, місяць і рік наступних зовнішнього і внутрішнього оглядів, гідравлічного випробування.

2.3. Обов'язки відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію посудин, які працюють під тиском

Власник зобов'язаний забезпечити утримування посудин у справному стані й безпечні умови їх роботи.

Для цього необхідно призначити наказом із числа інженерно-технічних працівників відповідальних за справний стан і безпечну дію посудин, а також відповідальних по нагляду за технічним станом та експлуатацією посудин.

Відповідальний за справний стан і безпечну експлуатацію посудин, що працюють під тиском, зобов'язаний:

- 1) нести відповідальність за порушення правил техніки безпеки;
- 2) розробити і затвердити інструкцію з режиму роботи та безпечного обслуговування посудин, які працюють під тиском;
- 3) контролювати наявність і заповнювати паспорти заводу-виробника (корінці з техобслуговування);
- 4) оглядати посудини в робочому стані з установленою керівництвом підприємства (організації) періодичністю;
- 5) вести книгу обліку й опосвідчення посудин, що працюють під тиском;
- 6) вести облік напруження циклів навантаження посудин, що експлуатуються в циклічному режимі;
- 7) забороняти експлуатацію посудин при порушенні правил техніки безпеки;
- 8) видавати працівникам дозвіл на експлуатацію посудин, які працюють під тиском, після проведення їх опосвідчення.

NON MULTA, SED MULTUM

Особа, що обслуговує посудини, які працюють під тиском, повинна:

- 1) бути не молодшою ніж 18 років;
- 2) пройти медичний огляд;
- 3) пройти курсове навчання та атестацію у кваліфікаційній комісії;
- 4) пройти вхідний та первинний інструктаж з техніки безпеки (проводить особа, відповідальна за справний стан та безпечну експлуатацію посудин, що працюють під тиском);
- 5) не рідше ніж раз на рік проходити перевірку знань із безпечного обслуговування посудин, які працюють під тиском, у присутності інженера з охорони праці.

Відповідальний по нагляду за технічним станом та експлуатацією посудин має право:

- 1) видавати обов'язкові для виконання керівниками й інженерно-технічними працівниками цехів і відділів підприємства приписи з усунення порушень;
- 2) подавати керівництву підприємства пропозиції щодо усунення причин, що породжують порушення;
- 3) при виявленні серед обслуговуючого персоналу ненавчених осіб, а також осіб, які показали незадовільні знання, вимагати усунення їх від обслуговування посудин;

4) подавати керівництву підприємства пропозиції щодо притягування до відповідальності інженерно-технічних працівників та осіб обслуговуючого персоналу, які порушують Правила та інструкції.

Вимоги до роботи всередині посудин:

- 1) посудину треба від'єднати від інших посудин та закрити всі трубопроводи заглушками;
- 2) температура у посудині не повинна перевищувати 60 °С;
- 3) робота людей дозволяється тільки за нарядом-допуском, виданим керівником організації;
- 4) посудина має бути провентильована;
- 5) час роботи при температурі 50...60 °С не повинен перевищувати 20 хв;
- 6) знімають плавкі вставки пускачів;
- 7) під час роботи на вентилях, заслінках, вентиляторах, паливопроводах вивісити плакати «Не вмикати, працюють люди».

3. Запобіжні засоби захисту

Для забезпечення нормальних умов експлуатації та запобігання аваріям і вибухам посудини, апарати та трубопроводи, що працюють під тиском, повинні бути оснащені запірною або запірно-регулювальною апаратурою, запобіжними пристроями, приладами для вимірювання тиску, температури, показчиками рівня рідини тощо.

Кількість, тип і місце встановлення контрольно-вимірювальних приладів, запобіжних пристроїв, арматури обираються організацією-розробником проекту, виходячи з конкретних умов експлуатації.

Запобіжні засоби

1. Запірна арматура для від'єднання посудин від трубопроводу:

- *пружинні або важільно-вантажні запобіжні клапани* (в токсичних та вибухонебезпечних середовищах) – для запобігання підвищенню тиску вище допустимого в посудинах, апаратах та трубопроводах;

NON MULTA, SED MULTUM

Пружинні чи важільно-вантажні запобіжні клапани автоматично відкриваються при підвищенні тиску вище значення, що задається (регулюється) гвинтом стиснення пружини або вантажем, який установлюється на важіль клапана. Для того щоб запобігти дії газу чи пари на обслуговуючий персонал при спрацюванні запобіжного клапана, до нього під'єднують пристрої, що відводять пар чи газ у безпечне місце. Установлювати запірну арматуру (крани, засувки) між посудиною та запобіжним клапаном не допускається.

- *зворотні клапани* (в компресорах, насосах – для вибухо- та пожежонебезпечних речовин, речовин 1-го і 2-го класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76, а також у випарниках з вогневим чи газовим обігрівом);

NON MULTA, SED MULTUM

Цей клапан автоматично закривається тиском з посудини і запобігає виходу з неї речовин при падінні тиску в підвідній лінії. За принципами роботи клапани поділяються на підйомні (пружинні) та поворотні.

➤ *редукційні клапани* (регулюють перепад тиску в балонах).

а)



б)



в)



Рис. 5.1. Редуктори балонні:

а – редуктор кисневий HERCULES; б – редуктор пропановий БПО5-4;
в – редуктор балонний АР-40/У-30ДМ (аргон/вуглекислота)

Зверніть увагу! 1. Запірна і запірно-регулювальна арматура повинна встановлюватися на штуцерах, безпосередньо приєднаних до посудини, або на трубопроводах, які підводять і відводять від посудини робоче середовище.

2. Установлення важільно-вантажних клапанів на пересувних посудинах не дозволяється.

2. Запобіжні пристрої:

- розривні мембрани (для можливого швидкого викидання великої кількості речовини з посудини);
- відривні клапани;
- компенсатори (П- і Г- подібні, сальникові, лінзові);
- запобіжні та блокувальні пристрої.

NON MULTA, SED MULTUM

Мембранні запобіжні пристрої встановлюються:

1) замість важільно-вантажних і пружинних запобіжних клапанів, коли вони в робочих умовах конкретного середовища не можуть бути застосовані внаслідок їх інерційності або інших причин;

2) перед запобіжними клапанами у випадках, коли запобіжні клапани не можуть надійно працювати через шкідливу дію робочого середовища (корозія, ерозія, полімеризація, кристалізація, прикипання, примерзання) або можливі витікання через закритий клапан вибухо- і пожежонебезпечних, токсичних, екологічно-шкідливих та інших середовищ. У цьому випадку повинен бути передбачений пристрій, який дав би змогу контролювати справність мембрани;

3) паралельно із запобіжним клапаном для збільшення пропускної здатності систем скидання тиску;

4) на вихідній стороні запобіжних клапанів для запобігання шкідливій дії робочих середовищ з боку скидної системи і для виключення впливу коливання протитиску з боку цієї системи на точність спрацювання запобіжних клапанів.

Зверніть увагу! Кожна запобіжна мембрана (пластина) повинна мати заводське клеймо з позначенням тиску спрацювання, указанням робочої температури експлуатації, що допускається.

3. Показники рівня рідини – для контролю рівня рідини у посудинах, які мають границю поділу середовищ.

NON MULTA, SED MULTUM

На посудинах, що обігріваються полум'ям або гарячими газами, в яких можливе зниження рівня рідини нижче дозволеного, має бути встановлено не менше двох показників рівня прямої дії. На кожному показникові рівня повинні бути вказані допустимий верхній і нижній рівні. Крім показників рівня, на посудинах можуть бути встановлені звукові, світлові та інші сигналізатори і блокування за рівнем.

Висота прозорого показника рівня рідини має бути не менше ніж на 25 мм відповідно нижче нижнього і вище верхнього допустимих рівнів рідини.

4. Прилади для вимірювання тиску й температури.

Кожну посудину і самотійну порожнину з різним тиском необхідно споряджувати манометрами прямої дії. Прилад може бути встановлений на штуцері посудини або трубопроводі до запірної арматури.

NON MULTA, SED MULTUM

Манометри повинні мати клас точності, не нижчий ніж: 2,5 – при робочому тиску посудини до 2,5 МПа; 1,5 – при робочому тиску посудини понад 2,5 МПа.

Треба вибирати манометри з такою шкалою, щоб межа вимірювання робочого тиску знаходилась у другій третині шкали. На шкалі приладу наноситься червона риска, яка б вказувала на робочий тиск у посудині. Манометр установлюється так, щоб його покази було чітко видно обслуговуючому персоналу.

Номінальний діаметр корпусу манометрів, що встановлюються на висоті до 2 м від рівня площадки спостереження за ними, повинен бути не меншим ніж 100 мм, на висоті від 2 до 3 м – не меншим ніж 160 мм. Установлювати манометри на висоті понад 3 м від рівня площадки обслуговування не дозволяється.

Перевірка манометрів з їх опломбуванням або клеймуванням повинна проводитися не рідше ніж один раз на 12 місяців. Крім того, не рідше одного разу на 6 місяців власник посудини має виконувати додаткову перевірку робочих манометрів контрольним манометром із занесенням результатів до журналу контрольних перевірок.

5. Прилади для вимірювання температури.

Посудини, що працюють при змінюваній температурі стінок, мають бути забезпечені приладами для контролю швидкості та рівномірності прогрівання по довжині й висоті посудини і реперами для контролю теплових переміщень.

4. Вимоги безпеки при експлуатації балонів

Балони призначені для зберігання, перевезення та використання стиснених (азот, повітря, кисень, сірководень), зріджених (аміак, сірчистий ангідрид, бутан) чи розчинених (ацетилен) газів під тиском, вищим ніж 0,07 МПа.

NON MULTA, SED MULTUM

Вибухи балонів у всіх випадках являють небезпеку незалежно від того, який газ у них міститься. Причинами вибухів можуть бути удари (падіння) як в умовах підвищення температур від нагріву сонячним промінням або опалювальними приладами, так і при низьких температурах та переповнюванні балонів зрідженими газами. Вибухи кисневих балонів відбуваються при потраплянні мастил й інших жирних речовин у внутрішню область вентиля й балона, а також при накопиченні в них іржі (окаліни). У зв'язку з цим кисневі балони перед їх наповненням промивають розчинниками (ді-, трихлоретаном).

Особливу небезпеку для балонів являють падіння або удар в умовах низьких температур -30... -40°C, оскільки в цих умовах сильно знижується ударна в'язкість вуглецевих сталей.

Безпечна експлуатація балонів забезпечується:

- необхідною механічною міцністю балонів і належним контролем за їх станом;
- запобіганням помилковому наповненню балонів іншими газами (наприклад, балонів для негорючих газів – горючими; балонів для горючих газів – киснем);
- дотриманням правил наповнення, транспортування, зберігання та використання балонів.

Балони для стиснених, зріджених і розчинених газів виготовляють зварними (робочий тиск у балоні до 3 МПа) або безшовними.

Залежно від робочого тиску газові балони поділяються на три групи:

- **I група** – балони низького тиску – до 20 атм. ($P < 20 \text{ кгс/см}^2$);
- **II група** – балони середнього тиску – 20...65 атм. ($20 < P < 65 \text{ кгс/см}^2$);
- **III група** – балони високого тиску – понад 65 атм. ($P > 65 \text{ кгс/см}^2$).

Необхідна механічна міцність балонів забезпечується їх якісним виготовленням та періодичним опосвідченням. У процесі експлуатації балони проходять опосвідчення, які включають: огляд внутрішньої (за можливості) та зовнішньої поверхонь балонів; перевірку маси й міцності; гідравлічне випробовування. Огляд балонів здійснюється з метою виявлення на їх стінках корозії, тріщин, вм'ятин та інших пошкоджень для визначення придатності балонів до подальшої експлуатації. Якщо результати огляду незадовільні (виявлено тріщини, вм'ятини, раковини глибиною понад 10% від номінальної товщини стінки, надриви і вищерблення, знос різьби горловини, а також відсутність деяких паспортних даних), то балони *вibraковуються*.

Зверніть увагу! Забраковані балони, незалежно від їх призначення, повинні бути доведені до непридатності (шляхом нанесення зарубок на різьбі горловини або просвердлювання отворів на корпусі), яка б виключала можливість подальшої їх експлуатації.

Величина пробного тиску і час витримки балонів під таким тиском встановлюють відповідними стандартами (для стандартних балонів) та технічними умовами (для нестандартних), при цьому пробний тиск повинен бути не менший ніж півтора значення робочого тиску.

Зверніть увагу! Виняток із загальних правил опосвідчення стосується балонів з ацетиленом – горючим газом, що широко використовується в промисловості для зварювання та розрізання металоконструкцій. З огляду на високу вибухонебезпеку ацетилену його зберігають у розчиненому вигляді у балонах, заповнених пористою масою, що просочена ацетоном. При періодичних опосвідченнях пориста маса не виймається, тому замість гідравлічного випробовування виконують випробовування азотом під тиском 3,5 МПа. Балон при цьому опускають у воду на глибину, не меншу ніж 1 м. Стан пористої маси в балонах для ацетилену повинен перевірятися не рідше ніж через 24 місяці.

Опосвідчення балонів здійснюється підприємствами-наповнювачами, наповнювальними станціями та пунктами випробовування, які в установленому порядку одержали на це дозвіл в органах Держпраці. Після закінчення цього

процесу на верхній сферичній частині балона ставиться клеймо і зазначається дата наступного опосвідчення.

Наповнені газом балони, які перебувають на тривалому складському зберіганні, при настанні чергових термінів періодичного опосвідчення підлягають опосвідченню представником адміністрації у вибірковому порядку в кількості, не меншій ніж 5 шт. – із партії до 100 балонів, 10 шт. – із партії до 500 балонів і 20 шт. – із партії понад 500 балонів.

При задовільних результатах опосвідчення термін зберігання балонів установлюється особою, яка здійснює опосвідчення, але не більше двох років. Результати вибіркового опосвідчення оформляються відповідним актом.

Для запобігання помилковому наповненню балонів іншими газами передбачено розпізнавальне фарбування та маркування балонів (табл. 5.2), при цьому всі балони фарбують у кольори, закріплені за кожним газом, а написи на них роблять іншим кольором, також визначеним для кожного газу.

Таблиця 5.2

Фарбування і нанесення написів на балони

Назва газу	Колір балонів	Текст напису	Колір напису	Колір смуги
1	2	3	4	5
Азот	Чорний	Азот	Жовтий	Коричневий
Аміак	Жовтий	Аміак	Чорний	-
Аргон сирий	Чорний	Аргон сирий	Білий	Білий
Аргон технічний	Чорний	Аргон технічний	Синій	Синій
Аргон чистий	Сірий	Аргон чистий	Зелений	Зелений
Ацетилен	Білий	Ацетилен	Червоний	-
Бутилен	Червоний	Бутилен	Жовтий	Чорний
Нафтобаз	Сірий	Нафтогаз	Червоний	-
Бутан	Червоний	Бутан	Білий	-
Водень	Темно-зелений	Водень	Червоний	-
Повітря	Чорний	Стиснуте повітря	Білий	-
Гелій	Коричневий	Гелій	Білий	-
Закис азоту	Сірий	Закис азоту	Чорний	-
Кисень	Голубий	Кисень	Чорний	-
Кисень медичний	Голубий	Кисень медичний	Чорний	-
Сірководень	Білий	Сірководень	Червоний	Червоний
Сірчистий ангідрид	Чорний	Сірчистий ангідрид	Білий	Жовтий
Вуглекислота	Чорний	Вуглекислота	Жовтий	-

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5
Фосген	Захисний	-	-	Червоний
Фреон 11	Алюмінієвий	Фреон 11	Чорний	Синій
Фреон 12	Алюмінієвий	Фреон 12	Чорний	-
Фреон 13	Алюмінієвий	Фреон 13	Чорний	2 червоні
Фреон 22	Алюмінієвий	Фреон 22	Чорний	2 жовті
Хлор	Захисний	-	-	Зелений
Циклопропан	Оранжевий	Циклопропан	Чорний	-
Етилен	Фіолетовий	Етилен	Червоний	-
Усі інші горючі гази	Червоний	Назва газу	Білий	-
Усі інші негорючі гази	Чорний	Назва газу	Жовтий	-

Зверніть увагу! Написи на балони наносять по обводу на довжину не менше $1/3$ обводу, а смуги – по всьому обводу, причому висота букв на балонах ємністю понад 12 л має бути 60 мм, а ширина смуги – 25 мм. Розміри написів і смуг на балонах ємністю до 12 л повинні визначатися залежно від величини бокової поверхні балонів.

Крім того, бокові штуцери вентилів балонів, що наповнюються горючими газами, мають ліву різьбу, а балонів, що наповнюються киснем та іншими негорючими газами – праву.

Експлуатація, транспортування та зберігання балонів на підприємстві повинні здійснюватися відповідно до вимог інструкції, затвердженої в установленому порядку. Працівники, котрі обслуговують балони, повинні пройти навчання та інструктаж відповідно до чинної нормативної документації.

При експлуатації балонів забороняється повністю виробляти газ, який у них знаходиться. Залишковий тиск газу в балоні повинен бути не меншим ніж 0,05 МПа.

Основним пристроєм, що забезпечує безпеку при експлуатації балонів, є редуктор, який знижує тиск стисненого газу до робочого. За конструктивним виконанням редуктори можуть бути різними (одно- та двокамерні, прямої та непрямої дії), однак у всіх редукторів камера низького тиску повинна мати манометр і пружинний запобіжний клапан, відрегульований на відповідний допустимий тиск.

Небезпека всіх балонів полягає в тому, що в них під тиском перебуває рідкий газ. Максимально допустима його кількість у балоні (посудині), виражена у кілограмах на один літр об'єму, називається щільністю наповнення. Вона не повинна перевищувати 0,95 щільності рідкої фази при температурі 50°C. Чим вища ця щільність, тим більшу загрозу становлять балони при підвищенні температури.

Наповнення балонів газами повинно здійснюватися за інструкцією, розробленою і затвердженою в установленому порядку з урахуванням

властивостей газу, місцевих умов і вимог інструкції з наповнення балонів газами. Норма наповнення балонів зрідженими газами наведена у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Норма наповнення балонів зрідженими газами

Назва газу	Маса газу на 1 л місткості балона, кг, не більше	Місткість балона, що припадає на 1 кг газу, л, не менше
Аміак	0,570	1,76
Бутан	0,488	2,05
Бутилен, ізобутилен	0,526	1,90
Окис етилену	0,716	1,40
Пропан	0,425	2,35
Пропилен	0,445	2,25
Сірководень, фосген, хлор	1,250	0,80
Вуглекислота	0,720	1,34
Фреон-11	1,2	0,83
Фреон-12	1,1	0,90
Фреон-13	0,6	1,67
Фреон-22	1,8	1,0
Хлористий метил, хлористий етил	0,8	1,25
Етилен	0,286	3,5

Балони з газами зберігаються у спеціальних приміщеннях (складах) або під навісами, які захищають їх від атмосферних опадів та сонячних променів.

Зверніть увагу! Забороняється тримати в одному приміщенні балони з киснем і горючими газами.

Балони з отруйними газами зберігаються у спеціальних закритих приміщеннях. Склади для балонів з вибухо- та пожежонебезпечними газами повинні знаходитись у зоні блискавкозахисту.

Балони з газом повинні перебувати на відстані, не меншій ніж 1 м від радіаторів опалення та інших опалювальних приладів і не меншій ніж 5 м від джерел відкритого вогню. Кисневі балони необхідно оберегти від забруднення будь-яким мастилом або жиром, оскільки вони можуть утворити вибухонебезпечну суміш із чистим киснем.

NON MULTA, SED MULTUM

У житлових і громадських будинках в одному приміщенні дозволяється встановлювати лише один балон ємністю 50 л. При місткості балона до 27 л дозволяється встановлювати в одному приміщенні два балони (один з них запасний).

У житлових будинках балони належить розміщувати у спеціально облаштованих місцях, доступних для огляду. Відстань від балона до газової плити має становити не менше ніж 0,5 м і від радіатора опалення або печі – не менше ніж 1 м. При влаштуванні екрана, який захищає балон від нагрівання, відстань від балона до радіатора опалення чи печі можна зменшити до 0,5 м. Відстань між балоном і екраном повинна бути не меншою ніж 0,1 м. При

розміщенні балона проти топкових дверцят печей відстань між балоном та топковими дверцятами повинна бути не меншою ніж 2 м.

Приєднання балона до газових приладів виконується гумотканинним рукавом. Рукав повинен бути суцільний, мати довжину, не більшу ніж 5 м, і кріпитися до стіни. Він не має проходити через стіни, двері й вікна. У місцях приєднання до приладу і регулятора рукав має надягатися на гофровані наконечники та кріпитися металевими хомутами, які забезпечують надійність і герметичність приєднання. Застосування дротяних скруток не допускається.

Наповнені балони з насадженими на них башмаками мають зберігатися у вертикальному положенні. Для запобігання падінню балони треба встановлювати в спеціально обладнані гнізда, клітки або огорожувати бар'єром.

Ті балони, які не мають башмаків, можуть зберігатись у горизонтальному положенні на дерев'яних рамах чи стелажах. Під час зберігання на відкритих площадках дозволяється укладати балони з башмаками в штабелі з прокладками з мотузки, дерев'яного брусця або гуми між горизонтальними рядами.

При укладанні балонів у штабелі висота останніх не повинна перевищувати 1,5 м. Вентилі балонів мають бути повернуті в один бік.

Склади для зберігання балонів, наповнених газами, повинні бути одноповерховими, з покриттями легкого типу і не мати горищних приміщень. Стінки, перегородки, покриття складів для зберігання газів мають бути із неспалимих матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості; вікна й двері повинні відчинятися назовні. Скло на вікнах і дверях має бути матовим або пофарбованим у білий колір. Висота складських приміщень для балонів повинна бути не меншою ніж 3,25 м від підлоги до нижчих виступаючих частин кровельного покриття.

Підлоги складів мають бути рівними з неслизькою поверхнею, а складів для балонів з горючими газами – з поверхнею з матеріалів, які виключають іскроутворення при ударі по них будь-яким предметом.

У складах мають бути вивішені інструкції, правила і плакати стосовно поводження з балонами, котрі тут знаходяться.

Склади для балонів, наповнених газом, повинні мати природну або штучну вентиляцію відповідно до вимог санітарних норм проектування виробничих приміщень. Освітлення складів для балонів з горючими газами мусить відповідати нормам для приміщень, небезпечних відносно вибухів.

Складське приміщення для зберігання балонів повинно бути розділене неспалимими стінками на відсіки, в кожному з яких допускається зберігання не більше 500 балонів (40 л) з горючими або отруйними газами і не більше 1000 балонів (40 л) з негорючими та неотруйними газами.

Відсіки для зберігання балонів з негорючими і неотруйними газами можуть бути відділені неспалимими перегородками висотою, не меншою ніж 2,5 м, з відкритими отворами для проходження людей та отворами для засобів механізації. Кожний відсік повинен мати самостійний вихід назовні.

Ураховуючи значну масу балонів, особливо наповнених газом, їх переміщення в межах підприємства необхідно здійснювати на спеціально пристосованих для цього візках.

NON MULTA, SED MULTUM

Перевезення наповнених газами балонів має здійснюватися на ресорному транспорті або на автокарах у горизонтальному положенні, обов'язково з прокладками між балонами. Для них може застосовуватися дерев'яне брусся з вирізаними гніздами для балонів, а також мотузкові чи гумові кільця товщиною, не меншою ніж 25 мм (по два кільця на балон), або інші прокладки, які захищають балони від ударів один об одного. Усі балони під час перевезення треба укладати вентилями в один бік.

Дозволяється перевезення балонів у спеціальних контейнерах, а також без контейнерів у вертикальному положенні обов'язково з прокладками між ними і загрозою від можливого падіння.

Транспортування і зберігання балонів мають здійснюватися з накрученими ковпаками.

5. Загальні вимоги безпеки при експлуатації компресорів

5.1. Основні небезпеки компресорів та засоби захисту і контролю

Компресор – це машина для отримання стисненого повітря, що є енергетичним джерелом для приведення в дію багатьох технологічних процесів, пневматичних інструментів та механізації інших трудомістких видів робіт.

Зверніть увагу! **Компресія** (від лат. compressio – стиснення) – стиснення повітря, газу або горючої паливно-повітряної суміші в циліндрах поршневих машин-компресорів або двигунах внутрішнього згорання та ін.

Компресорні установки бувають стаціонарні й пересувні. Поршневі компресори є основним типом машин для створення високого тиску (до 2000 кг/см²).

Пересувні компресорні установки бувають причіпні, переносні чи такі, що монтуються на шасі автомобіля.

Стаціонарні компресорні станції являють собою централізовані установки, які подають стиснене повітря в цехи або обслуговують цілі групи підприємств. Вимоги до безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок визначені **НПАОП 0.00-1.13-71** «Правила будови і безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітропроводів і газопроводів».

Стаціонарні та пересувні компресори, а також компресорні установки знаходять широке застосування в багатьох галузях промисловості. Робота компресорного устаткування пов'язана з виникненням низки небезпечних та шкідливих чинників, обумовлених наявністю в компресорах рухомих частин, високого тиску та температури, а також можливістю утворення вибухонебезпечних сумішей із продуктів розкладу мастильних матеріалів і кисню повітря, високий рівень шуму і вібрації.

Зверніть увагу! Розкладання змащувальних мастил відбувається під впливом високих температур, що виникають у компресорах під час процесу стиснення повітря або іншого газу без охолодження компресора.

При експлуатації компресорних установок найбільшу небезпеку викликає вибух у циліндрах, повітрозбірниках чи повітропроводах. Вибух може статися внаслідок різних причин, основними з яких є:

- порушення графіка очищення системи від нагару й щільних відкладень, що містять масла і продукти їх розкладання;
- збільшення тиску повітря вище допустимого;
- перегрівання стінок циліндра компресора внаслідок значного підвищення температури стисненого повітря;
- неправильна робота системи змащування і низька якість мастила;
- неправильний монтаж, обслуговування й утримання установки;
- забір запиленого повітря;
- накопичення нагару, відкладання окислів заліза в холодних частинах системи;
- самоспалахування газоповітряної суміші;
- виникнення зарядів статичного струму на корпусі при інтенсивному витрачанні стисненого повітря;
- несправність контрольного манометра, запобіжних клапанів та інших приладів безпеки.

У компресорних установках відбувається стиснення газів, що характеризується рівнянням політропи $pV^m = const$, яке означає, що зі збільшенням ступеня стиснення первинного об'єму газу цей об'єм зменшується, а тиск відповідно зростає. При цьому температура газу, що стискається, підвищується і може бути визначена із співвідношення

$$T_2 = T_1 \left[\frac{P_2}{P_1} \right]^{\frac{m-1}{m}},$$

де T_2 – абсолютна температура газу після стиснення, K ; T_1 – абсолютна температура газу до стиснення, K ; P_2 – абсолютний тиск газу після стиснення, $Па$; P_1 – абсолютний тиск газу до стиснення, $Па$; m – показник політропи, дорівнює 1,2...1,4.

Тиску повітряного середовища при його стисненні відповідають такі температури:

Тиск, $МПа$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	2,0	5,0
Температура, K	293	359	404	439	468	494	573	691	836

Найбільшу небезпеку при високій температурі в системі компресорної установки являють пари мастильних речовин, які в атмосфері стисненого повітря стають вибухонебезпечними вже при температурі 250...300°C. Пари мастила у суміші з повітрям можуть займатися навіть від іскри електричного розряду, тому для змащування рухомих частин компресора застосовують спеціальні мастила з високою температурою займання (компресорне масло з температурою спалаху, не нижчою ніж 216...240°C, і температурою самозагоряння, більшою ніж 400°C).

NON MULTA, SED MULTUM

При адіабатичному процесі стиснення (без охолодження) температура стиснутого повітря збільшується з підвищенням тиску. Ураховуючи 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 280°C і первісна механічна

міцність його буде знижуватися. При подальшому підвищенні тиску метал руйнується й відбувається вибух компресора. При тиску $0,5 \text{ МПа}$ температура досягає 201°C , мастило починає випаровуватися й окислятися з утворенням нагару і вибухонебезпечної суміші, що призводить до вибуху.

Для зменшення температури стисненого повітря застосовують повітряне (для компресорів низького тиску до $0,7 \text{ МПа}$) та водяне (для компресорів високого тиску) охолодження компресорних установок.

Зверніть увагу! При охолодженні компресора стиснене повітря характеризується ізотермічним процесом. Інтенсивність його охолодження повинна відповідати умові, за якої максимальна температура стиснутого повітря повинна бути не вищою ніж 160°C для одноциліндрових компресорів і 140°C – для багатопциліндрових.

Для забезпечення безпеки при експлуатації компресорних установок вони повинні бути оснащені відповідними запобіжними пристроями та контрольно-вимірювальними приладами.

На рисунку 5.2 наведена схема пересувної компресорної установки із засобами безпеки. Для контролю температури стисненого повітря слугує термометр 10 . Крім того, в схему установки вмонтовано теплове реле (на рисунку не показано), яке здійснює автоматичне вимикання компресора при підвищенні температури стисненого повітря вище допустимого значення (наприклад, при неефективному охолодженні).

Атмосферне повітря, що засмоктується у компресор через повітроочисник 1 , надходить у циліндр 3 першого ступеня стискання, далі в проміжний холодильник 11 і потім у циліндр 4 другого ступеня стискання. На повітропроводах першого та другого ступенів стискання повітря встановлюють манометри 2 і 8 , запобіжні клапани 12 та 9 і термометр 10 на останньому ступені стискання повітря. Запобіжний клапан 7 також установлений на повітрозбірнику 5 . Запобіжні клапани розміщують на кожному ступені стиснення компресора на лінії нагнітання та на ресивері в місцях найменшої пульсації тиску.

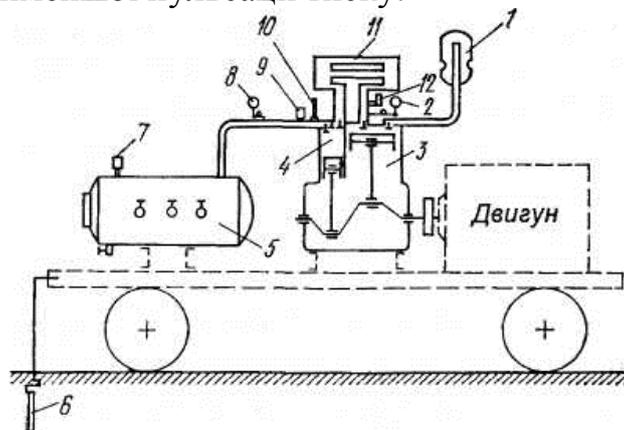


Рис. 5.2. Схема установки приладів безпеки на пересувній повітряно-компресорній станції

З метою пом'якшення пульсацій тиску стиснутого повітря, яке надходить від компресора, і зменшення коливання тиску в споживачів повітря (наприклад, у пневматичних ручних машинах поблизу компресора) встановлюють

повітрозбірник 5 з манометром 8 та запобіжним клапаном 7. Повітрозбірник не дозволяється розміщувати всередині будинку через можливість його вибуху.

Зверніть увагу! Запобіжні клапани автоматично знижують тиск до нормального, випускаючи надлишок повітря в атмосферу. Кількість і пропускну спроможність запобіжних клапанів при робочому тиску від 3 до 60 атм приймають, виходячи з того, щоб тиск повітря не перевищував робочий понад 15%. Вони перевіряються під тиском щомісяця. Один раз на шість місяців опробовуються всі манометри контрольним манометром, а їх перевірка та опломбування – не менше одного разу на рік.

До подачі повітря в порожнини циліндрів його потрібно очистити від пилу, бризок мастила, водяної пари, окалини й інших включень. В іншому 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.

Зверніть увагу! Не дозволяється встановлювати компресорні станції в тих місцях, де до всмоктуваного повітря може потрапити пил, волога, газ або інша вибухонебезпечна суміш. Не дозволяється здійснювати збір повітря біля тепловипромінювальних апаратів чи відкритих джерел тепла.

Компресорні установки високого тиску комплектують ще й системою аварійного захисту, яка забезпечує звукову та світлову сигналізацію при припиненні подачі води для охолодження, перевищенні допустимої температури стисненого газу й автоматичну зупинку компресора, якщо тиск у системі мащення буде меншим від допустимого, при надмірному тиску в установці та при інших небезпечних ситуаціях.

Пересувні повітряно-компресорні станції тиском до 10 атм. і продуктивністю до 15 м³/хв експлуатуються з дотриманням основних положень з безпечної експлуатації стаціонарних повітряних компресорів. Ці станції в органах Держпраці не реєструються, і відповідальність за безпечні умови праці на них несе відповідальна особа згідно з наказом по підприємству.

5.2. Організаційні заходи безпечної експлуатації компресорів

Усім робітникам, що обслуговують компресорні установки, під розписку видається інструкція з безпечних методів роботи.

До обслуговування компресорних установок допускаються особи, не молодші 18 років, придатні до цієї роботи за станом здоров'я, які навчені за відповідною програмою і мають посвідчення на право експлуатації компресорних установок.

Знання обслуговуючого персоналу з питань технічної та пожежної безпеки обов'язкові при роботі на компресорній установці й мають перевірятися не менше одного разу на рік.

Перед пуском кожного компресора машиніст зобов'язаний оглянути установку, впевнитися в її справності, перевірити систему змащування та охолодження і здійснити пуск відповідно до інструкції.

При експлуатації компресорних установок ведуть щозмінний запис про витрату змащувального мастила. Витрату мастил для змащування циліндрів та

сальників необхідно контролювати кожну зміну. Витрата мастил не повинна перевищувати вказану в заводській інструкції.

Запобіжні клапани компресорної установки, що працює під тиском до 12 кгс/см^2 , щодобово перевіряються примусовим відкриттям під тиском. Термін перевірки встановлюється технічним регламентом, але не менше одного разу на шість місяців. Після закриття клапан має зберігати повну герметичність. Під час перерви у роботі, а також при виявленні будь-яких несправностей у компресорній установці, її необхідно зупинити.

Компресор негайно зупиняють у таких випадках:

- ✓ якщо манометри на будь-якому ступені компресора показують тиск, вищий від допустимого;
- ✓ якщо манометр системи змащування механізму руху показує тиск, нижчий від допустимого (нижня межа);
- ✓ при раптовому припиненні подачі води для охолодження;
- ✓ якщо відчутні стуки, удари в компресорі чи двигуні або виявлені інші несправності, що можуть призвести до аварії;
- ✓ при температурі стисненого повітря, вищий від гранично допустимої норми, встановленої паспортом і Правилами;
- ✓ при пожежі, наявності запахів горіння або диму з компресора чи електродвигуна;
- ✓ при помітному збільшенні рівня вібрації компресора або електродвигуна.

При виявленні несправності навіть в одному з приладів компресорна установка не може бути допущена до роботи. Усувати несправності контрольно-виміральної апаратури дозволяється тільки у присутності особи, яка відповідає за безпечну експлуатацію компресорних установок.

Кожний запобіжний клапан компресорної установки повинен бути відрегульований і опломбований, мати пристрій для примусового відкривання під час роботи; натяжні гайки пружинних запобіжних клапанів також повинні бути заплomboвані. Вантаж важільних запобіжних клапанів після регулювання закріплюють, закривають металевими кожухами й опломбовують. Після регулювання запобіжних клапанів необхідно скласти акт.

Перед пуском компресора в роботу потрібно встановити продувальні крани холодильника і повітрозбірника, а також розподільний вентиль у положення «Відкрито». Включивши двигун, перевірити роботу компресора на холостому ходу, закрити спочатку розподільний вентиль, а потім продувальні крани. Після цього за допомогою розподільного вентиля або продувальних кранів відрегулювати робочий тиск повітря в повітрозбірнику (ресивері).

Після аварійної зупинки компресора пуск його в роботу дозволяється особою, яка за наказом несе повну відповідальність за безпечну експлуатацію.

Обслуговуючий персонал під час експлуатації компресорної установки має контролювати:

- а) тиск й температуру повітря після кожного ступеня стиснення та після холодильників;

б) безперервність надходження в компресори і холодильники охолодженої води;

в) тиск, температуру і рівень масла в системі змащування.

У журналі роботи має записуватися час пуску та зупинки компресора, причина зупинки, проведені періодичні перевірки запобіжних клапанів і манометрів, спуск конденсату й масла тощо. Журнал роботи перевіряється та підписується щодобово особою, яка відповідає за безпечну експлуатацію компресорної установки. Крім цього, на кожну компресорну установку, що знаходиться в роботі, має бути заведена технічна документація відповідно до Правил.

6. Вимоги безпеки при експлуатації установок кріогенної техніки

Кріогенні продукти – це речовини або суміш речовин, що знаходяться при кріогенних температурах 0...120 K.

До основних кріогенних продуктів належать продукти низькотемпературного поділу повітря: азот, кисень, аргон, криптон, ксенон, озон, фтор, метан, водень, гелій.

NON MULTA, SED MULTUM

При роботі з **киснем** існує небезпека займання та вибухів конструкційних, ізоляційних та інших матеріалів устаткування й приміщень, які можуть контактувати із чистим киснем або збагаченим киснем середовищем. Вдихання чистого кисню при нормальному тиску протягом п'яти годин призводить до отруєння. При тиску 0,5 МПа отруєння настає через кілька хвилин.

При вдиханні чистого **азоту** людина миттєво втрачає свідомість. У технічному азоті міститься до 4% кисню. Якщо випаровується 95...98% вихідної кількості азоту, то концентрація кисню в ньому становить 60...70%. При такому високому вмісті кисню багато речовин та матеріалів можуть утворювати вибухо- та пожежонебезпечні суміші.

Озон є дуже сильним окисником і при концентрації, вищій ніж 0,1 мг/м³, шкідливо впливає на здоров'я людини. Озон у твердому стані здатний до вибухового розкладу з виділенням значної кількості тепла.

При роботі з **воднем** існує небезпека пожежі та вибуху. У суміші з киснем або повітрям водень утворює детонуючі й горючі системи.

Метан та природний газ утворюють з киснем і повітрям пожежо- та вибухонебезпечні суміші.

Вдихання **гелію, аргону, неону** викликає миттєву втрату свідомості.

Криптон і ксенон – інертні гази. У процесі вилучення з повітря криптону та ксенону чи їх суміші відбувається одночасне вилучення і радону, який належить до радіоактивних елементів.

При роботі з кріогенними продуктами можлива поява таких видів небезпеки:

– опіки відкритих ділянок тіла та очей унаслідок доторкання до предметів, що знаходяться при низьких кріогенних температурах, і потрапляння низькотемпературної пари кріогенних продуктів у легені.

Захист від опіків та обмороження:

➤ при роботі з кріогенними продуктами необхідно вжити заходів щодо недопущення контакту обслуговуючого персоналу з

кріогенними продуктами й поверхнями, що мають низьку температуру. Із цією метою застосовують герметизацію, теплоізоляцію, огороження устаткування, попереджувальні написи;

➤ відкрите переливання, зливання кріогенних продуктів, при якому можливе розбризкування рідини, необхідно проводити в заправлених під рукави захисних рукавицях та захисних окулярах з боковими щитками. Верхній одяг повинен бути повністю закритим, а штани – прикривати взуття;

➤ при переливанні рідких кріогенних продуктів із посудини Дьюара необхідно користуватися підставкою, що нахиляється. При переливанні в посудини з вузькою горловиною необхідно користуватися лійкою, яка забезпечує вихід газу з посудини, що заповнюється рідиною;

– руйнування устаткування внаслідок термічних деформацій та холоднокрихкості матеріалів.

Захист від дії термічних деформацій. Термічні деформації в устаткуванні для кріогенних продуктів можна зменшити шляхом застосування компенсаційних елементів та матеріалів з однаковими коефіцієнтами лінійного розширення. Особливо небезпечні різкі нагрівання й охолодження, коли виникають значні нерівномірності температурного поля в матеріалі;

– витік кріогенних продуктів унаслідок розгерметизації устаткування через неоднакові термічні деформації його частин;

– вибухове руйнування устаткування внаслідок підвищення тиску через закипання та випаровування кріогенних рідин у замкнутих об'ємах при зміні режимів роботи або внаслідок природних теплов потоків.

Захист від перевищення тиску при випаровуванні й нагріванні кріогенних продуктів. Унаслідок закипання та випаровування кріогенних рідин при зміні режимів роботи чи через природні теплов потоки у замкнутих об'ємах можливе підвищення тиску. Для запобігання руйнуванню устаткування внаслідок значного підвищення тиску на посудинах та трубопроводах з кріогенними рідинами встановлюються запобіжні пристрої (клапани, мембрани тощо).

Гідравлічне випробування кріогенних посудин за наявності вакууму в ізоляційному просторі має проводитися пробним тиском, який визначається за формулою

$$P_{np} = 1,25P - 0,1 \text{ МПа} (1,25P - 1 \text{ кгс} / \text{см}^2).$$

Вимоги до приміщень:

➤ приміщення, в яких використовуються чи зберігаються кріогенні продукти, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією, причому приплив здійснюється зверху, а витяжка – знизу. Вентиляція має автоматично вмикатися при перевищенні допустимої концентрації продукту в приміщенні;

➤ для стікання пролитих кріогенних продуктів необхідно вздовж стін приміщення чи під підлогою встановити канали з нахилом 1:100 або 1:500 у бік забірною пристрою аварійної вентиляції.

ЛЕКЦІЯ 6

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

План

1. Загальні вимоги при виконанні земляних робіт.
2. Улаштування укосів, розрахунок їх стійкості.
3. Кріплення котлованів і траншей, розрахунок кріплення.
4. Безпечні умови розробки кар'єрів.
5. Спеціальні методи виконання земляних робіт.

1. Загальні вимоги при виконанні земляних робіт

Основною причиною травматизму при виконанні земляних робіт є обвалення ґрунту в процесі його розробки та подальших роботах нульового циклу в траншеях і котлованах.

Обвалення ґрунту можливе за таких умов:

- перевищення допустимої глибини виїмки (без кріплень);
- нестійкі укоси або значна їх крутість;
- недостатньо міцне кріплення;
- виникнення неврахованих додаткових навантажень (статичних та динамічних) від будівельних матеріалів, конструкцій і механізмів;
- порушення технології ведення земляних робіт;
- відсутність водовідводу або його влаштування без урахування геологічних умов будівельного майданчика (зниження зчеплення ґрунту при його зволоженні);
- неповноцінні дослідження і проектування (підвищення основного навантаження на укис та гідродинамічного тиску, збільшення ваги ґрунту в призмі обвалення).

Для усунення причин обвалення ґрунту в процесі виконання робіт у котлованах і траншеях при розробленні технологічних карт або схем виконання робіт необхідно враховувати:

- детальну якісну характеристику ґрунту;
- глибину, ширину й термін існування земляної споруди;
- очікуване коливання рівня ґрунтових вод і температуру ґрунту;
- наявність існуючих підземних комунікацій та місця їх розташування;
- умови виконання робіт.

У технологічних картах і схемах на виконання земляних робіт, згідно з **ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013** «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів» (дійсний з 1 січня 2014 року) (http://dbn.at.ua/_ld/11/1196_-_2.1-282013.pdf), необхідно вказувати спосіб виконання робіт і заходи із запобігання обваленню, забезпечення стійкості ґрунту й безпеки виконання робіт.

За наявності діючих підземних комунікацій (електричних кабелів, газопроводів і т. д.), розміщених поблизу місця проведення земляних робіт, необхідно одержати дозвіл на виконання робіт від організації, що відповідає за експлуатацію цієї комунікації. До дозволу повинен прикладатися план (схема) розміщення та відомості про глибину закладання комунікацій.

Зверніть увагу! Перед початком виконання земляних робіт на ділянках з можливим патогенним зараженням ґрунту (смітник, худобомогильник, цвинтар і т. ін.) необхідно отримати дозвіл від органу санітарного нагляду.

До початку робіт встановлюються знаки безпеки. Місце виконання робіт повинно бути очищене від валунів і каменів, відшарування ґрунту, що виявлені на укосах, дерев, будівельного сміття.

Земляні роботи в охоронній зоні кабелів високої напруги, діючих газопроводів та інших комунікацій необхідно здійснювати за нарядом-допуском і під наглядом виконроба або майстра, а безпосередньо перед комунікаціями й під наглядом представника організації, що відповідає за її експлуатацію.

Розробка ґрунту механізованим способом у цих умовах дозволяється на відстані, не меншій ніж 2 м від бокової стінки і не меншій ніж 0,4 м від поверхні труби, кабелю, споруди. Ґрунт, який залишився, доробляють вручну, не допускаючи пошкодження комунікацій (без застосування ударного інструменту).

За необхідності влаштування котловану поблизу фундаментів існуючої будівлі до глибини, близької до рівня підошви фундаменту, під час закладання котловану без попереднього кріплення його стін необхідно дотримуватися такої послідовності безпечного виконання робіт:

- механізованим способом розробляється ґрунт до позначки, на 0,5 м вищої від підошви фундаменту існуючої будівлі;
- вручну вибирається ґрунт до проектної позначки вздовж фронту прилягання до існуючої будівлі.

При влаштуванні котлованів чи траншей у місцях руху людей і транспорту по периметру місця виконання робіт влаштовується суцільна огорожа висотою 1,2 м із системою освітлення.

У місцях переходу через траншеї, ями, канали повинні бути встановлені перехідні містки шириною, не меншою ніж 1,0 м, огорожені по обидва боки перилами висотою, не меншою за 1,1 м, із суцільним обшиванням унизу на висоту 0,15 м та з додатковою огорожувальною планкою на висоті 0,5 м від настилу.

Для спускання людей у котловани і траншеї та евакуації з них повинні бути передбачені пристрої (трапи, драбини, сходи) шириною, не меншою ніж 0,6 м, з огороженнями, які встановлюються на відстані, не більшій ніж 10 м від місця виконання робіт, і на 1,0 м підіймаються над брівкою виїмки.

Виконання робіт у виїмках глибиною, більшою ніж 1,5 м, дозволяється лише ланкою у складі не менше двох працівників.

Зверніть увагу! 1. Перед допуском працівників у виїмки глибиною, більшою ніж 1,3 м, стійкість укосів або надійність кріплення стінок виїмки повинні бути перевірені особою, відповідальною за безпеку земляних робіт.

2. Допуск працівників у котловани з укосами, що зволожувались, дозволяється тільки після огляду виїмок особою, відповідальною за безпеку робіт, стан ґрунту укосів і обвалення нестійкого ґрунту в місцях, де виявлено «козирки» чи тріщини (відшарування).

У разі розміщення у котлованах, траншеях виїмках робочих місць їх розміри повинні бути достатніми для розміщення конструкцій, устаткування, оснащення. Необхідно також забезпечити проходи до робочих місць і на робочих місцях шириною у просвіті не менше ніж 0,6 м, а на робочих місцях – необхідний простір у зоні робіт.

Розробляти ґрунт у виїмках «підкопом» не допускається. Витягнутий з виїмки ґрунт необхідно розмішувати на відстані, не меншій ніж 0,5 м від брівки цієї виїмки.

У межах призми обвалення ґрунту при влаштуванні траншей і котлованів без кріплення забороняється складування матеріалів та обладнання, установлення й рух машин і механізмів, прокладання рейкових шляхів, розміщення лебідок, установлення стовпів для ліній електропостачання і зв'язку.

До початку розробки ґрунту необхідно виконати всі заходи із відведення поверхневих і ґрунтових вод.

NON MULTA, SED MULTUM

Для запобігання сповзанню ґрунту при появі ґрунтових вод на відкосах виїмок необхідно прийняти заходи щодо їх відведення або зниження їх рівня (влаштування дренажів, відкачування води і тд.).

Методи захисту котлованів та траншей від притоку поверхневих і ґрунтових вод залежно від геологічних та гідрогеологічних умов указуються в ПВР. Робочі креслення на установки глибинного водозниження, заморожування, хімічного закріплення ґрунту і шпунтові огороження розробляються на стадії складання ПОБ.

Механізована розробка ґрунту виробляється за умови забезпечення безпечного та раціонального використання машин, механізмів і устаткування. Машини, які використовуються для розробки траншей і котлованів, необхідно обладнати звуковою сигналізацією, причому значення сигналів повинні знати всі працюючі на цій ділянці. При установці, монтажі (демонтажі), ремонті й переміщенні землерийних машин повинні бути вжиті заходи, що попереджають їх перекидання.

Розробка та переміщення ґрунту екскаваторами, бульдозерами, скреперами й іншими машинами при русі на підйом або під ухил з кутом нахилу, більшим від зазначеного в паспорті, забороняється. При розробці виїмок з улаштуванням уступів ширина кожного з них повинна бути, не меншою ніж 2,5 м.

Перед початком роботи екскаватор установлюють на спланованому майданчику, який має ухил, не більший від вказаного у паспорті. Щоб запобігти його мимовільному переміщенню, під гусениці чи колеса підкладають інвентарні упори.

Зверніть увагу! Забороняється використовувати як упори дошки, цеглу та інші предмети. Якщо в процесі пересування зустрічаються ділянки зі слабким ґрунтом, їх підсилюють щитами або настилом з дощок, брусів, шпал.

Відстань між поворотною платформою екскаватора (при будь-якому його положенні) і виступаючими частинами будівлі, споруди, штабелями вантажу, стінкою вибою повинна складати не менше ніж 1 м.

При роботі екскаватора не дозволяється робити інші роботи з боку вибою і знаходитися працівникам у радіусі дії екскаватора плюс 5,0 м.

У непрацюючому стані екскаватор повинен знаходитися від краю виїмки на відстані, не меншій ніж 2 м, з опущеним на землю ковшем. Забороняється змінювати виліт стріли при наповненому ковші, підтягувати за допомогою стріли вантаж, регулювати гальма при піднятому ковші, працювати зі зношеними канатами або за наявності течі в гідросистемі.

У межах будівельного майданчика екскаватор має пересуватися за раніш вибраним маршрутом з ухилом, що не перевищує нормативний. Стрілу при цьому встановлюють чітко по ходу руху, а ківш повинен бути порожнім і піднятим на висоту 0,5...0,7 м над поверхнею землі.

NON MULTA, SED MULTUM

Одноківшеві екскаватори із прямою лопатою раціонально й безпечно використовують у вибої висотою, яка дорівнює максимальній висоті підйому ковша. При установці екскаватора на дні траншеї або котловану пряма лопата може формувати укуси тільки у межах першої третини цієї висоти, а потім вона утворить вертикальну стінку з нависаючим козирком у верхній частині вибою. Такі козирки при обваленні можуть стати причиною травмування працюючих, тому їх необхідно вчасно обвалювати.

Одноківшеві екскаватори зі зворотною лопатою використовують у вибої глибиною, що не перевищує найбільшу глибину копання згідно з технічною характеристикою. Опускання стріли під кутом, більшим ніж 45° (стосовно площини стоянки), не допускається, тому що подальше збільшення цього кута призводить до зменшення вертикальної складової піднімальних канатів. Надійність укусу виїмки необхідно перевіряти, тому що її обвалення може відбутися під дією маси екскаватора.

Екскаватор із драглайном допускається до розробки виїмки глибиною, що відповідає його технічній характеристиці. У процесі роботи забороняється кидати ківш на ґрунт і допускати значне його відхилення від стріли. При роботі із «закидом» ківш може відхилитися від вертикалі тільки на 15...20°. Якщо драглайн працює у комплексі з іншими землерийними машинами, найменша відстань між ними повинна дорівнювати сумі їх найбільших радіусів дії з урахуванням величини закиду ковша драглайна.

Грейфер допускається до роботи тільки після того, як буде встановлено, що його маса разом з вийнятим ґрунтом не перевищує вантажопідйомності екскаватора. Використання грейфера для підйому людей забороняється.

Розробка траншей із вертикальними стінками без кріплення роторними і траншейними екскаваторами у в'язких ґрунтах (суглинках і глинах) допускається на глибину, не більшу ніж 3,0 м. У місцях, де необхідне перебування працівників у такій траншеї, її стінки повинні бути укріплені або траншея повинна розроблятися з улаштуванням укосів.

Не допускається присутність працівників та інших осіб на ділянках, де виконуються роботи з ущільнення ґрунтів вільно падаючими трамбівками, ближче 20,0 м від базової машини.

Транспортні засоби, призначені для навантаження ґрунту, повинні знаходитися за межами небезпечної зони екскаватора. Подавати їх під навантаження і від'їжджати після нього необхідно тільки за сигналом машиніста.

Автомобілі-самоскиди при розвантаженні на насипах, а також при засипанні виїмок слід установлювати не ближче ніж 1,0 м від брівки природного укосу; розвантаження з естакад, що не мають захисних (відбійних) брусів, забороняється.

Під час розроблення, транспортування, розвантаження, планування й ущільнення ґрунту двома чи більше самохідними або причіпними машинами (скреперами, грейдерами, бульдозерами), що йдуть одна за одною, відстань між ними повинна бути не меншою ніж 10,0 м.

2. Улаштування укосів, розрахунок їх стійкості

Забезпечити стійкість ґрунту і запобігти обваленню можна двома способами: улаштуванням укосів та установкою кріплень.

При веденні земляних робіт ґрунт розпушується, порушується його структура, втрачається зв'язність між частинками, що створює потенційну небезпеку обвалення у процесі його розробки, якщо не прийняти відповідних заходів. Небезпека обвалення ґрунту зростає зі збільшенням глибини розробки.

Перед розробкою траншей і котлованів необхідно наперед визначити крутизну укосів, що забезпечує безпеку виконання робіт, з урахуванням глибини траншеї або котловану і вибрати спосіб формування укосів.

Виконання робіт, пов'язаних із перебуванням працівників у виїмках з укосами без кріплень у насипних, піщаних і пилуватоглинистих ґрунтах вище рівня ґрунтових вод (з урахуванням капілярного підняття) або ґрунтах, осушених за допомогою штучного водозниження, та таких, що не піддаються зволоженню, допускається при глибині виїмки та крутості укосів, зазначених у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Крутість укосу виїмки залежно від глибини виїмки та виду ґрунту

Вид ґрунту	Крутість укосу (відношення висоти укосу до його основи), град., при глибині виїмки, м, не більше					
	1,5		3,0		5,0	
Насипний незлежаний	1	0,67 (56)	1	1(45)	1	1,25 (38)
Піщаний	1	0,5 (63)	1	1 (45)	1	1(45)
Супіщаний	1	0,25 (76)	1	0,67 (56)	1	0,85 (48)
Глинистий	1	0(90)	1	0,5 (63)	1	0,75 (53)
Глина	1	0(90)	1	0,25 (76)	1	0,5 (63)
Лесовий	10(90)		1	0,5 (63)	1	0,5 (63)

Примітки. 1. У разі нашарування різних видів ґрунту крутість укосів визначають за найменш стійким видом стосовно обвалення укосу.

2. До незлежаних насипних належать ґрунти з давністю відсипання до двох років для піщаних; до п'яти років – для пилуватоглинистих ґрунтів.

Згідно з умовами безпечності, ґрунти, що розробляються, можна розділити на три категорії:

- 1) нев'язкі ґрунти (пісок) – укоси земляних споруд улаштовують з кутом природного укосу φ ;
- 2) в'язкі ґрунти (суглинки, глини) – ця задача розв'язується спеціальним розрахунком уступів і укосів на стійкість;
- 3) лесові ґрунти – стійкість таких ґрунтів визначається їхньою вологістю.

Методи розрахунку уступів на стійкість

Для в'язких ґрунтів, при рівні ґрунтових вод, нижчому від основи укосу, і глибині котловану чи траншеї до 5 м використовують **метод граничної рівноваги** при розрахунку на стійкість.

У цьому методі розглядається граничний стан ґрунту укосу, при якому навіть незначна зміна його об'єму або поверхневих сил призводить до втрати стійкості.

Суть методу у знаходженні аналітичної залежності висоти укосу ґрунту, при якому останній знаходиться у стані граничної рівноваги.

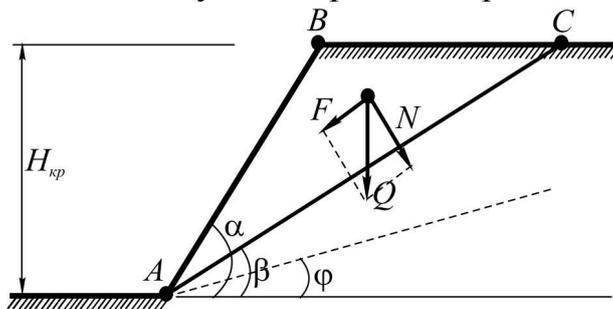


Рис. 6.1. Геометричні елементи укосу у методі граничної рівноваги:

H – висота укосу; α – кут між площиною обвалення і горизонтом (ABC – призма обвалення);
 β – кут граничної рівноваги укосу; φ – кут природного укосу

Можна вважати, що в момент граничної рівноваги складова маси призми у площині AC буде $F=Q\sin\beta$. Ця сила врівноважена силами зчеплення $c \times (AC)$ та силою тертя $Ntg\varphi=Q\cos\beta tg\varphi$, тобто

$$Q\sin\beta=c \times (AC)+ Q\cos\beta tg\varphi.$$

Тоді сила зчеплення у площині AC визначається із залежності

$$c = \frac{Q\sin\beta - Q\cos\beta tg\varphi}{AC} = \frac{Q\sin(\beta - \varphi)}{AC\cos\varphi}.$$

Вага призми обвалення ABC довжиною l м

$$Q = \gamma \frac{AB \times AC}{2} \sin(\alpha - \beta).$$

Уводячи позначення $k=c/\gamma$ – коефіцієнт зчеплення; $AB=H\sin\alpha$, одержимо залежність

$$H_{кр} = \frac{2k_{max}\sin\alpha\cos\varphi}{\sin^2\left(\frac{\alpha - \varphi'}{2}\right)},$$

де $k_{max}=c/(\gamma t)$ – коефіцієнт зчеплення; c – сила зчеплення, H/m^2 ; γ – щільність ґрунту, t/m^3 ; t – коефіцієнт стійкості, дорівнює $1,5...3$; α – заданий кут укосу уступу, траншеї чи котловану, *град*; $\varphi'=\arctg(tg\varphi/m)$; $tg\varphi$ – коефіцієнт тертя.

У реальних умовах вводиться коефіцієнт запасу, який дорівнює $1,2...2,0$. При цьому розрахункова глибина траншеї чи котловану $H_{розр}=H_{кр}/(1,2...2,0)$.

Якщо рівень ґрунтових вод підніметься вище основи відкосу, то на величину кута природного укосу буде впливати гідродинамічний тиск, направлений по дотичній до лінії потоку.

Зверніть увагу! Цей метод дозволяє перевіряти стійкість укосів у найрізноманітніших реальних умовах. Наприклад, при обмеженому куті укосу необхідно визначити максимальну глибину траншеї, при якій буде забезпечена стійкість.

Для в'язких ґрунтів при рівні ґрунтових вод, нижчому від основи укосу, і глибині котловану чи траншеї, більшій ніж 5 м, використовують **метод рівноміцного укосу** при розрахунку на стійкість.

При глибині котловану чи траншеї, більшій ніж 5 м, руйнування укосу проходить по криволінійній поверхні.

Зверніть увагу! Крутизну укосів траншей і котлованів глибиною, більшою за 5 м, у всіх випадках приймають відповідно до проекту виконання земляних робіт (технологічна карта) та розрахунків.

Для розв'язання такого завдання використовують метод проф. В. В. Сокольського, заснований на теорії граничної рівноваги, і наближений метод проф. М. М. Маслова. Результати розрахунку, отримані з використанням цих методів, практично збігаються.

3. Кріплення котлованів і траншей, розрахунок кріплення

Необхідність установки тимчасових кріплень для вертикальних стін котлованів і траншей визначається проектом виконання земляних робіт залежно від стану ґрунту, розташування діючих підземних комунікацій та існуючих споруд, глибини і ширини виїмок, що розробляються, а також розмірів будівельного майданчика.

Якщо земляні роботи планується виконувати без укосів, то критичну висоту вертикальної стінки траншеї можна визначити за допомогою формули В. В. Соколовського

$$H_{кр} = \frac{2C \times \cos\varphi}{\gamma(1 - \sin\varphi)}.$$

У нескельних і незамерзлих ґрунтах природної вологості (за відсутності ґрунтових вод) граничну глибину траншеї чи котловану з вертикальними стінками, без кріплень, приймають:

- ✓ 1 м – у незлежаних насипних та природного утворення піщаних ґрунтах;
- ✓ $1,25$ м – у супіску;

✓ 1,5 м – у суглинках і глинах.

При розробці ґрунту на більшу глибину необхідно встановлювати вертикальні кріплення.

Кріплення вертикальних стінок за конструктивним рішенням поділяються на:

- розпірні та рамні;
- анкерні;
- підкісні;
- шпунтові.

Зверніть увагу! Для кріплення стін траншей, як правило, застосовують кріплення розпірні і рамні, а для кріплення стін котлованів – анкерні й підкісні кріплення. Шпунтове кріплення застосовують при огороженні стін котлованів і траншей, що розробляються у водонасичених та нестійких ґрунтах, а також при розробці виїмок поблизу існуючих будівель і споруд, фундаменти яких знаходяться в зоні призми обвалення утворюваних виїмок. Огородження зі сталюого шпунта застосовуються при глибині забивання, більшій ніж 6,0 м, а також при щільних та міцних ґрунтах.

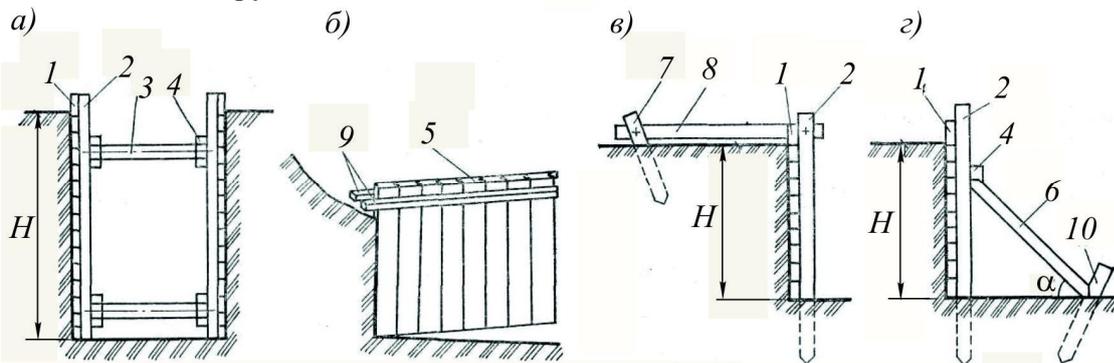


Рис. 6.2. Кріплення стінок котлованів і траншей:

а – розпірне; б – шпунтове; в – анкерне; з – підкісне;

1 – дошки; 2 – стійка; 3 – розпірка; 4 – бобишка; 5 – шпунтові дошки; 6 – підкіс; 7 – анкер; 8 – затяжка; 9 – прогони; 10 – упор

Вибір типу кріплення при глибині виїмки до 3,0 м залежить від виду ґрунту, його вологості і здійснюється згідно з даними таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Вибір типу кріплення

Ґрунти	Типи кріплень
Природної вологості (за винятком сипких)	Горизонтальне з просвітом в одну дошку
Підвищеної вологості й сипкі	Суцільне вертикальне або горизонтальне
Усі види при сильному притоку ґрунтових вод	Шпунтове огороження із забивкою на глибину, не меншу ніж 0,75 м, у шар, що є підстилаючим вологонепроникним

Для виїмок до 3,0 м слід використовувати інвентарні кріплення (рис. 6.3), виконані за типовими проектами, а при глибині, більшій ніж 3,0 м, – за

індивідуальними проектами, затвердженими в установленому порядку згідно з ПВР.

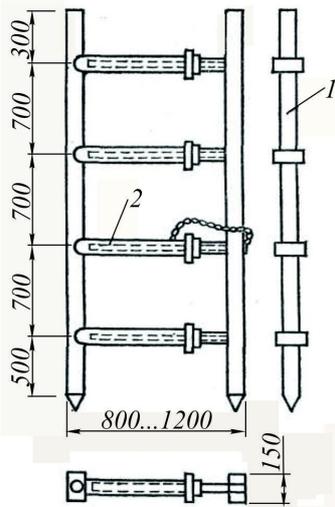


Рис. 6.3. Інвентарне кріплення:
1 – трубчата стійка; 2 – гвинтова розпірка

Для кріплень стінок котлованів і траншей необхідно застосовувати матеріали хвойних та листяних порід. Для кріплення ґрунтів природної вологості (крім піщаних) у котлованах і траншеях (за відсутності інвентарних кріплень) використовують дошки товщиною, не меншою ніж 40 мм, а для піщаних ґрунтів і ґрунтів підвищеної вологості – не меншою ніж 50 мм, які закладають за вертикальні стійки щільно до ґрунту з укріпленням розпірками.

Стійки кріплень установлюються не рідше ніж через 1,5 м, розпірки кріплень розміщують через 1 м, у кінців розпірок забивають бобишки.

Верхні дошки кріплення над боками виїмки повинні виступати не менше ніж на 15 см. Розпірки, на які опираються полиці для перекидання ґрунту, необхідно підсилювати, крім цього, полки огорожуються дошками висотою 15 см.

Відстань між стійками інвентарних кріплень, коли на призму обвалення не діють додаткові навантаження,

$$l = h \sqrt{\frac{R}{0,48\sigma_{акт}}},$$

де l – проліт дошки (відстань між стійками); R – допустимі напруження, на вигин дошки (деревини); h – товщина дошки.

Відстань між стійками щитового інвентарного кріплення, що працює як балка на двох опорах, дорівнює

$$l = 2h \sqrt{\frac{R}{3\sigma_{акт}}}.$$

Установлювати кріплення необхідно зверху донизу відповідно до розробки виїмки на глибину, не більшу ніж 0,5 м.

Розбирають дощаті кріплення у стійких ґрунтах у напрямку знизу нагору в міру зворотного засипання ґрунту, при цьому видаляють одночасно не більше трьох дощок, а у сипких і нестійких ґрунтах – однієї. При видаленні дощок відповідно переставляють розпірки. Розбирання кріплень виконують під наглядом виконроба або майстра.

На влаштування траншей глибиною, більшою ніж 3,0 м, слід розробляти проект кріплень з урахуванням діючого навантаження на призму обвалення. При цьому повинні бути розраховані всі елементи кріплень – переріз кріпильних дощок, відстань між стояками, переріз розпірок і стояків, анкерів.

Усі елементи неінвентарних кріплень, а також інвентарні кріплення, що працюють в особливих умовах (відмінних від паспортних), необхідно спеціально розраховувати (під конкретні умови експлуатації).

Кріплення розраховуються на *активний тиск ґрунту* з урахуванням додаткових навантажень на призму обвалення.

Активний опір незв'язного ґрунту, де сили зчеплення між частинками незначні, визначають згідно із залежністю

$$\sigma_{акт} = H\gamma \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2), \text{ кПа},$$

де H – глибина котловану, м; γ – насипна щільність ґрунту, кг/м^3 .

Активний опір зв'язного ґрунту, де по поверхні ковзання діють як сили тертя, так і сили зчеплення, визначають за формулою

$$\sigma_{акт} = H\gamma \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2) - 2C_c \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2), \text{ кПа},$$

де C_c – сила зчеплення ґрунту на зріз, кН/м^2 .

Зверніть увагу! При розрахунку кріплення для зв'язаних ґрунтів слід ураховувати, що при ритті котлованів і траншей ґрунт на поверхні розпушується і втрачає зв'язність, значення сил зчеплення знижується на 1 м кріпильної дошки. На дошку шириною b буде передаватися тиск ґрунту p у вигляді рівномірно розподіленого навантаження $p = \sigma_{акт}b$.

Існує ряд спрощених методів розрахунку елементів кріплення за емпіричними формулами:

❖ *розрахунок розпірного кріплення:*

$$\text{крок стійок (проліт дощок)} \quad \ell = \frac{14,4\delta}{\sqrt{\sigma_{акт}}} \text{ м},$$

$$\text{діаметр стійок} \quad d = \sqrt[3]{\frac{M_{max}}{0,1[\sigma]}} \text{ м}^2,$$

де δ – прийнята товщина дошки, см; M_{max} – момент при роботі стійки як балки на двох опорах, дорівнює $gh^2/8$ і $gh^2/12$ – як нерозрізної балки, $H \times \text{м}$; h – відстань по вертикалі між розпірками, м; g – розподілене навантаження на 1 см дошки при її ширині b , дорівнює $\sigma_{акт}b$, Па.

Діаметр розпірки по діючому на неї зусиллю визначають за формулою

$$d = \sqrt{\frac{4N}{nR_c}} \text{ м}^2,$$

де $N = (\sigma_{акт} \ell H) / (2n)$ – зусилля, що діє на розпірку; n – число розпірок на кроці ℓ ; R_c – розрахунковий опір деревини на стиск, Н/см^2 ;

❖ для *розрахунку підкісного кріплення* при заданому діаметрі стійки визначають діаметр підкосу, виходячи з діючого на нього зусилля,

$$S_{max} = (\sigma_{акт} H \ell) / 4 \text{ при } S_{max} \leq m R_c F,$$

де F – площа поперечного перетину підкосу $F = S_{max} / (m R_c)$; m – коефіцієнт стійкості, рівний $1,5 \dots 3$;

❖ при *розрахунку анкерного кріплення* визначають при заданому діаметрі стійки діаметр затяжки на максимальне зусилля

$$N_{max} = \sigma_{акт} \ell H / 2 \text{ при } N_{max} / (Fm) \leq R_p,$$

де m – коефіцієнт стійкості, що дорівнює $1,5 \dots 3$; R_p – розрахунковий опір деревини на розтяг, Н/см^2 ;

- ❖ *розрахунок шпунтових стін* полягає в обчисленні необхідної глибини забавки шпунта h із формули

$$P = \frac{mh^3}{6(4H + 3h)},$$

де P – розрахункове значення горизонтальної сили, діючої на ділянці шпунтової стінки довжиною 1 м, H ; $m = \gamma(\varepsilon_n - \varepsilon_a)$; $\varepsilon_a = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$; $\varepsilon_n = \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$; H – глибина котловану, м.

Перетин шпунта визначають із виразу

$$M_{\max} / W \leq [\sigma];$$

- ❖ при розрахунку елементів кріплень на міцність і стійкість використовують вирази:

$$N / F \leq R_c; \quad N / (\varphi F_{\text{розр}}) \leq R_c,$$

де φ – коефіцієнт поздовжнього згину центрально стиснутих елементів, який залежить від гнучкості λ .

4. Безпечні умови розробки кар'єрів

При розробці кар'єрів необхідно гарантувати безпечне і раціональне використання машин, механізмів, устаткування.

Найбільш ефективною та безпечною формою механізації при роботах у кар'єрах є комплексна механізація, тобто коли всі операції, включаючи й підсобні, виконуються комплектом машин, підібраних по продуктивності та розставлених на робочих місцях у технологічній послідовності.

Для запобігання аваріям і нещасним випадкам потрібно вести роботи відповідно до проектної документації, що містить конкретні рішення з основних питань безпечного ведення механізованих робіт у кар'єрах.

Залежно від властивостей і об'ємів ґрунту, наявності ґрунтових вод, дальності переміщення, породи ґрунту вибирають способи виконання та відповідно засоби механізації робіт, які у загальному випадку складаються з його розробки, транспортування і відсипання.

При розробці кар'єрів серйозну небезпеку для працюючих являють можливі обвали й обвалення нависаючих козирків.

Для механізованої розробки виїмок з одночасним утворенням укосів з метою гарантування безпеки застосовують спеціальне комбіноване змінне устаткування – укосоутворювач (рис. 6.4).

У кар'єрах, що розробляються на велику глибину (20...30 м і більше), найбільшу небезпеку являють обвали, здатні засипати нижню ділянку роботи разом з машинами, устаткуванням і обслуговуючим персоналом.

Зверніть увагу! Найбільша кількість обвалів відбувається навесні й восени, у періоди активної дії паводкових вод, дощів і відтавання.

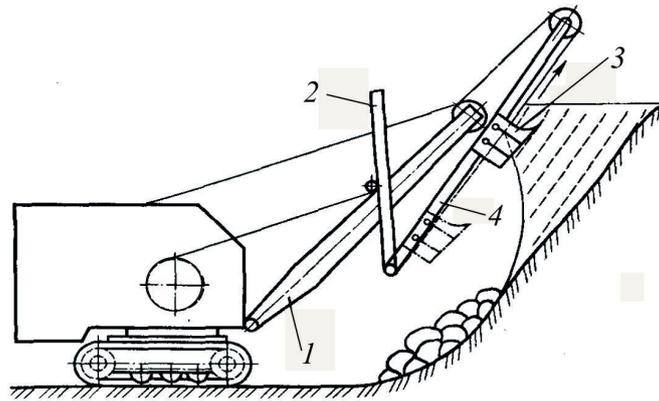


Рис. 6.4. Укосоутворювач:

1 – стріла екскаватора; 2 – рукоять механічної прямої лопати; 3 – стругоподібний ківш; 4 – направляюча вставка

Як профілактичні заходи боротьби з обвалами на основі інженерних розрахунків виконують такі роботи:

- зміцнення підшви укосів палями;
- улаштування підпірних стін;
- навмисне обвалення нависаючих козирків засобами механізації або за допомогою вибухів;
- зменшення кута укошу шляхом зачищення механізмами чи розподіл укошу на уступи з улаштуванням проміжних берм.

Зверніть увагу! Положення запобіжної берми на укосі при розробці кар'єрів обумовлюється не тільки вимогами стійкості укошу від оповзання, але й тим, що берма служить для затримання каменів ґрунту, що скочується.

За наявності ґрунтових вод розробка кар'єрів ведеться на бермах з улаштуванням дренажів, водостічних каналів, водоспусків з використанням жолобів і трубопроводів, а також відкачування води з місць, де її скупчення може представляти небезпеку прориву в кар'єр.

Для зменшення притоку води кар'єри захищаються нагірними каналами водовідведень.

Зверніть увагу! Комплексна механізація земляних робіт у кар'єрах дозволяє понизити трудомісткість порівняно з початковою стадією механізації процесу в 6...7 разів. Цим самим не тільки зменшується необхідна чисельність робітників, зайнятих у кар'єрі, але й можливість виникнення травматизму.

5. Спеціальні методи виконання земляних робіт

Мерзлі ґрунти при постійних негативних температурах мають достатню міцність, щоб триматися у вертикальних стінах. Однак при коливаннях температури і відлизі міцність їх знижується, з'являються тріщини, що спричиняє обвалення ґрунтових мас.

Підвищення твердості ґрунту при замерзанні викликає необхідність додаткових заходів при підготовці його до розробки. До них належать: вжиття заходів від подальшого промерзання, розпушування, відтавання і різання мерзлого ґрунту.

Для розробки мерзлих ґрунтів застосовують такі способи:

- ✓ буропідривний;
- ✓ руйнування ґрунту ударними пристосуваннями (клин-баба, куля-баба, дизель-молот), підвішеними до стрілки екскаватора;
- ✓ різанням машинами і механізмами;
- ✓ відтавання гарячою водою, паром, електричним струмом.

При глибокому промерзанні ґрунту і великих обсягах робіт найбільш ефективним і економічним способом розробки мерзлих ґрунтів є вибуховий.

При розроблюванні скельних, мерзлих ґрунтів з використанням вибухових матеріалів і технологій необхідно дотримуватися вимоги **НПАОП 0.00-1.66-13** «Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення» (введені у дію 13.08.2013).

Проведення вибухів пов'язано з небезпекою ураження людей, які знаходяться у небезпечній зоні, механізмів і споруд повітряною хвилею, шматками зруйнованого ґрунту. Тому суттєвим фактором безпеки виконання вибухових робіт є встановлення таких відстаней, на яких розриви тієї або іншої кількості вибухової речовини (*ВР*) при вибраному методі ведення робіт є безпечним.

При виконанні вибухових робіт найбільший радіус небезпечної зони визначається дією ударної хвилі, м,

$$S = k_e \sqrt{q},$$

де q – маса заряду, кг; k_e – коефіцієнт пропорційності, який залежить від умов розташування заряду і характеру можливих пошкоджень наявних споруд.

Стосовно дії повітряної хвилі на людину розмір небезпечної зони встановлюють за формулою

$$S = 5\sqrt{q}.$$

При розпушуванні мерзлих ґрунтів, розробці скельних порід і відкритих роботах вибуховим методом використовують *ВР*, допущені органами Держпраці. Умови забезпечення безпеки вибухових робіт залежать від кількості речовини і методу висадження. Вибухи можуть бути зосередженими і розподіленими. У першому випадку проводиться один вибух великої потужності заряду, укладеного в камеру. У другому випадку заряди укладають у наперед пробурені свердловини. Величина заряду *ВР* розраховується за об'ємом обрушеної породи, що припадає на одну свердловину. У загальному випадку величина заряду однієї свердловини складає

$$V = \ell a H,$$

де V – об'єм вибухової речовини; ℓ – довжина лінії опору вибуху по підшві укосу (рис. 6.5); a – відстань між свердловинами; H – висота уступу.

Ураховуючи, що опір вибуху по підшві укосу буде дещо більшим, ніж у верхній частині, підвищення дії заряду в нижній частині забезпечують заглибленням свердловини нижче підшви уступу на величину c , яка

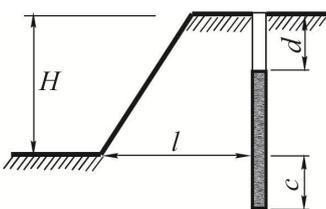


Рис. 6.5. Розміщення зарядів *ВР* у свердловині

приблизно в чотири рази менша ніж ℓ . Зазвичай свердловина у верхній частині d забивається породою після закладки заряду ВР.

Маса заряду для такої свердловини визначається із залежності

$$q = m(H + c - d),$$

де m – місткість ВР на 1 м^3 свердловини.

Зверніть увагу! Перебування працівників та інших осіб на ділянках, де виконується розробка ґрунту за допомогою вибухівки, ближче ніж 200 м, забороняється.

Значну небезпеку при розробці мерзлих ґрунтів являє розпушування ґрунту ударними пристосуваннями, при якому відбувається розліт окремих шматків мерзлого ґрунту від місця його розробки.

При механічному ударному розпушуванні ґрунту необхідно огороджувати небезпечну зону; при цьому не допускається перебування працівників на відстані, ближчій ніж 5,0 м, від місць розпушування.

Якщо неможливо огородити межі небезпечної зони, необхідно для обмеження розлітання шматків ґрунту встановлювати захисні сітки, висоту яких залежно від відстані місця їх установа до місця розпушування визначати за таблицею 6.3.

Таблиця 6.3

Висота захисної сітки залежно від відстані місця її встановлення до місця розпушування

Відстань від місця падіння робочого органа машини до місця встановлення захисної сітки, м	Висота захисної сітки, м, під час падіння робочого органа машини залежно від кута падіння, град		
	80°	70°	65°
4	1,0	1,5	1,8
6	1,0	2,0	2,5
8	1,5	3,0	3,5
10	1,8	3,2	4,0
12	1,4	3,4	4,0
14	1,0	2,8	3,8
16	1,0	2,5	3,5

Дослідження прийнятих у практиці будівництва методів руйнування мерзлих ґрунтів показало, що найбільш ефективним є метод руйнування мерзлих ґрунтів динамічним ударним навантаженням – сколюванням.

Для розпушування мерзлих ґрунтів ударним навантаженням застосовують копри й екскаватори, стріли яких забезпечені ударними інструментами у вигляді кулі- або клин-баби; масу і форму їх вибирають залежно від опору ґрунту, який розпушується. Клин-баба є суцільнометалевим сталевим виливком масою 1,5...4 т, яку підвішують до троса екскаватора за допомогою сережки (рис. 6.6).

Зверніть увагу! При розпушуванні ґрунту клин-бабою, що скидається з висоти 4...5 м, металева куля чи клин, ковзаючи по поверхні мерзлого ґрунту, може зачепити машину або людей, що знаходяться поблизу. Тому при розпушуванні й розробці мерзлих ґрунтів екскаватором із клин-бабою

поблизу проїздів, проходів і на забудованій території необхідно встановлювати переносний паркан для захисту від розлітання мерзлого ґрунту.

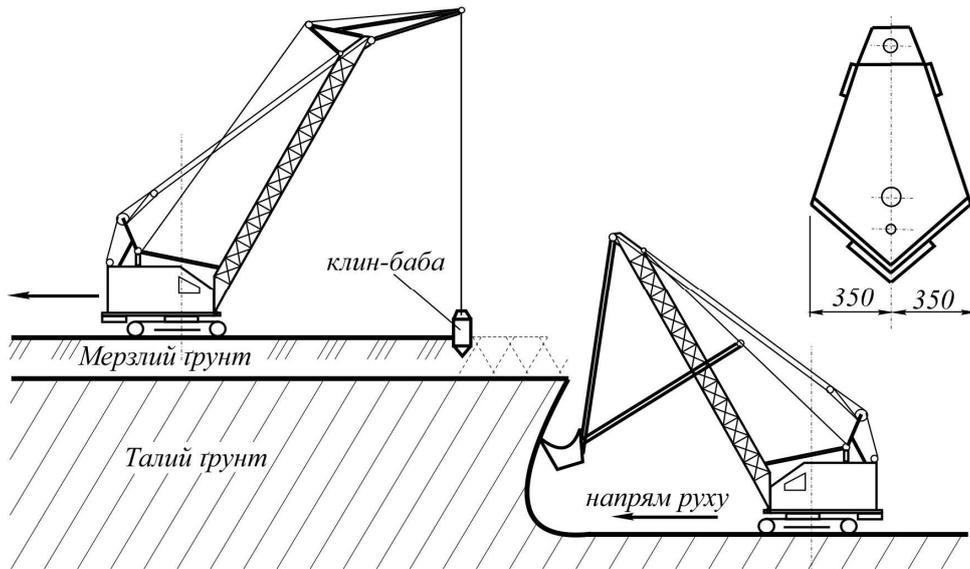


Рис. 6.6. Розпушування ґрунту клин-бабою

Установлено, що дальність розльоту шматків мерзлого ґрунту залежить головним чином від відношення маси клин-баби до висоти її падіння.

Менш небезпечним і більш ефективним засобом для розпушування мерзлого ґрунту є дизель-молот із клином, установленим на бульдозері, екскаваторі чи навантажувачі.

Зверніть увагу! Розпушування ґрунту з використанням зазначених механізмів забезпечується при товщині мерзлого шару, що не перевищує 1 м. При глибшому промерзанні ґрунту найбільш ефективним і економічним способом розробки мерзлих ґрунтів є метод електропрогрівання, а при великих обсягах робіт – вибуховий метод.

При розробленні мерзлого ґрунту способом електропідігрівання необхідно виконувати вимоги ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «ССБТ. Будівництво. Електробезпеку. Загальні вимоги (ГОСТ 12.1.013-78, MOD)» (діє з 01.12.2012).

Допустима напруга джерела живлення повинна бути не вищою ніж 380 В. Зону електропідігрівання ґрунту належить огорожувати з установленням знаків безпеки та влаштуванням освітлення у нічний час.

Відстань між огороженнями і контуром ділянки, що прогривається, тобто небезпечна зона, повинна бути не меншою ніж 3,0 м, а висота огороження – 1,1 м.

На ділянці, яка прогривається, перебування людей не допускається.

Тимчасові електролінії до ділянок, що підігріваються, слід виконувати ізольованим проводом, який укладається на козелки висотою, не меншою ніж 0,5 м, від землі.

Після кожного переміщення електроустаткування і перекладання електропроводок слід візуально перевірити їх стан, а також виміряти опір ізоляції.

Гідромеханізований спосіб розробки ґрунтів використовується для влаштування і зачищення котлованів, траншей, дорожнього насипу і виїмок, а також при плануванні будівельного майданчика.

NON MULTA, SED MULTUM

Гідромеханізація може бути здійснена розмиванням ґрунту струменем води і транспортуванням пульпи по лотках, які укладаються з ухилом, або по трубах за допомогою землесоса й безпосереднього всмоктування і транспортування пульпи за допомогою землесоса, що використовується для розробки та добування ґрунту під водою. Можуть також використовуватися і комбіновані способи, наприклад комбінація розливання зі всмоктуванням, яка практикується для добування ґрунту, що застосовується для намівання греблі, чи піску і гравію для будівельних робіт.

Основним робочим обладнанням при гідромоніторній розробці є гідромоніторно-землесосні й гідромоніторно-самотічні установки.

Під час розробки ґрунту способом гідромеханізації:

- зону роботи гідромонітора у межах полуторної дальності дії його струменя, а також зону можливого обвалення ґрунту в межах не менше ніж триденного вироблення необхідно позначати попереджувальними знаками і написами, огорожувати по верху вибою;
- гідромонітор з ручним керуванням (безпосередньо оператором) повинен бути розташований так, щоб відстань між насадкою гідромонітора та стінкою вибою була не меншою від висоти вибою, а між гідромонітором і повітряною лінією електропередачі в усіх випадках – не меншою ніж *двократна дальність дії його водяного струменя*;
- водоводи і пульпопроводи повинні бути розташовані за межами охоронної зони повітряної лінії електропередачі;
- на водоводі у межах не більше ніж *10 м* від робочого місця гідромоніторника має бути засувка для припинення подавання води в аварійних випадках;
- очищати зумпф пульпоприймача допускається тільки після вимикання гідромонітора і землесосного снаряда;
- виконувати роботи гідромонітором під час грози не допускається;
- робоче місце гідромоніторника повинно бути захищене від вибою захисним екраном.

Зверніть увагу! Після закінчення монтажу гідромоніторної установки, а також після середнього і капітального ремонту насоси і землесоси, зовнішні та внутрішні лінії комунікацій піддають гідравлічному випробуванню на тиск, що перевищує робочий на *80%*, але не менше ніж на *0,5 МПа*. При цьому найбільший допустимий тиск приймається *1 МПа*.

ЛЕКЦІЯ 7

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ АТЕСТАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ

План

1. Мета та порядок проведення атестації робочих місць.
2. Класифікація категорій важкості праці.
3. Визначення категорії важкості праці за функціональними станами.
 - 3.1. Функціональний стан організму працівника як інтегральний критерій важкості праці.
 - 3.2. Методика інтегрального бального оцінювання важкості праці.
 - 3.3. Методика оцінювання умов праці.
 - 3.4. Визначення приросту продуктивності праці за рахунок підвищення працездатності.
 - 3.5. Прогнозування рівня виробничого травматизму.
 - 3.6. Ергономічні оцінки важкості фізичної праці.
 - 3.7. Ергономічні оцінки розумової праці.

1. Мета та порядок проведення атестації робочих місць

Згідно зі ст. 7 Закону України «Про охорону праці» працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безкоштовно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються у порядку, визначеному законодавством.

NON MULTA, SED MULTUM

Шкідливий виробничий фактор – такий фактор, дія якого на працівника більше певної межі може призвести до погіршення здоров'я або професійного захворювання.

Небезпечний виробничий фактор – такий фактор, дія котрого на працівника в певних умовах призводить до раптового погіршення здоров'я, раптової втрати працездатності чи травми.

Залежно від рівня і тривалості впливу шкідливий виробничий фактор може стати небезпечним.

Згідно з ГОСТ 12.0.003-74* «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» існує класифікація елементів умов праці, що виступають у ролі небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Вони поділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Зазначені пільги і компенсації надаються працівникам, зайнятим на роботах із шкідливими та важкими умовами праці, за Списками № 1 і № 2 виробництв, робіт, професій, посад і показників або підтверджуються у результаті проведення атестації робочих місць за умовами праці.

Атестація робочих місць за умовами праці – це комплексне оцінювання

всіх факторів виробничого середовища та трудового процесу, супутніх соціально-економічних чинників, що впливають на здоров'я і працездатність працівників у процесі трудової діяльності.

Основна мета атестації – регулювання відносин між власником або уповноваженим ним органом і працівниками у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу в несприятливих умовах.

Атестація здійснюється на підприємствах, в організаціях, установах незалежно від форм власності й господарювання з важкими умовами праці, а також де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працівників, на їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому.

Атестація проводиться згідно з Порядком атестації робочих місць за умовами праці (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 р. за № 442) та Методичними рекомендаціями щодо проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджуваними Мінпраці й МОЗ у терміни, передбачені трудовим договором, **але не рідше одного разу на п'ять років**.

Позачергова атестація здійснюється у разі докорінної зміни умов і характеру праці з ініціативи власника, профспілки, трудового колективу, органів Державної експертизи умов праці за участю представників санітарно-епідеміологічної служби МОЗ.

Атестацію виконує атестаційна комісія, склад і повноваження якої визначаються наказом по підприємству. У цьому наказі:

- визначається основна мета атестації;
- затверджується склад, голова і секретар постійно діючої атестаційної комісії, визначаються її повноваження, у разі потреби затверджується склад цехових (структурних) атестаційних комісій;
- устанавлюються терміни та графіки проведення підготовчих робіт у структурних підрозділах підприємства;
- визначається взаємодія із зацікавленими державними органами і громадськими організаціями (експертизою умов праці, санітарно-епідеміологічною службою);
- визначаються проектні, науково-дослідні установи для науково-технічного оцінювання умов праці та участі в розробленні заходів з усунення шкідливих виробничих факторів.

Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації покладається на керівника підприємства, організації.

До складу атестаційної комісії рекомендується вводити головних спеціалістів, працівників відділу кадрів, праці й заробітної плати, охорони праці, органів охорони здоров'я підприємства, представників громадських організацій.

До проведення атестації можуть залучатися проектні та науково-дослідні організації, технічні інспекції праці профспілок, інспекції Держпраці.

Атестаційна комісія:

- здійснює організаційне, методичне керівництво і контроль за проведенням роботи на всіх етапах;
- формує всю потрібну правову та нормативно-довідкову базу й організує її вивчення;
- визначає і залучає в установленому порядку потрібні організації до виконання спеціальних робіт;
- організовує виготовлення планів розташування обладнання по кожному підрозділу з урахуванням його експлікації, визначає межу робочих місць (робочих зон) та надає їм відповідний номер;
- складає перелік робочих місць, що підлягають атестації;
- визначає обсяг досліджень шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища й організує ці дослідження;
- прогнозує та виявляє утворення шкідливих і небезпечних факторів на робочих місцях;
- складає Карту умов праці на кожне враховане робоче місце або групу аналогічних місць;
- проводить атестацію і складає перелік робочих місць, виробництв, професій та посад з несприятливими умовами праці;
- розробляє заходи щодо поліпшення умов праці та оздоровлення працівників.

Атестація робочих місць передбачає:

- комплексне оцінювання чинників виробничого середовища і характеру праці та відповідність їх характеристик стандартам безпеки праці, будівельним і санітарним нормам та правилам;
- виявлення факторів і причин виникнення несприятливих умов праці;
- санітарно-гігієнічне дослідження чинників виробничого середовища, визначення ступеня важкості та напруженості трудового процесу;
- установлення ступеня шкідливості й небезпечності праці та її характеру за гігієнічною класифікацією;
- обґрунтування віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими (особливо шкідливими) умовами праці;
- визначення (підтвердження) права працівників на пільги;
- аналіз реалізації технічних та організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру і безпеки праці.

Санітарно-гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища та трудового процесу виконують санітарні лабораторії підприємств і організацій, науково-дослідних і спеціалізованих організацій, атестованих органами Держстандарту і Міністерства охорони здоров'я за списками, узгодженими з органами Державної експертизи умов праці, а також на договірній основі лабораторії територіальних санітарно-епідеміологічних станцій.

Під час здійснення *санітарно-гігієнічних* досліджень установлюють:

- 1) характерні для конкретного робочого місця виробничі фактори, які

- підлягають лабораторним дослідженням;
- 2) нормативне значення (ГДК, ГДР) параметрів, факторів виробничого середовища і трудового процесу;
 - 3) фактичне значення факторів виробничого середовища;
 - 4) ступінь шкідливості й небезпечності кожного фактора за критеріями, встановленими гігієнічною класифікацією праці.

NON MULTA, SED MULTUM

Гігієнічна характеристика умов праці – визначення та оцінювання стану умов праці (робочого місця, виробничого середовища, трудового процесу) щодо відповідності їх державним санітарним нормам, правилам, гігієнічним нормативам.

За наявності у повітрі робочої зони двох або більше шкідливих речовин *різнонаправленої дії* кожену з них ураховують як самостійний фактор, що підлягає кількісному оцінюванню.

За наявності в повітрі робочої зони двох і більше речовин *однонаправленої дії* відношення фактичних концентрацій кожної з них до встановлених для них ГДК підсумовуються. Якщо сума відношень перевищує одиницю, то ступінь шкідливості такої групи речовин визначається, виходячи з величини цього перевищення з урахуванням класу небезпечності найтоксичнішої речовини групи, а вся група оцінюється як одна речовина.

Прилади й устаткування для вимірювань повинні відповідати метрологічним вимогам і підлягають перевірці в установлені терміни. Дослідження фізичних, хімічних, біологічних та психофізичних факторів проводяться у процесі виконання робіт у характерних (типових) умовах виробництва при справних і ефективно діючих засобах індивідуального захисту. Результати вимірів показників досліджуваних факторів оформлюються протоколом (форми протоколів мають відповідати держстандартам або типовим формам, затвердженим МОЗ України) і заносяться у Карту. При цьому необхідно визначати тривалість дії фактора (у відсотках від тривалості зміни). Ці дані заносяться в гр. 9 Карти.

Гігієнічне оцінювання умов праці здійснюється шляхом порівняння результатів проведених вимірів з нормативними значеннями (шум і вібрація оцінюються за еквівалентними рівнями. Розглядаються тільки ті фактори, що за ступенем небезпеки й шкідливості відносяться до III класу (гр. 6, 7, 8 Карти).

Умови праці оцінюють на підставі Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (наказ Міністерства охорони здоров'я від 31.12.1997 № 332).

Зверніть увагу! Умови праці – сукупність чинників виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків.

Згідно з цією класифікацією умови праці поділяють на *чотири класи*:

- **1-й клас** – *оптимальні умови праці* – такі умови, за яких зберігається не лише здоров'я працівників, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності;

Зверніть увагу! Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів установлені тільки для мікрокліматичних параметрів і факторів трудового процесу. Для інших факторів умовний рівень оптимальності визначається рівнем, який прийнятий як безпечний для людини.

- **2-й клас** – *допустимі умови праці*, що характеризуються такими рівнями факторів середовища праці та трудового процесу, які не перевищують

установлені гігієнічні нормативи для робочих місць, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливий вплив на стан здоров'я працівників і їх нащадків у найближчому та віддалених періодах;

•**3-й клас** – *шкідливі умови праці*, що характеризуються наявністю шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працівника;

NON MULTA, SED MULTUM

3-й клас за ступенем перевищення гігієнічних нормативів і виразності змін в організмі працівників поділяється на чотири ступені (3.1, 3.2, 3.3, 3.4):

I ступінь (3.1) – умови праці, котрі характеризуються такими відхиленнями від гігієнічних нормативів, що, як правило, викликають функціональні зміни, які виходять за межі фізіологічних коливань і часто сприяють зростанню захворюваності з тимчасовою втратою працездатності;

II ступінь (3.2) – умови праці, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, котрі можуть викликати стійкі функціональні порушення, які приводять у більшості випадків до зростання захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, підвищення частоти загальної захворюваності, появи окремих ознак професійної патології;

III ступінь (3.3) – умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які ведуть до підвищення рівня захворюваності з тимчасовою втратою працездатності й розвитку, як правило, початкових стадій професійних захворювань;

IV ступінь (3.4) – умови праці, що характеризуються такими рівнями негативних факторів виробничого середовища, які здатні призвести до розвитку виражених форм професійних захворювань, значного зростання хронічної патології й рівня захворюваності з тимчасовою втратою працездатності.

•**4-й клас** – *небезпечні (екстремальні) умови праці*, характеризуються такими рівнями чинників виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни або її частини створює високий ризик виникнення важких форм гострих професійних захворювань, отруень, травм, загрозу для життя працівників.

Зверніть увагу! 1. Гігієнічна класифікація умов праці заснована на принципі диференціації *умов праці* залежно від фактично визнаних рівнів факторів виробничого середовища (показники мікроклімату, уміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, рівні шуму, вібрації, інфразвуку й ультразвуку, освітленості, випромінювань та ін.) і *трудового процесу* (показники важкості праці – фізичні, інтелектуальні, емоційні навантаження, монотонність, напруженість, статичність праці тощо) порівняно із санітарними нормами, правилами, а також їх можливим впливом на стан здоров'я працівників.

2. Оцінювання умов праці за наявності двох і більше шкідливих та небезпечних виробничих факторів здійснюється за найвищим класом і ступенем.

Оцінювання технічного рівня робочого місця здійснюють шляхом аналізу:

1) відповідності технологічного процесу, будівель і споруд – проектам, обладнання – нормативно-технічній документації, а також характеру та

- обсягу виконаних робіт, оптимальності технологічних режимів;
- 2) технологічної оснащеності робочого місця (наявності технологічного оснащення й інструменту, контрольно-вимірювальних приладів та ін.);
 - 3) відповідності технологічного процесу, обладнання, інструменту і засобів контролю вимогам стандартів безпеки та нормам охорони праці;
 - 4) впливу технологічного процесу, що відбувається на інших робочих місцях, на атестоване робоче місце.

При оцінюванні організаційного рівня робочого місця аналізують:

➤ раціональність планування (відповідність площі робочого місця нормам технологічного проектування та раціонального розміщення обладнання й оснащення), а також відповідність його стандартам безпеки, санітарним нормам та правилам;

➤ забезпеченість працівників спецодягом і спецвзуттям, засобами індивідуального й колективного захисту та відповідність їх стандартам безпеки праці й установленим нормам;

➤ організацію роботи захисних споруд, пристроїв, контрольних приладів.

За результатами атестації складають перелік:

- 1) робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких підтверджено право на пільги та компенсації, передбачені законодавством;
- 2) робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких запропановано встановити пільги та компенсації за рахунок коштів підприємства згідно зі ст. 26 Закону України «Про підприємства» і ст. 13 Закону України «Про пенсійне забезпечення»;
- 3) робочих місць з несприятливими умовами праці, на яких необхідно здійснити першочергові заходи з їх поліпшення.
- 4) невідкладних заходів для поліпшення умов і безпеки праці, для розроблення й упровадження котрих не треба залучати сторонні організації та фахівців.

Перелік робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких підтверджено право на пільги і компенсації, зокрема на пільгове пенсійне забезпечення, передбачене законодавством, підписує голова комісії за погодженням із профспілковим комітетом. Він затверджується наказом по підприємству, організації та зберігається протягом *50 років*. Витяги з наказу додаються до трудової книжки працівників, професії й посади яких внесено до переліку.

NON MULTA, SED MULTUM

Після проведення атестації за даними лабораторно-інструментальних досліджень **комісія складає *Карту умов праці*** на кожне робоче місце (групу аналогічних робочих місць), яка включає оцінку чинників виробничого середовища і трудового процесу; гігієнічну оцінку умов праці; оцінку технічного та організаційного рівня.

Ця Карта містить оцінку таких факторів виробничого і трудового процесу:

- шкідливих хімічних речовин від 1-го до 4-го класу небезпеки включно;
- пилу;
- вібрації, шуму, інфра- та ультразвуку;

- неіонізуючого випромінювання різних діапазонів;
- мікроклімату в приміщенні (температури повітря, швидкості руху повітря, відносної вологості, інфрачервоного випромінювання);
- температури зовнішнього повітря влітку й узимку;
- атмосферного тиску;
- біологічних факторів (мікроорганізмів, білкових препаратів, природних компонентів організму від 1-го до 4-го класу небезпеки включно);
- важкості праці (динамічної роботи, статичного навантаження);
- робочої пози;
- напруженості праці (уваги, напруженості аналізаторних функцій, емоційної та інтелектуальної напруженості, одноманітності);
- змінності.

На підставі Карти умов праці й Показників факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу працівникові встановлюється та чи інша пільга (*пільгова пенсія, лікувально-профілактичне харчування, видача молока або рівноцінних продуктів*) за роботу в несприятливих умовах.

***Примітки:**

1. Молоко видається по 0,5 л на зміну незалежно від її тривалості, у дні фактичної зайнятості працівника на роботах, пов'язаних з виробництвом чи застосуванням хімічних речовин, коли концентрація шкідливих речовин перевищує ГДК.

2. Уважають за можливе заміну молока іншими продуктами тваринного походження. Зокрема 0,5 л молока відповідають:

- кисломолочні продукти (кефір, мацоні, ацидофільне молоко тощо) – 500 г;
- сир (творог) – 100 г;
- сир 24-процентної жирності – 100 г;
- молоко сухе цільне – 55 г;
- молоко згущене, стерилізоване, без цукру – 200 г;
- яловичина II категорії – 70 г;
- риба – 90 г;
- яйце куряче – 2 шт.

3. Забороняється виплачувати гроші замість видачі молока, видавати молоко додому, замінювати товарами і продуктами, крім рівноцінних.

2. Класифікація категорій важкості праці

Успішність заходів із поліпшення умов праці значною мірою залежить від правильного аналізу стану умов праці й оцінки цього стану як за окремими елементами, так і в цілому за яким-небудь показником. Такими показниками, які б з достатньою для практики точністю враховували «різноякісний» вплив усіх елементів умов праці, на сьогодні прийнято показники *важкості й напруженості праці*.

Важкість праці – характеристика (чинник) трудового процесу, що відображає навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну тощо), які забезпечують його діяльність.

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

Правомірність застосування таких показників обумовлена тим, що організм людини однаково реагує на вплив найрізноманітніших сполучень елементів умов праці. Однакові за важкістю зміни в організмі працівників можуть бути викликані різними причинами. В одних випадках причиною можуть бути які-небудь шкідливі фактори зовнішнього середовища, в інших – надмірне фізичне або розумове навантаження чи дефіцит рухів при підвищеному нервово-емоційному навантаженні й т.п.; можливе і різне сполучення цих причин.

Під впливом таких факторів виникають зміни у співвідношенні процесів збудження та гальмування у корі головного мозку. При цьому функціональна активність центральної нервової системи (ЦНС) знижується, а порушення рівноваги основних нервових процесів усе більше спрямовано у бік гальмування. В організмі розвивається втома.

Втома – сукупність тимчасових змін у фізіологічному, психічному стані людини, які з'являються внаслідок напруженої чи тривалої діяльності й призводять до погіршення її кількісних та якісних показників.

Таким чином, *важкість і напруженість праці* характеризує сукупний вплив усіх елементів, що складають умови праці, на працездатність людини, її здоров'я, життєдіяльність та відновлення робочої сили (у такому розумінні поняття *важкості праці* однаково застосовано як до розумової, так і до фізичної праці).

Про ступінь важкості праці можна судити за реакціями та змінами в організмі людини під впливом виробничого середовища. За сприятливих умов праці функціональні можливості організму поліпшуються, що сприяє підвищенню працездатності, і вплив втоми на працездатність буде незначним. Навпаки, за несприятливих умов праці підвищена виробнича втома призводить до зниження працездатності, а також підвищує можливість виробничого травматизму.

На основі цього можна стверджувати, що у кінцевому рахунку, реакції та зміни в організмі людини слугують показником якості самих умов праці.

3. Визначення категорії важкості праці за функціональними станами

3.1. Функціональний стан організму працівника як інтегральний критерій важкості праці

Науковою основою класифікації праці за важкістю та напруженістю є сучасна фізіологічна теорія функціональних систем. Щодо трудової діяльності функціональна система організму є інтегральним комплексом фізіологічних функцій і якостей людини, що забезпечують ефективне виконання професійної роботи при певному рівні фізіологічних витрат. Рівень фізіологічних витрат на досягнення мети праці може бути достатнім або вимагати залучення резервів організму, що проявляється у формуванні певних функціональних станів організму: нормального, граничного й патологічного.

Кожний стан має свої ознаки, які можуть бути визначені на основі медико-фізіологічних і виробничих (техніко-економічних) показників.

Функціональні стани організму формуються при всіх видах діяльності й умовах праці, тому використовуються як інтегральний критерій для об'єктивного й досить точного оцінювання важкості праці.

Для оцінювання функціонального стану організму використовують показники поточних змін фізіологічних функцій, що характеризують рівень працездатності й втоми у процесі праці, і показники більш віддалених наслідків роботи.

Найбільш важливими є показники, що характеризують: силу й витривалість м'язових груп; системи кровообігу й дихання; психофізіологічні функції; стан нервової системи; роботу аналізаторів; психічні функції; координацію рухів; співвідношення між фазами працездатності у динаміці; тривалість і повноту відновлення під час відпочинку порушених функцій; частоту й тяжкість виробничого травматизму; структуру, причини й рівень виробничо обумовлених і професійних захворювань; виробничі показники.

Кількісні значення показників у доробочий період застосовуються як «фізіологічні проби» щодо показників, які визначаються у процесі праці або після її закінчення. Для аналізу беруться ті зміни функціонального стану, котрі мають місце наприкінці роботи (за винятком фази «емоційного пориву») чи тижня. Ці функціональні зрушення можуть бути як позитивними, так і негативними. Критерієм для оцінювання функціонального стану організму є наявність або відсутність ефекту Сеченова при переключенні після закінчення роботи на інший вид діяльності.



NON MULTA, SED MULTUM

Сеченов Іван Михайлович (1829 – 1905), творець російської фізіологічної школи, мислитель-матеріаліст, член-кореспондент (1869) і почесний член (1904) Петербурзької АН. У класичній праці «Рефлекси головного мозку» (1866) обґрунтував рефлекторну природу свідомої й несвідомої діяльності. Показав, що в основі психічних явищ лежать фізіологічні процеси, які можуть бути вивчені об'єктивними методами. Відкрив явища центрального гальмування, сумачії у нервовій системі, встановив наявність ритмічних біоелектричних процесів у центральній нервовій системі. Заклав основи матеріалістичної психології, фізіології праці, вікової, порівняльної й еволюційної психології. Праці Сеченова дуже вплинули на розвиток природознавства й матеріалістичної

філософської думки у Росії.

Прискорене відновлення працездатності стомлених м'язів відбувається в умовах активного відпочинку. Цей ефект є фізіологічним обґрунтуванням переваг активного відпочинку при короткочасних перервах у роботі порівняно з пасивним відпочинком. Ефект, описаний І. М. Сеченовим, увійшов у науку як «**феномен Сеченова**» і ліг в основу вчення про активний відпочинок, або «сеченовський відпочинок».

Відповідно до сучасної фізичної теорії функціональних систем розрізняють три функціональних стани організму (ФСО) людини: *нормальний*, *прикордонний* (між нормою і патологією) і *патологічний*. Кожний з них має свої характерні ознаки, що дозволяють їх розпізнати за допомогою медико-фізіологічних і техніко-економічних показників.

Нормальний функціональний стан організму – це такий його стан, коли рівень більшості функцій центральної нервової системи, аналізаторів, периферійних систем і органів після роботи вищий, ніж до роботи. Результат цей має місце тоді, коли навантаження на організм не перевищують фізіологічні можливості людини, а умови праці сприятливі.

Граничний функціональний стан організму – це перехідна форма між нормою і патологією. Основними ознаками його є відсутність позитивного ефекту Сеченова по більшості функціональних проб; виникнення негативної фази ефекту Сеченова, що проявляється в погіршенні деяких функцій, які входять до складу робочого акту, певній напрузі вегетативних функцій, розгальмуванні побічних рефлексів, що приводить до неточних, зайвих рухів і зниження якості роботи.

Патологічний функціональний стан організму характеризується функціональною недостатністю деяких важливих вегетативних підсистем і органів (кровообігу, дихання) у практично здорових людей. Типовою ознакою також є виникнення парадоксальних та ультрапарадоксальних реакцій, тобто має місце перекручений ефект Сеченова. Суть його в тому, що позитивні сигнали людиною не сприймаються, а негативні, навпаки, викликають дії, на практиці приводять до помилок, аварій, травматизму.

У процесі праці під впливом різних виробничих елементів (факторів) і їхніх комплексів у людини може сформуватися *тільки один із трьох функціональних станів організму*. Тому їх можна використовувати як фізіологічну шкалу, що дозволяє встановити категорію важкості будь-якої роботи. Так були встановлені *три основних категорії важкості роботи*, що відповідають трьом ФСО. Потім, на підставі значних досліджень НДІ праці, були виділені всередині трьох основних категорій ще три. Таким чином, нині об'єктивно обґрунтована наявність *шести категорій важкості робіт за ФСО*, яким відповідають *шість груп умов праці*.

До першої категорії важкості віднесені роботи, виконувані при оптимальних умовах зовнішнього виробничого середовища і при оптимальній величині фізичного, розумового й нервово-емоційного навантаження.

Робоче навантаження співрозмірне з фізіологічними можливостями людини і відповідає її здібностям. Такі умови у практично здорових людей сприяють поліпшенню самопочуття, досягненню високої працездатності та продуктивності праці. Реакція організму свідчить про оптимальний варіант нормального функціонування. При виконанні цих робіт за більшістю показників функціонального стану в результаті переключення на інший вид діяльності в працівників виявляється позитивний ефект Сеченова.

До другої належать роботи, виконувані в умовах, що не перевищують ГДК і ГДР шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

При цьому працездатність не порушується, відхилень у стані здоров'я, пов'язаних із професійною діяльністю, не спостерігається протягом усього періоду трудової діяльності людини. Можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або відпочинку після роботи.

До третьої віднесені роботи, виконувані в умовах, за яких у практично

здорових людей виникають реакції, властиві граничному станові організму. Спостерігається деяке зниження виробничих показників. Поліпшення умов праці й відпочинок порівняно швидко усувають негативні наслідки.

До четвертої категорії віднесені роботи, при яких вплив несприятливих (небезпечних і шкідливих) факторів приводить до формування у практично здорових людей більш глибокого граничного стану.

Більшість фізіологічних показників при цьому погіршується, особливо наприкінці робочих періодів (зміни, тижня). Уповільнюється виконання звичайних робочих операцій (завдань), знижується індивідуальна продуктивність праці. Характерною рисою при виконанні роботи є порушення робочого динамічного стереотипу, а необхідний рівень продуктивності праці підтримується за рахунок мобілізації додаткових резервів організму. Часто відзначається негативний ефект Сеченова. З'являються типові виробничо обумовлені стани предзахворювання і т.п. Для усунення передпатологічних реакцій, незважаючи на їхню зворотність, часто буває недостатньо одного поліпшення режимів праці й відпочинку, оскільки підвищений вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів приводить до виробничо обумовлених та професійних захворювань.

До п'ятої категорії належать роботи, при яких у результаті досить несприятливих умов праці наприкінці робочого періоду (зміни, тижня) у практично здорових людей формуються реакції, характерні для патологічного функціонального стану організму.

Основними ознаками їх є функціональна недостатність важливих вегетативних функцій, неадекватність реакції. Ці реакції зникають у більшості працівників після повноцінного відпочинку. Однак у деяких осіб вони можуть перейти у виробничо обумовлені та професійні захворювання.

До шостої віднесені роботи, які виконуються в особливо несприятливих (критичних) умовах праці.

При цьому патологічні реакції розвиваються дуже швидко, можуть мати необоротний характер і нерідко супроводжуються важкими порушеннями функцій життєво важливих органів. Для цієї категорії важкості характерна значна кількість професійних захворювань, які виявляються рано і важко протікають, а ознаки патологічного стану організму чітко проявляються вже в першій половині зміни або в перші дні тижня.

3.2. Методика інтегрального бального оцінювання важкості праці

При цій класифікації будь-які дані, що характеризують функціональний стан людини, дозволяють установити категорію важкості праці. Дані можуть бути отримані за допомогою медичних і техніко-економічних досліджень, що вимагають наявності визначеної апаратури та фахівців. Для практичних цілей у НДІ праці розроблена порівняно проста методика кількісного оцінювання важкості праці, заснована на обробці за спеціальною програмою результатів численних досліджень. Методика дозволяє з прийнятною для практики точністю встановити категорію важкості праці, маючи представлені в умовних числах-балах дані, що характеризують умови праці.

За цією методикою насамперед виявляють біологічно значимі елементи

умов праці, складаючи Карту умов праці на робочому місці. Під біологічно значимими розуміють такі елементи умов праці, які з найбільшою ймовірністю впливають на формування визначених реакцій організму працюючої людини (нормальних, прикордонних або патологічних). Потім кожний елемент умов праці оцінюють у балах. Кількість балів змінюється від 1 (оптимальні умови) до 6 (найбільш важкі умови). Елемент умов праці одержує повний бал, якщо його дія продовжується не менше ніж 70% часу 8-годинної зміни. В іншому випадку бал зменшується на одиницю. Хімічні речовини 1-го і 2-го класів небезпеки, канцерогенні речовини й іонізуючі випромінювання оцінюються повним балом при тривалості дії, рівному або перевищуючому 25% змінного часу. Отримані бали вносять у Карту умов праці на робочому місці з урахуванням тривалості впливу того або іншого елемента умов праці, підсумовують і поділяють на кількість цих елементів. За отриманою середньою величиною біологічно значимих елементів умов праці x_{cp} за допомогою табл. 7.1 установлюють інтегральну оцінку важкості праці I_m і категорію важкості праці.

При заповненні Карти варто мати на увазі, що, якщо діючі на працівників елементи одержали оцінку 1 або 2 бали, то треба підсумовувати всі елементи, зазначені в Kartі. Якщо ж на робочому місці є елементи з оцінкою 3, 4, 5 чи 6 балів, то для визначення інтегральної оцінки необхідно враховувати тільки ці елементи. Елементи, які мають оцінку 1 або 2 бали, у цьому випадку брати до уваги не потрібно, тому що вони не роблять істотного впливу на формування умов праці.

Інтегральну оцінку важкості праці у балах із прийнятною точністю можна визначити і за допомогою такого виразу:

$$I_m = \left(x_{\text{визн}} + \sum_{i=1}^{n-1} x_i \frac{6 - x_{\text{визн}}}{(n-1)6} \right) 10,$$

де I_m – інтегральна оцінка важкості праці на робочому місці; $x_{\text{визн}}$ – фактор, що одержав найбільшу оцінку в балах; $\sum_{i=1}^{n-1}$ – сума балів біологічно значущих факторів (елементів умов праці) без $x_{\text{визн}}$; n – кількість виробничих факторів.

Якщо тривалість дії того або іншого фактора менша від тривалості зміни, то це треба враховувати шляхом множення бальної оцінки x_i на частку часу впливу такого фактора. За одиницю в цьому випадку приймається 8-годинний робочий день (480 хв).

$$X_{i.\text{факт}} = X_i \frac{t}{t_{3м}},$$

де X_i – оцінка ступеня шкідливості i -го елемента умов чи важкості праці в балах; t – фактична тривалість дії вихідного елемента умов праці, хв; $t_{3м}$ – тривалість зміни, хв.

Обчисливши I_m , категорію важкості праці визначають за табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Визначення інтегральної оцінки важкості праці

Індекс категорії важкості праці	Середня величина біологічно значимих виробничих факторів (елементів умов праці), що впливають на формування важкості праці, x_{cp}	Інтегральна кількісна оцінка важкості праці I_m
I	До 1,0	До 18
II	1,1...2,0	19,7...33,0
III	2,1...3,0	34,4...45,0
IV	3,1...4,0	45,7...53,0 ,
V	4,1...5,0	53,9...58,5
VI	5,1...6,0	58,9...60,0

Зверніть увагу! Існують і інші класифікації робіт за важкістю. Наприклад, у ДСН 3.3.6-042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» метеорологічні умови у виробничих приміщеннях нормуються залежно від категорій робіт, розмежованих на основі енерговитрат організму.

Оцінка умов праці на основі визначення важкості праці дозволяє віднести реальні умови праці, що мають місце на виробництві, до сприятливих чи несприятливих, а також може бути застосована на підприємстві як основа розроблення системи пільг та компенсацій за несприятливі умови.

Категорія важкості вказує на ступінь несприятливої дії цієї роботи на організм людини і відповідно на ступінь зниження її працездатності. Виходячи з категорії важкості, дають економічні рекомендації щодо диференціації оплати за важкі та шкідливі умови праці, розміри компенсацій, які надаються за несприятливі умови праці. Крім того, опис наявних шкідливостей дозволяє розробити комплекс заходів щодо їх усунення й оздоровлення виробничого середовища.

3.3. Методика оцінювання умов праці

За цією методикою визначається фактичний стан умов праці на робочих місцях, де виконуються роботи, передбачені галузевим переліком робіт із важкими та шкідливими умовами, особливо важкими й особливо шкідливими на основі гігієнічної класифікації факторів. Оцінювання відбувається за даними атестації робочих місць і спеціальних інструментальних замірів, які відображаються у Kartі умов праці на робочих місцях .

Ступінь шкідливості факторів виробничого середовища та важкості праці визначається в балах (від 1 до 3) за гігієнічною класифікацією праці.

Кількість балів за кожним фактором проставляється у Kartі умов праці на робочих місцях. При цьому для оцінювання впливу цього фактора враховується час його дії протягом зміни.

$$X_{фак} = X_{см} \times T,$$

де $X_{см}$ – ступінь шкідливості фактора, або важкості праці; T – відношення часу дії даного фактора до тривалості зміни.

На основі такого обчислення визначають розмір доплати до тарифної ставки (див. табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Величина розміру доплат до тарифної ставки

Умови праці	$X_{фак}$, бал.	Розмір доплати до тарифної ставки, %
Шкідливі й важкі умови праці	До 2-х	4
	2,1 – 4,0	8
	4,1 – 6,0	12
Особливо шкідливі та особливо важкі умови праці	6,1 – 8,0	16
	8,1 – 10,0	20
	понад 10	24

3.4. Визначення приросту продуктивності праці за рахунок підвищення працездатності

У зв'язку з тим, що виробничі фактори впливають на працівника комплексно, важко знайти кількісні залежності між умовами праці, працездатністю і продуктивністю праці. Працями НДІ показана доцільність для цих цілей інтегрального показника працездатності k_{inn} , який характеризує вплив на людину всього комплексу охорони праці. Залежність цього показника від окремих елементів умов праці та їх комплексу встановлено дослідним шляхом. Визначені категорії важкості праці, розроблені Карта умов праці на робочому місці і таблиці критеріїв.

Можливості приросту продуктивності праці за рахунок підвищення працездатності при поліпшенні умов праці наведені у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3

Зміна приросту продуктивності праці за рахунок підвищення працездатності

Категорія важкості праці	Показник працездатності k_{inn} , процент до початкової величини (до роботи)	Категорія важкості праці	Показник працездатності k_{inn} , процент до початкової величини (до роботи)	Збільшення працездатності при переході з однієї групи умов праці в іншу, %	Можливий приріст продуктивності праці за рахунок збільшення працездатності, %
II	65,9	II	89,1	35,2	77,04
III	47,6	III	65,9	38,4	7,68
IV	35,3	IV	47,6	34,8	6,96
V	28,0	V	35,3	26,0	5,21
VI	24,5	VI	28,0	14,3	2,85

Для розрахунку приросту продуктивності праці потрібно встановити, які з елементів умов праці змінюються у результаті виконання заходів із поліпшення умов праці. Потім визначити категорії важкості робіт до та після виконання заходів із поліпшення умов праці. При визначенні важкості праці після виконання заходів у розрахунок беруть не тільки елементи, які змінилися, але й негативні елементи, які не вдалося змінити.

Визначивши категорію важкості до та після виконання заходів, можна за табл. 7.2 оцінити приріст продуктивності праці по цеху, а потім і по виробництву в цілому, знаючи частку продукції, що випускається цехом, у загальному обсязі продукції підприємства.

У випадку, коли впровадження того або іншого заходу не приводить до зміни категорії важкості робіт, але у той же час дає збільшення працездатності, можна використовувати метод визначення зміни працездатності за кількісною (бальною) оцінкою елементів умов праці.

У цьому випадку інтегральний показник працездатності (в процентах) визначається за формулою

$$k_{inn} = 100 - \left(\frac{I_m - 15,6}{0,64} \right),$$

де I_m – інтегральний показник важкості робіт, бал;
15,6 і 0,64 – коефіцієнти регресії.

Або визначається рівень втоми в умовних одиницях

$$Y = \frac{I_m - 15,6}{0,64},$$

де Y – показник втоми в умовних (відносних) одиницях.

Можливий приріст продуктивності праці в цьому випадку визначається так:

$$\Delta\Pi_m = 100 \times k \left(\frac{k_{inn}^{нісля}}{k_{inn}^{до}} - 1 \right),$$

де $\Delta\Pi_m$ – можливий приріст продуктивності праці %; $k_{inn}^{до}$ і $k_{inn}^{нісля}$ – показники працездатності до та після виконання заходів із поліпшення умов праці; k – коефіцієнт, який ураховує вплив зростання працездатності на продуктивність праці.

Необхідність уведення цього коефіцієнта пов'язана з тим, що тільки частина із загальної кількості приросту працездатності може бути використана людиною для збільшення продуктивності праці. Коефіцієнт k коливається від 0,12 до 0,4, у середньому складає 0,2.

Якщо технологічний процес виробництва пов'язаний з певним режимом та регламентацією технологічного режиму, то можливості для підвищення індивідуальної продуктивності праці дуже обмежені. У таких випадках приріст продуктивності праці можна визначити таким чином:

$$\Delta\Pi_m = \frac{A_1 - A_2}{A_1} 100,$$

де A_1 і A_2 – сумарні витрати часу (включно з перервами на відпочинок) на технологічний цикл до та після впровадження заходів.

3.5. Прогнозування рівня виробничого травматизму

Крім того, інтегральна оцінка умов праці дозволяє прогнозувати травматизм на підприємстві. Підвищення виробничого травматизму на автоматизованих лініях визначається із залежності

$$T_6 = \frac{I}{1,3 - 0,0185 \times I_m},$$

де T_6 – зростання виробничого травматизму, кількість разів; I_m – інтегральний показник категорії важкості праці в балах.

При проектуванні виробничого процесу й обладнання передбачається створення оптимального виробничого середовища і досягнення умов праці, які відповідають першій категорії важкості праці. Якщо обладнання має завершеність конструктивних розробок і високу продуктивність, то величина виробничого травматизму приймається такою, що дорівнює одиниці, і в цьому випадку інтегральний показник важкості праці буде дорівнювати

$$I_m = \frac{(1,3 - 1,0)}{0,0185} = 16,2,$$

що характеризує проектну (прогнозовану) травмонебезпечність виробничого процесу. При поліпшенні умов праці (зменшенні значення інтегральної оцінки елементів умов праці менше 16,2 балів) відбувається зниження рівня виробничого травматизму, а при погіршенні – збільшення або зростання травматизму відносно проектної травмонебезпечності проекту.

3.6. Ергономічні оцінки важкості фізичної праці

Важкість фізичної праці оцінюється в ергономіці як навантаження на організм працівника, котре вимагає підвищених м'язових зусиль і відповідного енергетичного забезпечення. Фізичну роботу поділяють на *статичну* та *динамічну*.

Фізична робота, пов'язана з фіксацією знарядь і предметів праці у нерухомому стані, а також з певною робочою позою працівника, вважається *статичною роботою*.

Фізична робота, пов'язана з переміщенням у просторі знарядь та предметів праці (вантажів), а також самого працівника або частин його тіла, вважається *динамічною роботою*.

Важкість фізичної праці оцінюють за швидкістю енерговитрат, які вимірюють у ватах. Для обчислення швидкості енерговитрати працівника (записані у джоулях) ділять на час виконання роботи (записаний у секундах)

$$\omega = \frac{E}{t}.$$

У процесі оцінювання важкості фізичної праці її поділяють на *легку роботу*, *роботу середньої важкості* та *важку роботу* (див. табл. 7.4).

Таблиця 7.4

Класифікація робіт за ступенем важкості (ДСН 3.3.6-042-99)

Категорія фізичної роб.	Характеристика робіт	Енерговитрати	
		Дж/с (Вт)	Ккал/год
Легка – Іа	Виконується сидячи та не потребує фізичного напруження	105 – 140	90 – 120
Легка – Іб	Виконується сидячи, стоячи або ходячи, без систематичного перенапруження, без піднімання вантажів	141 – 175	121 – 150
Середньої важкості – Іа	Виконується ходячи, стоячи або сидячи, без піднімання вантажів	176 – 232	151 – 200
Середньої важкості – Іб	Виконується ходячи, стоячи або сидячи, з перенесенням вантажів до 10 кг	233 – 290	201 – 250
Важка – ІІІ	Виконується із систематичним перенапруженням, з перенесенням вантажів більше 10 кг	291 – 349	251 – 300

Енерговитрати E працівника залежать від маси його тіла, тривалості виконання роботи і пульсу (частоти скорочень серця)

$$E = 0,059 \times m_T \times t_{xв} \times (0,12 \times П - 7),$$

де E – енерговитрати працівника, кДж; m_T – маса тіла працівника, кг; $t_{xв}$ – час виконання роботи, хв; $П$ – пульс працівника, уд./хв.

NON MULTA, SED MULTUM

У більшості випадків, якщо працівник зайнятий виконанням *статичної роботи* впродовж 10 – 25% робочого часу, його робота вважається роботою середньої важкості.

Якщо працівник зайнятий виконанням *статичної роботи* впродовж 50% робочого часу і більше, його робота є роботою важкою.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! 1. В ергономіці використовують *експериментальні методи* вимірювання швидкості енерговитрат працівника, наприклад, метод *повного газового аналізу*, при якому вимірюють об'єм спожитого людиною кисню та об'єм викинутого при цьому вуглекислого газу.

2. В ергономіці також виконують вимірювання величини дозованої механічної роботи, виконаної працівником, за допомогою спеціального приладу – **ергометра**. Графічна реєстрація м'язової роботи людини здійснюється за допомогою спеціальних ергометрів – **ергографів**.

За величиною *енерговитрат* працівника можна розрахувати його *пульс*, оцінивши у такий спосіб *фізичний стан людини*.

У більшості галузей промислового виробництва фізична праця працівників організовується таким чином, щоб її виконання потребувало енерговитрат працівника на рівні 25 – 50% від його *максимальних можливостей*.

Для **чоловіків** *максимальне* (граничне) значення пульсу (частоти серцевих скорочень) розраховується відніманням від 205 половинного значення

віку людини. Максимальний пульс для працівника чоловічої статі віком 30 років становить $P_{\max} = 205 - 30:2 = 190$ (уд./хв).

Для **жінок** максимальне (граничне) значення пульсу (частоти серцевих скорочень) розраховується відніманням від 220 значення віку людини. Максимальний пульс для працівника жіночої статі віком 30 років становить $P_{\max} = 220 - 30 = 190$ (уд./хв).

NON MULTA, SED MULTUM

Результати спостережень свідчать, що при пульсі близько 120 уд./хв людина *пітніє*.

Згідно з рекомендаціями ВООЗ, фізичні навантаження, які викликають збільшення пульсу до 170 уд./хв, мають бути обмежені у часі *кількома хвилинами*.

Здатність людини здійснювати фізичну роботу, що викликає інтенсивне серцебиття, досягається завдяки *тренуваності*.

Оптимальне значення пульсу під час тренувань не повинно перевищувати 80% від максимального (граничного) значення, тобто

$$P_{\text{опт}} = 0,8 \times P_{\max}, \text{ уд./хв.}$$

Помітний тренувальний ефект досягається при тривалості тренувань, не меншій ніж 30 хв, і їх повторюваності не рідше *п'яти разів на тиждень*. **Тренувальний ефект** від фізичних вправ, під час яких пульс не перевищує 130 уд./хв, *практично відсутній*.

3.7. Ергономічні оцінки розумової праці

У фізіологічному відношенні головною особливістю розумової діяльності є те, що мозок людини водночас із виконанням координуючих функцій виступає ще і як *основний працюючий орган*.

Розумовій діяльності властиві такі *фізіологічні прояви*: мала рухливість; вимушена одноманітна робоча поза; приплив крові до працюючого мозку й підвищення артеріального кров'яного тиску; напруження функцій зорового аналізатора тощо.

Розрізняють такі *форми інтелектуальної (розумової) праці*: операторська; управлінська; творча; праця медичних працівників; праця викладачів і учнів.

Зверніть увагу! Указані форми інтелектуальної праці відрізняються одна від одної: а) організацією трудового процесу; б) нерівномірністю навантаження, в) ступенем емоційної напруги.

При інтенсивній інтелектуальній роботі потреба головного мозку в енергії становить 15 – 20% від загального обміну в організмі (при тому, що маса мозку не перевищує 2% від загальної маси тіла).

При читанні вголос швидкість витрат енергії зростає на 48%. При виступі з публічною лекцією швидкість енерговитрат підвищується на 94%. В операторів обчислювальних машин енерговитрати зростають на 60 – 100%.

Швидкість енерговитрат під час виконання розумової роботи може значно зростати, якщо робота супроводжується значним нервово-емоційним напруженням.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Важкість і напруженість праці характеризуються *ступенем функціонального напруження* організму. Якщо при фізичній праці напруження головним чином визначається швидкістю енерговитрат працівника, то при розумовій праці функціональне напруження організму створюється насамперед за рахунок нервово-емоційного та інформаційного перевантаження.

ЛЕКЦІЯ 8

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

План

1. Суть процесу горіння. Види горіння й умови, які сприяють горінню.
2. Пожежа та її особливості.
3. Пожежна безпека на виробництві.
4. Параметри, які визначають вибухопожежну небезпеку речовин і матеріалів.
5. Оцінка пожежовибухонебезпеки об'єкта.

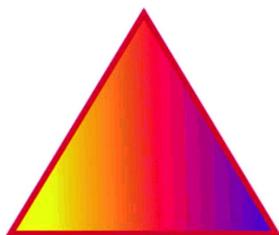
1. Суть процесу горіння. Види горіння й умови, які сприяють горінню

Горіння – екзотермічна реакція окиснення горючої речовини, що супроводжується виділенням диму, теплової та променевої енергії.

Примітка: *Екзотермічна реакція* (англ. *exothermal* – той, що віддає тепло) – хімічна або ядерна реакція, яка супроводжується виділенням тепла. Характерною рисою екзотермічних реакцій є незворотність процесів переносу енергії та речовини з інтенсивним виділенням тепла.

Для **виникнення горіння** необхідні такі умови:

Окисник



Горюча речовина Джерело запалювання

- 1) наявність і стан горючої речовини (початкова температура, вологість);
- 2) наявність та кількість окисника (кисень тощо);
- 3) наявність і температура джерела запалювання (іскра, полум'я, нагріті предмети).

На вищенаведеному «трикутнику вогню» базуються основні напрямки попередження пожеж та способи пожежогасіння. Тому, якщо ми видалимо, унеможлиavimo, заблокуємо будь-яку з трьох умов, то пожежі не буде.

Зверніть увагу! Без доступу кисню можуть вибухати ацетилен, хлористий азот, озон та ін. Деякі метали можуть горіти в парах сірки, атмосфері хлору або двоокису вуглецю.

NON MULTA, SED MULTUM

Першим в історії правильно визначив явище горіння як процес з'єднання речовин з киснем видатний французький хімік Антуан Лоран де Лавуазьє (фр. Antoine-Laurent de Lavoisier, 1743 р. – 9 травня 1794 р.). Один із засновників термохімії. Навів визначення хімічного елемента, встановив хімічний склад води, оксидів нітрогену, багатьох мінералів. Склавав першу таблицю простих речовин. Довів закон збереження маси речовини. Гільйотинований у період Французької революції.

Лавуазьє довів, що вуглекислий газ CO_2 – це з'єднання кисню з «вугіллям» (вуглецем), а вода H_2O – з'єднання кисню з воднем. Він на досліді показав, що під час дихання поглинається кисень та утворюється вуглекислий газ, тобто процес дихання є подібним до процесу горіння.



Лавуазьє досліджував поведінку різних речовин за високих температур, для чого побудував гігантську установку з двома лінзами (найбільша мала діаметр 130 см), що концентрували сонячне світло. Для того щоб виготовити лінзу такого розміру оптики зробили два круглих увігнутих скла, спаяли їх, а проміжок між ними заповнили спиртом. Товщина такої лінзи в центрі складала 16 см. Друга лінза, яка допомагала краще зібрати промені, була раза в два меншою, і її виготовили звичайним способом – шліфуванням скляної виливки. Продумана система важелів, гвинтів та коліс на платформі дозволяла наводити лінзи на Сонце. Учасники досліду були в заочепчених окулярах.

У центр такої системи Лавуазьє поміщав різні мінерали і метали: піщаник, кварц, цинк, олово, кам'яне вугілля, алмаз, платину і золото. Він відзначив, що в герметично запайній скляній посудині з вакуумом алмаз при нагріванні обвуглюється, а на повітрі згорає повністю.

Виникнення горіння найчастіше пов'язане з нагріванням горючої суміші, що спричиняє те чи інше джерело запалення. При нагріванні горючої системи енергія молекул пального й окисника збільшується. Реакція окиснення є екзотермічною та за відповідних умов може самоприскорюватися.

NON MULTA, SED MULTUM

Наука про горіння у своєму розвитку пододала довгий шлях: флогістонну теорію горіння замінила гіпотеза М.В. Ломоносова про те, що горіння – це взаємодія горючої речовини з повітрям; нарешті, Лавуазьє винайшов, що горіння – взаємодія горючої речовини з киснем повітря, тобто реакція окиснення.

Флогістон (грец. φλογιστόν – займистий, горючий), в уявленнях хіміків XVIII ст. гіпотетична основа горючості, – «вогненна субстанція», що нібито наповнює всі горючі речовини і вивільнюється з них при горінні.

Гіпотеза флогістону була першою теорією в хімії й дозволила узагальнити безліч реакцій. Це було помітним кроком на шляху становлення хімії як науки. У 70-х роках XVIII століття теорію флогістону було спростовано працями Антуана Лавуазьє, завдяки яким її змінила інша – киснева теорія горіння.

А. Бах та К. Енглер у 1898 р. незалежно один від одного запропонували перекисну теорію окиснення, відповідно до якої під час нагрівання горючої суміші відбувається активізація кисню шляхом розриву одного зв'язку між його атомами ($O=O \rightarrow -O-O-$), причому активна молекула вступає у сполучення з горючою речовиною, не розпадаючись на атоми, а утворюючи перекисні сполуки типу R-O-O-R, або R-O-O-OH, які є нестійкими і розкладаються з утворенням атомарного кисню та (або) радикалів, що мають надлишок енергії для проведення окиснення. Однак перекисна теорія не може пояснити деякі характерні особливості процесу окиснення, наприклад різку дію іноді незначних слідів сторонніх домішок та ін.

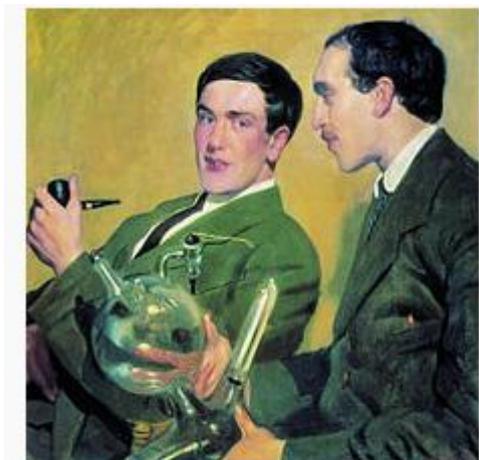
В основі сучасного розуміння механізму горіння лежить теорія академіка М. М. Семенова про ланцюгові реакції. Згідно із цією теорією процес окиснення починається з активації горючої речовини. Реакція окиснення супроводжується виділенням теплоти і за певних умов може самоприскорюватися.

NON MULTA, SED MULTUM

Мико́ла Микола́йович Семёнов (рос. Николай Николаевич Семёнов; 3 (15 квітня) 1896, Саратов – 25 вересня 1986, Москва) – радянський хіміко-фізик, один з

основоположників хімічної фізики, академік АН СРСР (1932 р.; член-кореспондент з 1929 р.), єдиний радянський лауреат Нобелівської премії з хімії.

З 1926 р. інтереси вченого зосередилися на кінетиці газофазних реакцій, процесах горіння і вибуху. У 1928 р. Семенов сформулював теорію т.зв. ланцюгових хімічних реакцій, критичні умови теплового вибуху, а в наступні роки – загальну теорію розгалужених, вироджено-розгалужених і нерозгалужених ланцюгових реакцій. У її основі лежало уявлення про те, що активна частинка (атом, радикал, збуджена молекула) реакційної суміші може вступати в реакцію, продуктами якої є вже дві активні частинки, і так далі по ланцюжку. За ці роботи Семенов був удостоєний у 1956 р. Нобелівської премії з хімії (спільно з англійським хіміком Сирілом Хиншелвудом).



Семенов (праворуч) і Капіца (зліва), портрет роботи Кустодієва, 1921

У 1963 р. учений відкрив ланцюгові реакції з енергетичним розгалуженням. Ідеї Семенова знайшли застосування в науці про реакції полімеризації й у промисловому виробництві

полімерів, при дослідженні металокомплексного каталізу, у вивченні каталітичних процесів у біологічних системах.

Розрізняють два випадки виникнення горіння:

- 1) запалення горючої суміші при її локальному розігріванні до температури займання з наступним стійким горінням з полум'ям;
- 2) одночасне нагрівання до високої температури всього об'єму горючої суміші, яка знаходиться всередині деякого об'єму.

У процесі горіння розрізняють **три основні стадії** – окиснення, самозаймання та горіння.

NON MULTA, SED MULTUM

При накопиченні теплоти швидкість реакції зростає, виникає самозаймання і з'являється полум'я. Від початкової температури $T_{П}$ до температури окиснення $T_{О}$ теплота витрачається на плавлення, випаровування або розкладання горючої речовини. На проміжку від $T_{О}$ до $T_{СЗ}$ температура підвищується швидше за рахунок теплоти реакції окиснення до тих пір, поки тепловиділення не стануть рівними тепловіддачі у навколишнє середовище. Цей момент на схемі позначений температурою самозаймання $T_{СЗ}$. Далі реакція розвивається самостійно без надходження теплоти ззовні й характеризується температурою полум'я $T_{Пол}$, яка переходить у температуру горіння $T_{Г}$. Надалі процес характеризується відносно постійною температурою горіння.

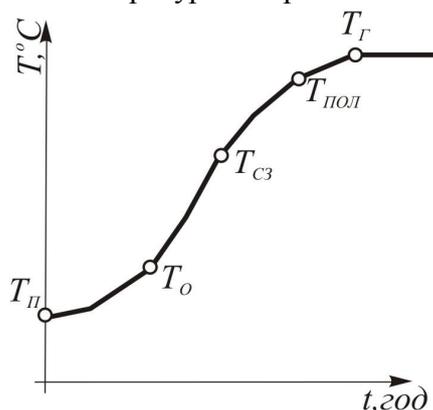


Рис. 8.1. Характеристика процесу горіння:

$T_{П}$ – початкова температура (починається розкладання речовини, зміна агрегатного стану);
 $T_{О}$ – температура окиснення; $T_{СЗ}$ – температура самозаймання (порушується баланс теплоти);
 $T_{Пол}$ – температура полум'я; $T_{Г}$ – температура горіння

Розрізняють такі види горіння:

1) **повне** – при достатній або надлишковій кількості окисника, при такому горінні виділяються нетоксичні речовини;

2) **неповне** – відбувається при недостатній кількості окисника. При неповному горінні утворюються продукти неповного згорання, серед яких є токсичні речовини (чадний газ, водень);

3) **дифузійне** – горіння за умов, коли горюча речовина й окисник розділені зоною горіння, тобто залежить від дифузії окисника (кисню) в зону горіння;

Зверніть увагу! При дифузійному горінні горюча речовина й повітря не перемішані один з одним. У цьому випадку повітря стискається з поверхнею горючої речовини і надходить до неї через продукти горіння. Швидкість такого горіння буде залежати від швидкості дифузії кисню повітря в зоні реакції.

NON MULTA, SED MULTUM

Якщо кисень проникає в зону горіння внаслідок дифузії, то полум'я, що утворюється, називається дифузійним (рис. 8.2). У зоні 6 знаходяться гази або пара, горіння в цій зоні не відбувається (температура в ній не перевищує 500°C). У зоні 5 пара або гази згоряють не повністю та частково відновлюються до вуглецю. У зоні 4 відбувається повне згорання продуктів зони 5 і спостерігається найбільш висока температура полум'я. Висота полум'я обернено пропорційна коефіцієнту дифузії, який у свою чергу пропорційний температурі в степені від 0,5 до 1. Висота полум'я зростає зі збільшенням швидкості потоку газів та змінюється обернено пропорційно до густини газів і парів. Від дифузійного відрізняється полум'я, що утворюється при кінетичному горінні, тобто наперед перемішаного горючого газу з повітрям. Це полум'я при запалюванні якої-небудь частини об'єму горючої суміші є зоною, що світиться, в якій стикаються один з одним свіжа суміш і продукти горіння; зона горіння завжди рухається у бік свіжої горючої суміші, а фронт полум'я має переважно сферичну форму. При тому, що згоряє суміш горючих газів або парів з повітрям, які подаються з певною швидкістю в зону горіння, утворюється стаціонарне полум'я, що має форму конуса. У внутрішній частині конуса суміш підігрівается до температури запалювання. У решті частини конуса відбувається горіння, характер якого залежить від складу суміші. Якщо в суміші недостатньо кисню, то в зовнішній частині конуса відбувається повне згорання продуктів, що утворилися при неповному горінні у внутрішній частині конуса.

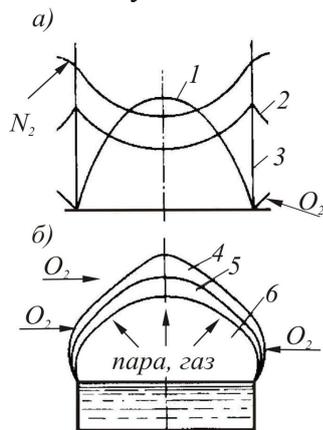


Рис. 8.2. Дифузійне полум'я:
 а – розподіл концентрації газів у полум'ї;
 б – схематичний розріз полум'я.
 1 – горючий газ; 2 – продукти згорання; 3 – фронт (поверхня) полум'я; 4, 5, 6 – зони дифузійного полум'я

Таким чином, у полум'ї одночасно можуть відбуватися процеси дифузійного горіння і горіння заздалегідь змішаних компонентів горючої суміші.

4) **кінетичне** – горіння, при якому горюча речовина й повітря перемішані між собою та являють найчастіше суміш газів або пилу з повітрям.

Зверніть увагу! Швидкість горіння у цьому випадку не залежить від дифузії повітря, а визначається швидкістю хімічної реакції й проявляється як вибух чи детонація.

5) **гомогенне** – речовини, що вступають у реакцію окиснення, мають однаків агрегатні стани. Якщо при цьому горюча рідина та окисник не перемішані, то відбувається дифузійне горіння;

б) **гетерогенне** – наявне, якщо початкові речовини знаходяться в різних агрегатних станах і наявна межа поділу фаз у горючій системі. Гетерогенне горіння, при якому одночасно утворюються потоки горючих газоподібних речовин, є одночасно й дифузійним горінням.

Зверніть увагу! *Фаза* – однорідна в усіх точках за складом і властивостями частина системи, яка відокремлена від інших частин поверхнею розділу фаз.

Прикладом гомогенних систем можуть бути: суміш газів, рідкий розчин, індивідуальний кристал.

Прикладом гетерогенних можуть бути системи: «газ – рідина», «газ – кристал», «рідина – кристал» тощо.

За **швидкістю поширення полум'я** горіння поділяється на:

7) **дефлаграційне горіння** – швидкість полум'я в межах *декількох* метрів за секунду;

8) **вибухове** – надзвичайно швидке хімічне перетворення, що супроводжується виділенням значної енергії й утворенням стиснених газів, здатних виконувати механічну роботу, і характеризується надлишковим тиском й утворенням ударної хвилі;

Зверніть увагу! При вибуховому горінні швидкість полум'я досягає *сотень* метрів за секунду.

9) **детонаційне** – реакція горіння відбувається майже одночасно по всьому об'єму, при цьому горіння поширюється з надзвичайною швидкістю, що сягає *кількох тисяч* метрів за секунду.

Зверніть увагу! Виникнення детонацій пояснюється стисненням, нагріванням та переміщенням незгорілої суміші перед фронтом полум'я, що призводить до прискорення поширення полум'я і виникнення в суміші ударної хвилі.

Виділяють і такі наступні **форми горіння**:

➤ **спалах** – короткочасне інтенсивне згоряння обмеженого об'єму газоповітряної суміші над поверхнею горючої речовини або пилоповітряної суміші, що супроводжується короткочасним видимим випроміненням, але без ударної хвилі та стійкого горіння;

➤ **займання** – процес виникнення горіння при нагріванні частини горючої речовини джерелом запалювання;

➤ **тління** – безполуменеве горіння матеріалу (речовини) у твердій фазі з видимим випроміненням світла із зони горіння;

➤ **самозаймання** – явище різкого зростання швидкості самоініційованих екзотермічних реакцій, що призводить до виникнення горіння речовини без джерела займання.

Зверніть увагу! Речовини, які мають температуру самозаймання, нижчу ніж 50°C,

називаються самозаймистими, а процес виникнення горіння у результаті самонагрівання – **самозагорянням**.

Залежно від теплового імпульсу **самозаймання буває:**

1. **Теплове** – виникає при переважанні швидкості виділення тепла над швидкістю віддачі тепла в навколишнє середовище.

Зверніть увагу! Теплове самозаймання виникає при зовнішньому нагріванні матеріалу (речовини) *контактним* (теплообмін при контакті з нагрітим предметом), *радіаційним* (унаслідок променистого тепла) або *конвективним* (унаслідок передачі тепла повітряним потоком) шляхом.

Примітка. Швидкість тепловиділення q_1 визначається із залежності

$$q_1 = QVK_0 C^v e^{-E/(RT)}, \text{ ккал/год,}$$

де Q – теплота згоряння горючої суміші, ккал; V – об'єм горючої суміші, m^3 ; C – концентрація реагуючої речовини у суміші, $кг/m^3$; v – сумарний порядок реакції; E – енергія активації, Дж; R – газова постійна, Дж/(моль · К); T – температура горючої суміші, К.

Зверніть увагу! Швидкістю хімічної реакції прийнято вважати кількість речовини, що реагує в одиницю часу в одиниці об'єму. Енергія активації є енергією, необхідною для перебудови внутрішньомолекулярних зв'язків старої хімічної системи й утворення нових молекулярних зв'язків нової системи.

Швидкість тепловідводу q_2 у навколишнє середовище визначається із залежності

$$q_2 = \alpha S(T_2 - T_1),$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі від горючої суміші до стінок посудини, $Вт/(м \times К)$; S – загальна площа поверхні стінок посудини, m^2 ; T_2 , T_1 – температура суміші та стінок посудини, К.

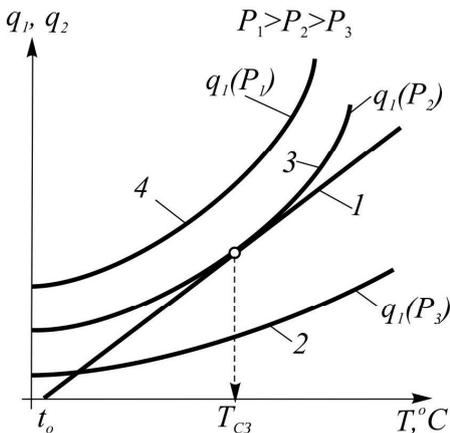


Рис. 8.3. Графічне визначення температури самозаймання:
 1 – швидкість тепловідводу в навколишнє середовище;
 2, 3, 4 – швидкість тепловиділення залежно від тиску;
 t_0 – початкова температура; T_{cz} – температура самозаймання

NON MULTA, SED MULTUM

Розглянемо процес теплового самозаймання на прикладі суміші горючого газу або парів горючої рідини з повітрям у посудині об'ємом V . При підвищенні температури посудини і горючої суміші швидкість реакції та виділення тепла збільшиться.

Тепло, що виділяється, передається горючій суміші, і вона нагрівається. Як тільки температура суміші перевищить температуру стінок посудини, почнеться відведення тепла через стінки посудини у навколишнє середовище.

На рисунку 8.3 криві 2 – 4 показують залежність тепловиділення від температури при різному тиску й однаковому складі суміші. При постійних температурах посудини і

середовища та постійному складі суміші кількість, що відводиться із зони горіння тепла, характеризується прямою 1. При зміні складу суміші зміниться і швидкість тепловтрат, а отже, нахил прямої. Чим вищий тиск, тим більше виділяється теплоти при реакції (крива 4). В умовах, визначених кривою 2, самозаймання виникнути не може, оскільки тепловтрати (пряма 1) вищі за тепловідведення при цьому тиску. Точка дотику кривої 3 з прямою відповідає рівновазі між теплом, що виділяється і відводиться, при T_{C3} – мінімальній температурі самозаймання такої горючої суміші в заданих умовах.

При незначному підведенні енергії ззовні можливе самозаймання. Крива 4 характеризує умови, при яких неминуче самозаймання, оскільки виділяється тепла більше, ніж відводиться.

Аналізуючи наведену схему, М. М. Семенов установив залежність між t і p

$$\lg = \frac{p_{кр}}{T_{C3}} = \frac{E}{nRT_{C3}} + B,$$

де $p_{кр}$ – мінімальний тиск запалювання; T_{C3} – мінімальна температура самозаймання; n – порядок реакції; B – постійна, залежна від складу й інших властивостей суміші.

На підставі цього рівняння можна теоретично наперед визначити, чи можливе самозаймання горючої суміші у даних конкретних умовах.

Зверніть увагу! Разом з тим теплова теорія самозаймання не в змозі пояснити ряд особливостей, які спостерігаються при терті. Ці особливості пояснюються за допомогою теорії ланцюгових реакцій.

2. Ланцюгове – виникає за наявності активних центрів, які породжують інші активні центри, причому кількість цих центрів швидко зростає.

Зверніть увагу! При ланцюговому самозайманні причиною прискорення реакції є перевищення швидкості розгалуження ланцюгів над їх обриванням.

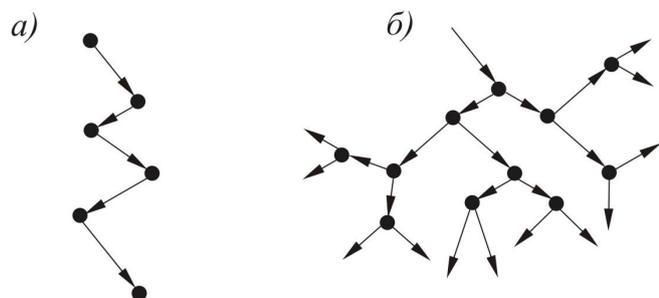


Рис. 8.4. Схема ланцюгової реакції:
а – нерозгалуженої;
б – розгалуженої

NON MULTA, SED MULTUM

Сутність ланцюгових реакцій полягає в тому, що за певних умов, не обов'язково пов'язаних з підвищенням температури, у горючій суміші утворюються активні центри – атоми, радикали, які мають підвищену активність і легко взаємодіють з іншими молекулами або руйнують старі зв'язки у молекулах вихідних компонентів горючої системи, утворюючи нові активні центри.

Характер протікання ланцюгової реакції істотно залежить від того, скільки вторинних активних центрів утвориться при елементарній реакції активного центра – один або більше одного. У першому випадку загальне число активних центрів залишається незмінним, а в другому – безупинно зростає, і реакція самоприскорюється. Ланцюгові реакції першого типу називаються **нерозгалуженими**, а другого – **розгалуженими**.

Типовим прикладом нерозгалуженої ланцюгової реакції є взаємодія хлору з воднем. Молекула хлору порівняно легко дисоціює на атоми, наприклад, під дією світла $Cl_2 \rightarrow 2Cl$. Атомний хлор легко взаємодіє з воднем $Cl + H_2 = 2HCl + H$. Атомарний водень, що утворюється при реакції, реагує з молекулярним хлором $H + Cl_2 \rightarrow HCl + Cl$. Підсумовуючи зазначені реакції,

одержимо $\text{Cl} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl} + 2\text{HCl}$. Видно, що активні центри ланцюгової реакції – атоми водню й хлору – не витрачаються, їхня концентрація залишається незмінною.

Характер розвитку ланцюгового процесу і можливість його завершення самозайманням або вибухом визначаються співвідношенням між реакціями розгалуження і обриву ланцюгів.

Розрив ланцюга пов'язаний із загибеллю активного центра, що може відбутися як в об'ємі реагуючої суміші, так і на стінах реакційної посудини. Причинами обриву ланцюга в об'ємі є: побічна реакція активного центра з домішками, що містяться в суміші; розсіювання активною частинкою надмірної хімічної енергії при зіткненнях з неактивними молекулами.

Обрив ланцюга на стінах реакційної посудини пояснюється адсорбцією активних центрів на його поверхні.

Зверніть увагу! Ланцюгові реакції, так само як і неланцюгові, *прискорюються з підвищенням температури*. Розігрів суміші та нагромадження активних центрів підсилюють один одного й одночасно прискорюють протікання реакції.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Якщо, згідно з тепловою теорією, причиною і слідством самозаймання є тепло, то за ланцюговою теорією тепло – тільки наслідок процесу. У реальних умовах процеси самозаймання і горіння мають одночасно ланцюговий і тепловий характер.

3. *Мікробіологічне* – відбувається внаслідок самонагрівання, що спричинене життєдіяльністю мікроорганізмів у масі органічних волокнистих чи дисперсних матеріалів (не висушені матеріали рослинного походження).

NON MULTA, SED MULTUM

Торф, обпилювання (стружка, тирса), деякі марки вугілля, промаслене дрантя, бавовна й ін. матеріали мають *велику пористість* і, отже, мають *більшу поверхню окиснювання*. Мікробіологічне самозаймання полягає у тому, що при відповідній вологості й температурі у природних органічних матеріалах рослинного походження інтенсифікується життєдіяльність мікроорганізмів та утворюється грибок. При цьому підвищується температура й змінюються форми мікроорганізмів. Коли температура підвищується до 75°C , мікроорганізми гинуть, але вже починаючи з температури 60°C відбувається їх окиснення та обвуглення деяких органічних сполук з утворенням дрібнопористого вугілля. Утворене вугілля за рахунок адсорбції кисню повітря розігрівается до температури розкладу та активного окиснення органічних сполук, що призводить до самозаймання.

Зверніть увагу! При неправильній організації зберігання таких матеріалів (у погано вентильованих приміщеннях, штабелях або просто навалом) створюються умови, за яких відбувається саморозігрів і самоzapалювання цих речовин.

4. *Хімічне*. Поділяється на *три групи*:

1) речовини і матеріали, що самозаймаються від впливу повітря (масла, жири на волокнистій поверхні, торф, ганчір'я, тирса і т. д.);

2) речовини та матеріали, що самозаймаються від впливу води (карбід кальцію і лужних металів, натрій, калій, цезій та ін.);

3) речовини і матеріали, що самозаймаються від змішування одного з другим (ацетилен, водень, метан, етилен у суміші з хлором) або від дії хімічно активних речовин – газоподібні, рідкі та тверді окиснювачі (стиснений кисень призводить до самозаймання мінеральних масел).

2. Пожежа та її особливості

NON MULTA, SED MULTUM

Вогонь супроводжує людину на всьому шляху розвитку цивілізації. Коли люди спочатку навчилися користуватися вогнем, а потім видобувати його, їхні можливості збільшилися багаторазово. Так було доведено, що вогонь може зберігати від псування продукти харчування, очищати поля від бур'янів, за допомогою нього можна виплавляти метал. Вогонь допоміг людині розселитися на планеті, забезпечивши потрібне тепло в різних кліматичних умовах. Оволодіння вогнем було необхідним чинником для виникнення й життя сім'ї. Він збирає навколо себе людей, уміщує об'єднувальну та очищувальну силу. Уміння користуватися вогнем дало людині почуття незалежності від циклічної зміни тепла й холоду, світа й темряви.

Вогонь є важливим емоційним символом. З непокритими головами люди дивляться на Вічний вогонь біля пам'ятників загиблим, кожен чотири роки спостерігають естафету запаленого від сонячних променів олімпійського вогню, поети оспівують вогонь любові.

Робота двигунів внутрішнього згоряння, польоти літаків та космічних кораблів стали можливими завдяки опануванню й умілому використанню могутньої сили вогню.

У той же час усім відомий дуалізм природи дії вогню на людину та середовище її існування. Вогонь, що вийшов з-під контролю, здатний викликати значні руйнівні, а також смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що поширюється у часі та просторі.

Пожежа – позарегламентний процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для живих істот і довкілля.

NON MULTA, SED MULTUM

Проблема пожеж стає глобальною за своїми масштабами, зачіпає не тільки національні, але й міжнародні інтереси. Катастрофа на Чорнобильській АЕС, тривалі пожежі нафтових об'єктів Іраку як наслідок війни у Перській затоці, горіння великих лісних масивів переконує нас у цьому.

Щорічно на Землі виникає близько 7 мільйонів пожеж! Статистика свідчить, що при зростанні населення на 1% кількість пожеж збільшується приблизно на 5%, а збитки зростають на 10%. Згідно з прогнозами, зробленими на основі пожежної статистики, у світі протягом року може загинути на пожежах 225 тис. осіб, 2 млн 250 тис. осіб – отримати каліцтво, 4,5 млн – тяжкі опікові травми.

Кожні п'ять секунд на земній кулі виникає пожежа, а в Україні – кожні 10 хвилин. Протягом однієї доби в Україні виникає 120 – 140 пожеж, у яких гинуть 6 – 7, отримують травми 3 – 4 людини, вогнем знищується 32 – 36 будівель, 4 – 5 одиниць техніки.

Переважає більшість пожеж (близько 75%) та загиблих на них людей (понад 90%) припадає на житловий сектор. Зважаючи на те, що населення України складає близько 1% населення світу, щорічна кількість загиблих від пожеж людей у нашій державі перевищує 4% загальної кількості загиблих від пожеж у світі, що більше, ніж відповідний показник у провідних країнах світу, у 2 – 8 разів.

Причинами пожеж є:

- недоліки проектування, зведення й експлуатації будівель і споруд;
- порушення вимог складування, зберігання та використання пожежовибухонебезпечних речовин і матеріалів;
- недосконалість засобів виявлення пожеж та їх ліквідації;
- недоліки технологій, недостатній технічний нагляд;

➤ необережне поводження з вогнем.

Збитки від пожеж поділяють на *прямі* і *побічні*.

➤ *прямі збитки* – це втрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням вогнем, водою, димом і внаслідок високої температури основних фондів та іншого майна підприємств, а також громадян, якщо ці втрати мають прямий причинний зв'язок з пожежею;

➤ *побічні збитки* – це втрати, пов'язані з ліквідацією пожежі, а також зумовлені простоєм виробництва, перервою у роботі, зміною графіка руху транспортних засобів та іншою вигодою, втраченою внаслідок пожежі.

Зверніть увагу! Побічні збитки перевищують прямі приблизно у 3 – 4 рази.

Під час пожежі на працівників можуть діяти такі **шкідливі й небезпечні чинники**:

❖ *токсичні продукти горіння* (при горінні синтетичних матеріалів – синильна кислота (пінополіуретан, капрон), хлористий водень і оксид вуглецю (пінопласт, вініпласт), сірководень і сірчистий газ (лінолеум));

❖ *вогонь* – теплове випромінювання полум'я, що може викликати опіки та больові відчуття, вдихання розігрітого повітря може викликати ураження органів дихання;

Зверніть увагу! Під час пожежі температура полум'я може досягати $1200...1400^{\circ}\text{C}$. Мінімальна відстань у метрах, на якій людина ще може знаходитися від полум'я, приблизно становить $R=1,6H$, де H – середня висота полум'я в метрах.

❖ *дим* – аерозоль з великою кількістю найдрібніших твердих частинок незгорілої речовини, що утворилися у результаті об'ємної конденсації перенасичених парів і при хімічних реакціях деяких речовин, що знаходяться у газоподібному стані;

Зверніть увагу! Дим викликає подразнення органів дихання та слизових оболонок, крім того, у заплених приміщеннях унаслідок погіршення видимості сповільнюється евакуація людей, а часом її провести зовсім неможливо.

❖ *температура диму* – це фактор, який часто не враховується, але також являє значну небезпеку для життя людини. Так, при температурі диму, що вдихається, 60°C (за відсутності токсичних речовин) можливе настання смерті;

❖ *недостатня кількість кисню* – норма кисню в атмосферному повітрі – 21%, зменшення концентрації кисню до 14% призводить до порушення координації рухів, запаморочення, слабкості, гальмування свідомості, при концентрації кисню 9 – 11% смерть настає за кілька хвилин;

❖ *вибухи, витікання небезпечних речовин* – утворення нових осередків пожежі, збільшення площі пожеж, утворення вибухової хвилі;

❖ *перенос вогню на сусідні будівлі* іскрами, випромінюванням, конвекцією;

❖ *руйнування будівельних конструкцій* – відбувається при втраті несучої здатності конструкцій під час вибуху та при дії високих температур (механічні травми, люди можуть опинитися під уламками тощо);

❖ *психофізичні чинники* – паніка, стрес.

Таблиця 8.1

Порогові концентрації деяких токсичних продуктів горіння

Речовини	Концентрація					
	смертельна за умови вдихання протягом 5 – 10 хв		небезпечна за умови вдихання протягом 0,5 – 1,0 год		переносима за умови вдихання протягом 0,5 – 1,0 год	
	%	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³
Оксид азоту	0,05	1,0	0,01	0,2	0,005	0,1
Оксид вуглецю	0,5	6,0	0,2	2,4	0,1	1,2
Вуглекислий газ	9,0	162	5,0	90	3,0	54
Сірчаний газ	0,3	8,0	0,04	1,1	0,01	0,3
Сірководень	0,08	1,1	0,04	0,6	0,02	0,3
Сірковуглець	0,2	6,0	0,1	3,0	0,05	1,5
Синильна кислота	0,02	0,2	0,01	0,1	0,005	0,05

Таблиця 8.2

Інтенсивність теплового випромінювання та час, протягом якого людина може його витримати

Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²	840	1400	2100	2800	3500	7000
Час витримування дії теплового випромінювання, с	360	150	40 – 60	30 – 40	10 – 30	5 – 11

Залежно від *агрегатного стану й особливостей горіння* різних горючих речовин і матеріалів **пожежі**, згідно з ГОСТ 27331-87 «Пожежна техніка. Класифікація пожеж», *поділяються* на відповідні **класи та підкласи**:

- **клас А** – горіння твердих речовин, що супроводжується (підклас А1) або не супроводжується (підклас А2) тлінням;
- **клас В** – горіння рідких речовин, що не розчиняються (підклас В2) у воді;
- **клас С** – горіння газів;
- **клас Д** – горіння металів легких, за винятком лужних (підклас Д1), лужних (підклас Д2), а також металовмісних сполук (підклас Д3);
- **клас Е** – горіння електроустановок під напругою.

У процесі **розвитку пожежі** умовно можна виділити *три фази*:

I фаза (початкова) – зазвичай триває 5...30 хв, температура підвищується повільно до кінця фази.

Зверніть увагу! Повільний розвиток пожежі пояснюється тим, що приплив свіжого повітря утруднений, оскільки закриті вікна та двері, крім того, багато теплоти витрачається на прогрів і підготування горючих матеріалів до займання.

II фаза – вогонь інтенсивно розповсюджується з високою швидкістю наростання температури.

III фаза – у міру вигорання матеріалів температура в приміщенні починає падати.

Орієнтовно **тривалість пожежі** можна визначити з рівняння

$$q \cdot \tau \cdot F_{гор} = Q \cdot W_в \cdot \gamma,$$

де q – питома кількість теплоти пожежі, Дж/(м²×год); τ – тривалість пожежі, год; $F_{гор}$ – площа поверхні горіння, м²; Q – кількість теплоти згорання, Дж/кг; $W_в$ – об’єм горючої речовини, м³; γ – щільність горючої речовини, кг/м³.

Якщо площа приміщення дорівнює площі поверхні горіння, то

$$\tau = \frac{QW_в\gamma}{qF_{гор}} = \frac{QN}{q},$$

де $N=(\gamma W_в)/F_{гор}$ – питоме завантаження приміщення, кг/м².

Зверніть увагу! З урахуванням того, що спалиме навантаження житлових і громадських приміщень в основному складають вироби з деревини, питоме спалиме навантаження для цих приміщень приймають 56 кг/м², для квартир, які заповнені меблями, – 50 кг/м², для складів, книгосховищ – 100...800 кг/м².

Питома теплота пожежі

$$q = zQn\beta,$$

де n – вагова швидкість згорання, кг/м²; β – коефіцієнт, який урахує швидкість згорання; z – коефіцієнт хімічного недопалу.

Зверніть увагу! Коефіцієнт хімічного недопалу z для практичних цілей приймають 0,9 при горінні рідких вуглеводнів; 0,95...0,99 – при горінні твердих горючих речовин.

Тоді

$$\tau = \frac{N}{zn\beta}.$$

У процесі розвитку пожежі швидкість горіння змінюється і залежить від площі віконних і дверних прорізів $F_{вік}$, які обумовлюють приплив кисню. Коефіцієнт β можна визначити за емпіричними формулами:

$$\beta = \frac{6F_{вік}}{F_n} = \frac{0,16F_n}{F_{вік}},$$

де F_n – площа підлоги, м².

Зверніть увагу! Розраховане таким чином питоме завантаження приміщення і тривалість пожежі дає можливість розробити заходи щодо попередження пожежі. Вони полягають у забезпеченні необхідною кількістю засобів гасіння і правильним їх розміщенням.

3. Пожежна безпека на виробництві

Пожежна безпека – такий стан будь-якого об’єкта, при якому виключається можливість виникнення пожежі, а у випадку її виникнення – забезпечується захист людей від небезпечних факторів та максимально зберігаються матеріальні цінності.

Зверніть увагу! При розробленні протипожежних заходів приймається, що нормована ймовірність виникнення пожежі становить 10^{-6} на рік на один пожежонебезпечний вузол об’єкта, така ж нормована ймовірність впливу шкідливих і небезпечних чинників пожежі на людей.

Завдання пожежної безпеки – профілактика й попередження пожеж.

Функції пожежної безпеки:

- 1) постійний контроль;
- 2) розроблення нормативних актів;
- 3) розроблення засобів виявлення і ліквідації пожеж;
- 4) експертиза проектної документації;
- 5) приймання споруд в експлуатацію;
- 6) надання консультацій, пропаганда та роз'яснювальна робота.

Пожежна безпека **забезпечується**:

- системою запобігання пожежам – комплексом засобів і заходів, які не допускають виникнення пожежі;
- системою пожежного захисту – комплексом засобів та заходів, що дозволяють швидко припинити пожежу.

Система **запобігання пожежі** досягається:

- попередженням утворення горючого середовища;
- попередженням утворення в горючому середовищі або внесення до нього джерел запалювання.

Загальна *схема попередження* пожеж на діючих об'єктах зображена на рисунку 8.5.

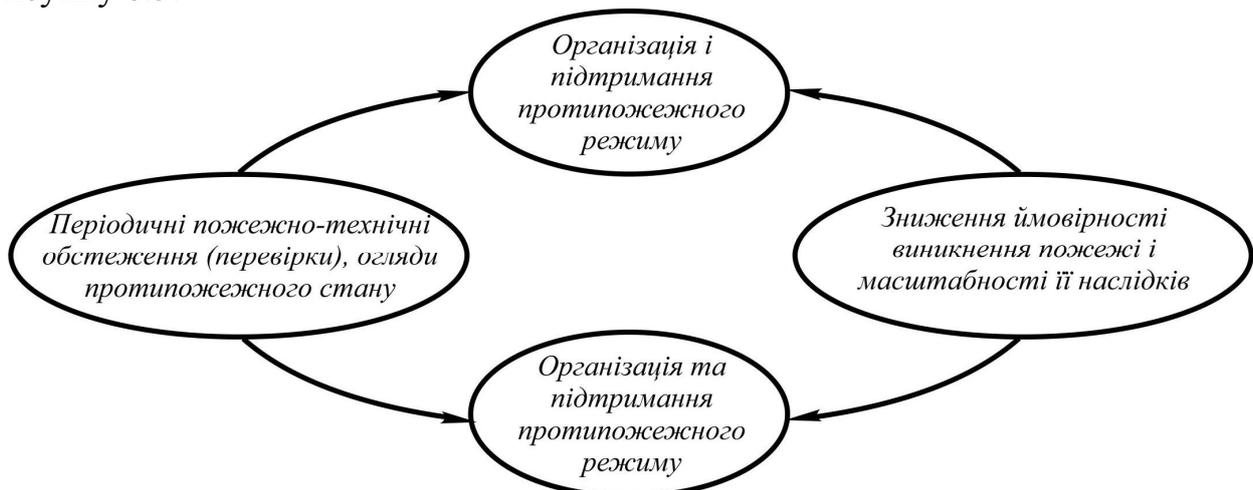


Рис. 8.5. Схема попередження пожеж на виробничих об'єктах

Відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні *основними організаційними заходами* щодо забезпечення пожежної безпеки є:

- визначення обов'язків посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки;
- установлення на кожному підприємстві (в установі, організації) відповідного протипожежного режиму;
- розроблення й затвердження загальнооб'єктової інструкції про заходи пожежної безпеки та відповідних інструкцій для всіх вибухопожежонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень, організація вивчення цих інструкцій працівниками;
- розроблення планів (схем) евакуації людей на випадок пожежі;
- установлення порядку (системи) оповіщення людей про пожежу, ознайомлення з ним працівників;

- визначення категорій будівель і приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою відповідно до вимог чинних нормативних документів, установлення класів зон за Правилами влаштування електроустановок;
- забезпечення територій, будівель і приміщень відповідними знаками пожежної безпеки, табличками із зазначенням номера телефону та порядку виклику пожежної охорони;
- створення й організація роботи пожежно-технічних комісій, добровільних пожежних дружин та команд.

4. Параметри, які визначають вибухопожежну небезпеку речовин і матеріалів

Пожежовибухонебезпека речовин та матеріалів – це сукупність властивостей, які характеризують їх схильність до виникнення й поширення горіння, особливості горіння і здатність піддаватися гасінню загорянь.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-19-95, за горючістю речовини та матеріали поділяються на *три групи*:

1) негорючі (неспалимі) – речовини і матеріали, що нездатні спалахувати, горіти, тліти та обвуглюватися у повітрі нормального складу під дією вогню чи високої температури (неорганічні матеріали – граніт, вапняк, пісок, цегла, залізобетон, мінеральна вата, метал, гіпс);

Зверніть увагу! Негорючі речовини можуть бути пожежонебезпечними, наприклад речовини, що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою.

2) важкогорючі (важко спалимі) – рідини і матеріали, які здатні до займання у повітрі від джерела запалювання, однак після його вилучення не здатні до самостійного горіння, але можуть тліти й обвуглюватися (матеріали, що містять горючі та негорючі складові частини (асфальтобетон, гіпсові й бетонні матеріали з умістом органічного наповнювача >8%, глиняно-солом'яні матеріали зі щільністю >900 кг/м³, мінераловатяні плити з бітумною основою 7 – 15%, цементний фіброліт, деревина, глибоко просочена антипіренами, ДСП, ДВП);

3) горючі (спалимі) – речовини і матеріали, які здатні до самозаймання, а також займання від джерела запалювання та самостійно горіти після його вилучення (органічні речовини):

а) *легкозаймисті* – займаються від джерела запалювання незначної енергії без попереднього нагрівання;

б) *важкозаймисті* – займаються від порівняно потужного джерела запалювання (картон, руберойд).

Відповідно до **ГОСТ 12.1.044-89** «Пожаробезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения», пожежовибухонебезпечність усіх речовин і матеріалів оцінюють залежно від *агрегатного стану* (газ, рідина, тверда речовина) й окремо виділяють *пил*.

Температура спалаху (t_{cn}) – найменша температура конденсованої речовини, за якої при встановлених умовах випробовування над її поверхнею утворюється пара або газ, здатні спричинити спалах у повітрі під впливом джерела запалювання, але швидкість утворення пари недостатня для підтримання стійкого горіння.

➤ *Легкозаймисті рідини (ЛЗР)* – температура спалаху до 61°C у закритому тиглі (бензин, ацетон);

➤ *Горючі рідини (ГР)* – понад 61°C у закритому тиглі або 66°C у відкритому тиглі (мінеральні мастила, мазут).

Температуру спалаху можна знайти, обчисливши відповідний їй тиск парів

$$P = \frac{P_{атм}}{1 + (N - 1) \times 4,76} \% \text{ або } P = P_{заг} / (8 \times N),$$

де P – тиск пари при температурі спалаху; $P_{атм}$ – атмосферний тиск; $P_{заг}$ – тиск суміші парів з повітрям; N – число молей кисню, необхідне для згорання одного моля горючої рідини.

Знаючи тиск парів, згідно з відповідними номограмами або таблицями визначають температуру спалахування.

Температура займання ($t_{займ}$) – найменша температура речовини, при якій за встановленими умовами випробовування матеріал (речовина) виділяє горючі пару та газу з такою швидкістю, що під час впливу на них джерела запалювання спостерігається спалахування – початок стійкого полуменевого горіння.

Зверніть увагу! Різниця температур спалаху та займання ЛЗР може бути у межах 5...15°C. Чим нижча температура спалаху рідини, тим меншою є ця різниця і відповідно більш пожежонебезпечна ця рідина.

Температура самозаймання ($t_{сзайм}$) – найменша температура речовини, при якій за встановленими умовами випробовування різко збільшується швидкість екзотермічних об'ємних реакцій, що приводить до виникнення полуменевого горіння або вибуху за відсутності зовнішнього джерела полум'я.

NON MULTA, SED MULTUM

Температура самозаймання речовини залежить від ряду факторів і змінюється у широких межах. Найбільш значною є залежність температури самозаймання від об'єму та геометричної форми горючої суміші. Із збільшенням об'єму горючої суміші при незмінній її формі температура самозаймання знижується, тому що зменшується площа тепловіддачі на одиницю об'єму речовини та створюються більш сприятливі умови для накопичення тепла у горючій суміші. При зменшенні об'єму горючої суміші температура її самозаймання підвищується.

Для кожної горючої суміші існує критичний об'єм, у якому самозаймання не відбувається внаслідок того, що площа тепловіддачі, яка припадає на одиницю об'єму горючої суміші, настільки велика, що швидкість теплоутворення за рахунок реакції окиснення навіть при дуже високих температурах не може перевищити швидкість тепловідведення. Ця властивість горючих сумішей використовується при створенні перешкод для розповсюдження полум'я.

Нижня (НКМПП) та верхня (ВКМПП) концентраційні межі поширення полум'я (вибуховості) – це мінімальна і максимальна об'ємна

(масова) частка горючої речовини у суміші з окиснювальним середовищем, за наявності якої можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

NON MULTA, SED MULTUM

Суміші, що містять горючу речовину нижче за НКМПП чи вище за ВКМПП, горіти не можуть: у першому випадку за недостатньої кількості горючої речовини, а в другому – окиснювача. Наявність областей негорючих концентрацій речовин і матеріалів надає можливість вибрати такі умови їх зберігання, транспортування та використання, за яких виключається можливість виникнення пожежі або вибуху. З іншого боку, слід зазначити, що пари й гази з НКМПП до 10% по об'єму в повітрі, а також горючі пилополібні речовини, особливо в завислому стані при значенні НКМПП менше 65 г/м³, є надзвичайно вибухонебезпечними.

Зверніть увагу! 1. У замкнутому об'ємі спалахування газо-, паро- чи пилоповітряної суміші від джерела запалювання носить зазвичай вибуховий характер, тому вказані концентраційні межі іноді ще називають межами вибуховості.

2. Для характеристики пожежовибуховості пилоповітряних сумішей використовують нижню межу вибуховості (НМВ) або нижню межу займання (НМЗ).

Межі займання газів і парів у повітрі визначаються їх концентраціями у повітрі при атмосферному тиску, за наявності таких концентрацій суміш здатна займатися від зовнішнього джерела запалювання з розповсюдженням полум'я в її об'ємі.

Для розрахунку нижньої (НМЗ) і верхньої (ВМЗ) меж займання індивідуальних горючих речовин можна використовувати такі емпіричні залежності:

✓ для нижньої межі:

$$C_{НМЗ} = \frac{100}{1 + (N - 1) \times 4,76} \% \text{ або } C_{НМЗ} = \frac{M}{(N - 1) \times 4,76 \times V_t} \text{ г/л};$$

✓ для верхньої межі:

$$C_{НМЗ} = \frac{4 \times 100}{4 + 4,76 \times N} \% \text{ або } C_{НМЗ} = \frac{4 \times M}{(4 + 4,76 \times N) V_t} \text{ г/л},$$

де N – число молей кисню, який бере участь у згорянні 1 моля горючого; M – маса одного моля горючого компонента суміші; V_t – об'єм одного моля газу при початковій температурі суміші, л;

✓ для складної газоповітряної суміші відомого складу:

$$C = 100 / (K_1/C_1 + K_2/C_2 + \dots + K_n/C_n),$$

де C – межа займання (верхня або нижня), % (об.); K_1, K_n – концентрації горючих компонентів у горючій частині суміші ($\Sigma = 100\%$); C_1, C_n – відповідні межі займання компонентів суміші, % (об.).

Нижня ($t_{нкмпт}$) та верхня ($t_{вкмпт}$) температурні межі поширення полум'я – це такі температури матеріалу (речовини), за яких його (її) насичена пара утворює в окиснювальному середовищі концентрації, що дорівнюють відповідно НКМПП і ВКМПП.

Зверніть увагу! Безпечною з точки зору ймовірності самозаймання газоповітряної суміші прийнято вважати температуру на 10°C меншу за $t_{нкмпт}$ або на 15°C вищу за $t_{вкмпт}$ для цієї речовини.

Температурні межі можна перерахувати у концентраційні за допомогою залежностей:

$$C_{HM} = P_1 \times 100 / P_{атм}; \quad C_{BM} = P_2 \times 100 / P_{атм}$$

де C_{HM} , C_{BM} – нижня і верхня концентраційні межі, % (об.); P_1 та P_2 – тиск насиченої пари при температурах, які відповідають нижній і верхній температурним границям займання; $P_{атм}$ – атмосферний тиск.

Наявність різного набору показників пожежонебезпечних властивостей речовин різного агрегатного стану пов'язана з особливостями їх горіння (таблиця 8.3).

Таблиця 8.3

Основні показники, що характеризують пожежовибухонебезпечні властивості речовин різного агрегатного і дисперсного стану

Агрегатний (дисперсний) стан речовини	Основні показники пожежовибухонебезпечки						
	$t_{сп}$	$t_{займ}$	$t_{сзайм}$	НКМПП	ВКМПП	$t_{нкмпп}$	$t_{вкмпп}$
Тверда речовина	-	+	+	-	-	-	-
Рідини	+	+	+	+	+	+	+
Гази	-	-	+	+	+	-	-
Пил	-	+	+	+	-	-	-

Примітки:

1. Знаком «+» відмічено наявність показника для певного агрегатного стану речовини, а знаком «-» його відсутність або незначимість.

2. Пожежна небезпека твердих речовин також характеризується питомою теплотою згорання, швидкістю вигорання, швидкістю розповсюдження горіння по поверхні, температурою горіння.

Таблиця 8.4

Основні показники пожежовибухонебезпечності деяких ЛЗР та ГР

Назва ЛЗР, ГР	$t_{сп}$ °C	$t_{сзайм}$ °C	НКМПП/ВКМПП % об'єм	$t_{нкмпп}/t_{вкмпп}$ °C
Ацетон	-18	465	2,2/13	-20/6
Бензин А-76	-36	300	0,76/5,16	-36/-4
Гас	27	250	1,4/7,5	27/69
Машинне мастило (марка ФМ-5,6 АП)	182	400	-	172/270
Спирт етиловий	13	404	3,6/19	11/41
Спирт метиловий	8	464	6,0/34,7	7/39
Скипидар	34	300	0,8/ -	32/53
Уайт-спірит	33–36	260	-	33/68

5. Оцінка пожежовибухонебезпечки об'єкта

Пожежна безпека будинків і споруд значною мірою визначається ступенем або класом їх вогнестійкості, який залежить від вогнестійкості основних конструктивних елементів.

Вогнестійкість споруди – здатність її чинити опір вогню (високій температурі), зберігаючи при цьому свої експлуатаційні якості.

Зверніть увагу! Вогнестійкість споруди оцінюються залежно від вогнестійкості окремих будівельних конструкцій.

Відповідно до ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів

будівництва», залежно від використаних матеріалів і конструкцій розрізняють **вісім ступенів вогнестійкості** будівель (I, II, III, IIIa, IIIб, IV, IVa, V).

Вогнестійкість конструкції – здатність конструкції зберігати несучі й (або) огорожувальні функції за умов пожежі.

Межа вогнестійкості конструкції – показник вогнестійкості конструкції, який визначається часом (у хвилинах) від початку вогневого випробування за стандартного температурного режиму до втрати конструкцією несучої здатності, цілісності або теплоізолювальної здатності.

NON MULTA, SED MULTUM

Для житлових, громадських і промислових будівель зміна температурного середовища в приміщенні (T_{oc}) виражається залежністю $T_{oc}=f(t)$,

де t – тривалість пожежі, хв.

Для деяких видів пожежі ця залежність отримана експериментально шляхом спалювання різноманітних матеріалів на натуральних пожежах. Стосовно цієї залежності введено поняття «**стандартний температурний режим**», регламентоване СТ СЭВ 383-87 «Противопожарные нормы строительного проектирования. Испытание строительных конструкций на огнестойкость».

Згідно із цим стандартом залежність підвищення температури від часу можна подати у вигляді $T_{oc}=[345 \lg(8t+1)]+T_o$,

де t – час дії високої температури з моменту виникнення пожежі, хв; T_{oc} – температура середовища у приміщенні, °С за час t ; T_o – температура у приміщенні до пожежі, °С.

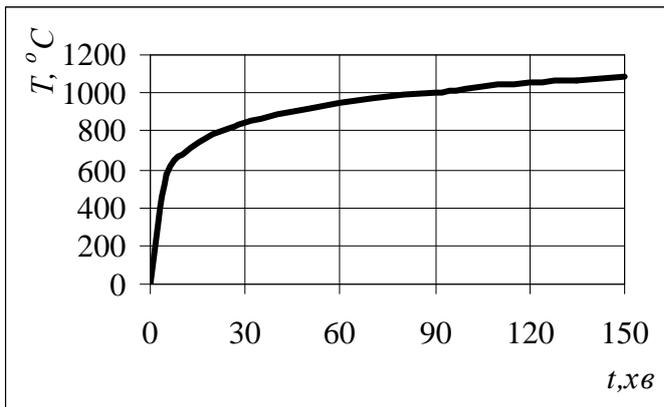


Рис. 8.6. Стандартна крива температур

Стандартний температурний режим – режим змінювання температури в часі при випробуваннях конструкцій на вогнестійкість, що встановлюється стандартом (СТ СЭВ 383-87).

Ця стандартна температурна крива покладена в основу випробування вогнестійкості будівельних конструкцій.

Реальні температурні режими пожеж у виробничих, підвальних приміщеннях, безліхтарних будівлях, за винятком житлових і громадських,

можуть суттєво відрізнятися від стандартного температурного режиму. Наприклад, при горінні каучуку температура суттєво перевищує стандартний режим, а при горінні паперу, бавовни температура нижча стандартного.

Критерієм настання межі вогнестійкості конструкції вважається:

- 1) втрата цілісності (**E**);
- 2) втрата теплоізолювальної здатності (**I**);
- 3) втрата несучої здатності (**R**).

Фактична межа вогнестійкості конструкцій визначається експериментальним або розрахунковим методом.

Експериментальний метод. Межі вогнестійкості будівельних конструкцій встановлюються шляхом дослідження у спеціальних печах за відповідною методикою згідно з ДСТУ Б В.1.1-4-98 «Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги».

NON MULTA, SED MULTUM

Конструкцію в натуральну величину (проектні розміри, у деяких випадках дозволяється використання зразків – фрагментів конструкцій) установлюють у робоче положення, завантажують робочим навантаженням, розміщують у спеціальній вогневій камері й нагрівають за стандартним режимом до втрати вогнестійкості. При цьому визначають час від початку випробовувань до появи однієї з ознак, які характеризують межу вогнестійкості конструкції.

Нагрівання зразків повинно відповідати реальним умовам роботи конструкції та можливому напрямку розповсюдження полум'я у випадку пожежі. Колони при випробовуванні, як правило, обігрівають із чотирьох боків; балки – з трьох; покриття і перекриття – з боку нижніх поверхонь; стіни, перегородки, двері – з одного боку. Випробовуванням піддають не менше двох однакових зразків серійного виробництва або спеціально виготовлених для випробовувань. Перед випробовуванням зразки обладнують приладами для вимірювання температур і деформацій. Умови обігрівання й особливості випробуваного елемента визначають конструкцію випробувальних установок, що являють собою печі, в яких створюється заданий температурний режим за допомогою спалювання рідкого чи газоподібного палива. Печі обладнують приладами для виміру температури, а також пристроями для обпирання, закріплення і навантаження випробуваних конструкцій.

Відхилення від температур, що регламентується стандартною кривою, допускається у межах 10% протягом перших 30 хв випробовування і 5% у наступний час. Температуру в печі заміряють не менше ніж у трьох точках за допомогою термопар. Гарячі спаї термопар розміщують на відстані 10 см від поверхні конструкції, яка обігрівається.

Зверніть увагу! Експериментальний спосіб має ряд недоліків, оскільки потребує проведення громіздких і дорогих досліджень, що утрудняє, а в деяких випадках унеможливує своєчасне оцінювання вогнестійкості різних видів нових будівельних конструкцій.

Розрахунковий метод полягає у визначенні межі вогнестійкості будівельних конструкцій шляхом *статичного* та *теплотехнічного розрахунку*.

Зверніть увагу! При *статичному розрахунку* визначають критичну температуру й критичний перетин конструкції.

При *теплотехнічному розрахунку* визначають час прогрівання конструкції або її частини до критичної температури.

При розв'язанні статичної та теплотехнічної задач **розрахунку межі вогнестійкості** будівельних конструкцій виходять із *таких припущень*:

➤ розрахунку піддається окремо взята конструкція або конструктивний елемент без урахування зв'язку з іншими конструкціями, тобто не враховується сумісна робота конструкцій будівлі чи споруди;

➤ конструктивні елементи в умовах дії температурного режиму, представленого у вигляді залежності середньооб'ємної температури від часу, нагріваються однаково по всій довжині або висоті;

➤ витоками тепла по торцях конструкції нехтують;

➤ температурні напруження у конструкції, що з'явилися в результаті її нерівномірного прогрівання і внаслідок зміни пружно-пластичних властивостей матеріалу, не враховуються;

➤ при розрахунку критичних температур та критичних перерізів межа міцності й межі текучості будівельних матеріалів приймаються такими, що дорівнюють нормативним опорам цих матеріалів.

Межі вогнестійкості окремих будівельних конструкцій залежать від їх товщини чи площі поперечного перерізу та фізико-хімічних властивостей матеріалів, з яких вони виготовлені.

При статичному і теплотехнічному розрахунках визначають вогнестійкість будівельних конструкцій за трьома схемами:

✓ **розрахункова схема 1** застосовується для оцінювання межі вогнестійкості за втратою теплоізолюючої здатності вертикальних та горизонтальних огорожувальних конструкцій (перегородки, плити перекриттів, внутрішні стіни) (рис. 8.7);

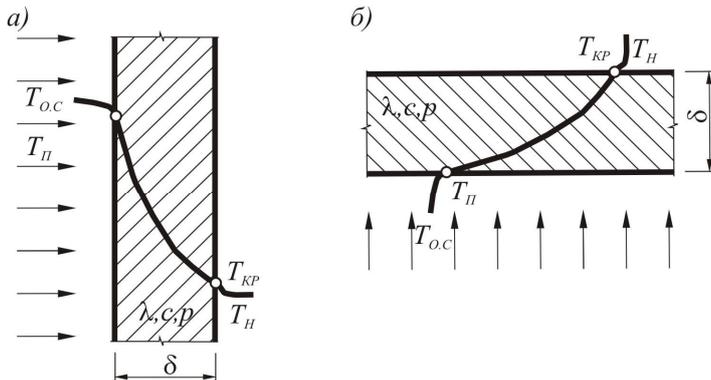


Рис. 8.7. Перша розрахункова схема
а) вертикальне огородження;
б) горизонтальне огородження

Зверніть увагу! Згідно із цією схемою (рис. 8.7, а і б), межа вогнестійкості конструкції настане у момент часу $\tau = \Pi_{\phi}$, коли за заданих умов високотемпературного впливу та теплофізичних характеристик матеріалу температура $T_н$ на поверхні, що не обігривається, змінюючись від початкового значення $T_п$, стане дорівнювати допустимому (критичному) значенню $T_{кр}$.

✓ **розрахункова схема 2** застосовується для оцінювання межі вогнестійкості за втратою несучої здатності (рис. 8.8, а і б). Причиною втрати несучої здатності є зниження міцності матеріалу конструкції при нагріванні. За цією схемою розраховують межу вогнестійкості всіх металевих, а також залізобетонних конструкцій, які працюють на згин (рис. 8.8, в і з);

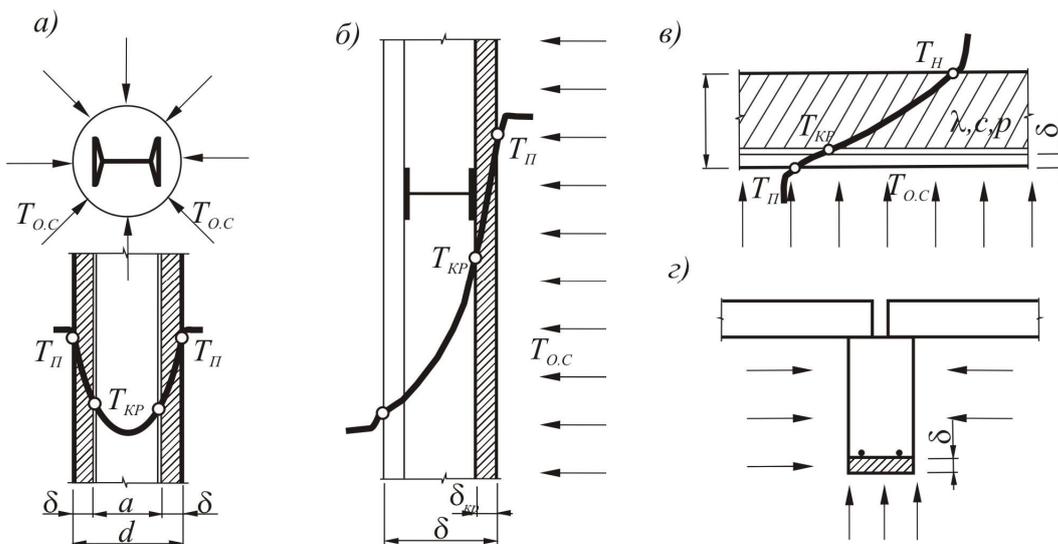


Рис. 8.8. Друга розрахункова схема:

а) металева облицьована колона; б) каркасна металева стіна; в) залізобетонна стіна;
з) залізобетонна балка

Зверніть увагу! Суть задачі зводиться до визначення часу, після вичерпання якого на поверхні металевих конструкцій або у центрі розтягнутої арматури залізобетонних конструкцій, що згинаються чи розтягуються, встановлюється критична температура. Під критичною температурою у цьому випадку розуміють таку температуру, при якій межа текучості сталі знижується до величини діючих напружень, тобто умова настання межі вогнестійкості може бути записана у вигляді $\sigma \geq R_u$.

✓ **розрахункова схема 3** застосовується для визначення межі вогнестійкості будівельної конструкції за критичною площею її перерізів (рис. 8.9).

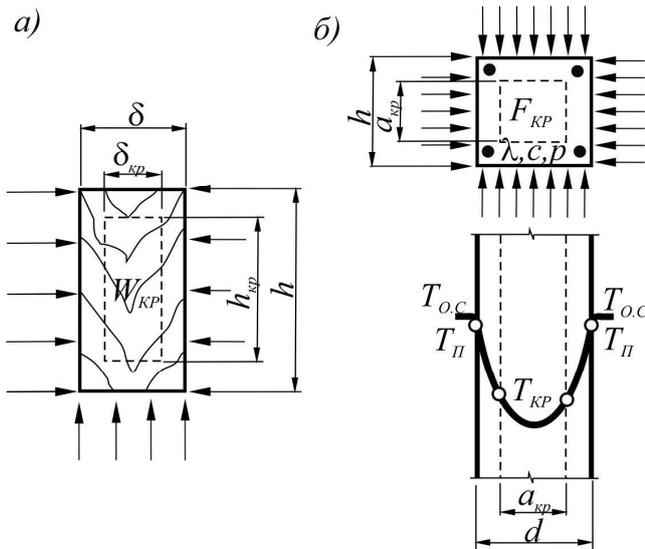


Рис. 8.9. Третя розрахункова схема:
а) дерев'яна балка; б) залізобетонна колона

NON MULTA, SED MULTUM

Існують конструкції, наприклад дерев'яні, руйнування яких при пожежі настає у результаті зменшення перерізу (під час обвуглювання). Унаслідок зменшення розмірів перерізу напруження у перерізі збільшуються і при досягненні ними величини межі міцності прогрітої деревини конструкція втрачає свою несучу здатність (рис. 8.9, а).

За третьою розрахунковою схемою також визначають межу вогнестійкості центрально-стиснутих кам'яних та залізобетонних конструкцій. При нагріванні стиснутих залізобетонних елементів частина перерізу прогривається вище температури, після досягнення якої бетон втрачає свою міцність, що сприяє зменшенню розмірів перерізу, здатного сприймати діючі навантаження (рис. 8.9, б).

Зменшення розмірів перерізу призводить до зниження несучої здатності кам'яних і залізобетонних конструкцій при пожежі. Переріз дерев'яних, а також центрально-стиснутих кам'яних та залізобетонних конструкцій, після котрого в результаті дії температурного режиму пожежі настає граничний стан, називається **критичним перерізом**, а розміри цього перерізу – **критичними**.

Умова придатності конструкції до експлуатації має вигляд

$$P_{\phi} \geq P_n$$

де P_{ϕ} – фактична межа вогнестійкості конструкції, хв; P_n – нормативна межа вогнестійкості конструкції, хв.

Межа поширення вогню по будівельних конструкціях – розмір зони пошкодження зразка в площині конструкцій від межі зони нагрівання до найвіддаленішої точки пошкодження.

За межею поширення вогню будівельні конструкції діляться на **три групи**:

I група – M0 (межа поширення вогню дорівнює 0 см);

II група – M1 (M ≤ 25 см – для горизонтальних конструкцій; M ≤ 40 см – для вертикальних і похилих конструкцій);

III група – M2 (M > 25 см – для горизонтальних конструкцій; M > 40 см – для вертикальних та похилих конструкцій).

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій і *максимальні межі* поширення вогню по них регламентуються ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

NON MULTA, SED MULTUM

Випробування будівельних конструкцій на розповсюдження полум'я полягає у визначенні розмірів пошкодження конструкцій унаслідок їх горіння за межами зони нагрівання – у контрольній зоні.

Вогняні випробування проводять на установках, призначених для визначення вогнестійкості конструкцій. Тривалість нагрівання обмежують 15 хв згідно із стандартним тепловим режимом.

За межу розповсюдження вогню приймають розмір пошкодженої зони зразка у площині конструкції від границі зони нагрівання перпендикулярно їй до найбільш віддаленої точки пошкодження (для вертикальних конструкцій – угору, для горизонтальних – у кожний бік). Результати вимірювань заокруглюють до 1 см у більшу сторону. Пошкодженням вважається вигорання матеріалу та його обуглення. Межа розповсюдження вогню визначається як середнє арифметичне результатів випробування двох зразків. При випробуванні одного зразка результат повинен бути помножений на коефіцієнт 1,2.

Після закінчення випробування полум'я в печі вимикається і не більш ніж через 3 хв зразок повинен бути знятий з печі або у зазор між зразком і вогневою камерою має бути введений теплоізолюючий екран. Обстеження стану зразка та вимірювання його пошкоджень у контрольній зоні проводять після його остигання.

Зверніть увагу! Установлені межі вогнестійкості будівельних конструкцій і межі розповсюдження вогню використовують для визначення тривалості пожежі й установлення ступеня вогнестійкості будинків і споруд.

Для правильного *планування* та *успішного здійснення заходів* пожежної профілактики щодо їх вибухопожежонебезпеки є визначення категорій приміщень і будівель виробничого, складського й невиробничого призначення за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Зверніть увагу! Умови виникнення й поширення пожежі в будівлях та приміщеннях залежать від кількості й пожежонебезпечних **властивостей речовин і матеріалів**, що в них знаходяться (використовуються), а також *особливостей технологічних процесів* розміщених у них виробництв.

За вибухопожежною та пожежною небезпекою відповідно до **НАПБ Б.03.002-2007** «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» приміщення та будівлі поділяються на **п'ять категорій**.

Категорія за вибухопожежною й пожежною небезпекою (будинку, приміщення) – класифікаційна характеристика вибухопожежної та пожежної небезпеки будинку (приміщення), що визначається кількістю й

пожежовибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених у них виробництв.

Якісним критерієм вибухопожежної небезпеки приміщень (будівель) є наявність у них речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки.

Кількісним критерієм визначення категорії є надлишковий тиск ΔP , який може розвиватися при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення вибухонебезпечних речовин у приміщенні.

До категорії А (вибухопожежонебезпечна) належать підприємства, що використовують горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху, не більшою ніж 28°C , у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні паро- і газоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини та матеріали здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні буде перевищувати 5 кПа.

Наприклад: дільниці фарбування машин, склади ЛФМ, ПММ, пестицидів, мінеральних добрив, акумуляторні.

До категорія Б (вибухопожежонебезпечна) належать підприємства, які мають горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху, більшою ніж 28°C , та горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні паро- і газоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

Наприклад: дільниці фарбування машин, склади ЛФМ, пестицидів, мінеральних добрив, аміачні компресорні станції.

До категорії В (пожежонебезпечна) віднесені приміщення, де знаходяться горючі або важкогорючі рідини і матеріали, речовини й матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря чи одне з одним лише горіти, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (використовуються), не належать до категорій А і Б.

Наприклад: місця зберігання техніки, пункти техобслуговування, деревообробні цехи.

До категорії Г віднесені приміщення, де знаходяться негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному чи розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я, а також горючі гази, рідини, тверді речовини, котрі спалюються або утилізуються як паливо.

Наприклад: ковальсько-пресові, зварювальні, паяльні цехи та ін..

До категорії Д віднесені приміщення, де знаходяться негорючі речовини й матеріали в холодному стані.

Наприклад: пости миття машин, слюсарно-механічні та агрегатні дільниці майстерень, інструментальні тощо.

Зверніть увагу! 1. Після визначення категорії приміщень за вибухопожежною й пожежною небезпекою встановлюється категорія будівлі в цілому.

2. Категорії приміщень і споруд визначають міністерства, відомства, а також технологи проектних організацій на стадії проектування будинків та споруд відповідно до **НАПБ Б.03.002-2007**, відомчих норм технологічного проектування або затверджених переліків категорій приміщень. За відсутності таких документів необхідно використовувати методи розрахунку критеріїв пожежо- і вибухонебезпечності приміщень.

Для *оснащення* виробництв, різних за вибухопожежною небезпекою, *електричним обладнанням* необхідно визначати клас зони, в якій воно буде експлуатуватись.

Згідно з Правилами влаштування електроустановок і Правилами будови електроустановок, електрообладнання спеціальних установок, приміщення поділяються на *вибухо- і пожежонебезпечні зони*.

Зверніть увагу! Класифікуються не виробничі процеси, а приміщення (зони). Характеристика пожежо- та вибухонебезпеки може бути загальною для всього приміщення або різною в окремих його частинах. Це також стосується надвірних установок і ділянок територій.

Вибухонебезпечна зона – приміщення чи обмежений простір у приміщенні або за його межами, де існують чи можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші у такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу й експлуатації.

Газо- та пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні – вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

Пожежонебезпечна зона – це простір всередині чи поза приміщенням, у межах якого постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються чи виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, котра вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу й експлуатації.

Пожежонебезпечні зони у разі використання в них електроустаткування поділяються на чотири класи: П-I, П-II, П-IIIа і П-III.

Зверніть увагу! 1. Клас пожежо- та вибухонебезпечної зони визначається технологіями разом з електриками проектною або експлуатуючою організацією залежно від частоти і тривалості наявного вибухонебезпечного середовища. Залежно від класу зони визначається тип виконання електроустаткування, тобто воно повинно мати відповідний рівень і вид вибухозахисту або ступінь захисту оболонки.

2. Для всіх будівель та приміщень повинна бути визначена категорія щодо вибухопожежної й пожежної безпеки, а також клас зони. Для інформування працівників використовують відповідні позначення у вигляді табличок (рисунок 8.10).

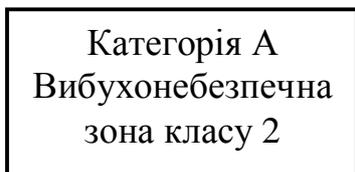


Рис. 8.10. Приклад оформлення таблички з позначенням категорії приміщення та класу вибухонебезпечної зони

ЛЕКЦІЯ 9

СИСТЕМА ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ І ВИРОБНИЦТВ ВІД ПОЖЕЖ

План

1. Протипожежні вимоги при розробленні генеральних планів підприємств і населених місць.
2. Протипожежні проектно-конструктивні заходи в будинках та спорудах.
3. Вимушена евакуація людей із будинків і споруд.

1. Протипожежні вимоги при розробленні генеральних планів підприємств і населених місць

При розробленні *генерального плану* промислового підприємства поряд із забезпеченням найбільш сприятливих умов для виробничого процесу і праці, раціонального використання земельних ділянок та найбільшої ефективності капітальних вкладень *необхідно*:

- забезпечити безпечні відстані від межі промислових підприємств до житлових і громадських будівель;
- дотримуватися вимог норм щодо протипожежних розривів між будинками та спорудами;
- згрупувати в окремі комплекси (зони) споріднені за функціональним призначенням або ознаками вибухопожежної небезпеки виробничі будівлі й споруди (визначення зон санітарно-побутових приміщень, складування, майстерень, будівництва);
- розміщувати будівлі з урахуванням рельєфу місцевості та напрямку пануючих вітрів;
- улаштувати пожежний водопровід й розмістити пожежні гідранти;
- забезпечити територію підприємства дорогами з необхідною кількістю виїздів.

На *підприємствах* площею, більшою ніж 5 га, або при довжині майданчика, більший ніж 1000 м, необхідно передбачати не менше двох виїздів для транспорту.

Зверніть увагу! Виїзди потрібно влаштовувати на відстані, не більшій ніж 1500 м один від одного.

Дороги на території будівельного майданчика необхідно влаштовувати *кільцевими*. При влаштуванні *тупикових доріг* передбачають кільцеві об'їзди або площадки для розвороту автотранспорту не менше 12×12 м.

Відстань від краю проїжджої частини автомобільних доріг до будинків і споруд приймається від 1,5 до 12 м залежно від довжини будівлі й наявності в'їзду в будинок автомобілів.

До будинків та споруд по всій їх довжині повинен бути забезпечений *під'їзд пожежних автомобілів*:

- з однієї сторони при ширині будинку або споруди до 18 м;
- з двох сторін при ширині 18 м і більше;

➤ до будинків із площею забудови *10 га* чи шириною *100 м* та більше під'їзд пожежних автомобілів повинен бути забезпечений з усіх сторін.

Протипожежне водопостачання – це комплекс інженерно-технічних споруд, призначених для збирання і транспортування води, зберігання її запасів та використання для пожежогасіння.

Зверніть увагу! На промислових підприємствах протипожежний водогін, як правило, об'єднується з господарсько-питним або виробничим водогоном. В окремих випадках дозволяється подавати воду для гасіння пожежі з водоймищ, що знаходяться поруч за допомогою насосів. За неможливості, недоступності чи недоцільності отримання води з водогону або водоймищ створюють недоторканий запас води в спеціальних пожежних резервуарах або ємностях.

Кількість води, необхідна для гасіння пожежі, *визначається* залежно від об'єму приміщення, її ступеня вогнестійкості та категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Наприклад, для виробничих будівель I і II ступенів вогнестійкості категорій А, Б (вибухопожежонебезпечні) та В (пожежонебезпечна) витрати води на зовнішнє пожежогасіння при об'ємі будівлі: до *5 тис. м³ – 10 л/с*; *20...50 тис. м³ – 20 л/с*; *50...200 тис. м³ – 30 л/с*.

При розрахунках недоторканого пожежного об'єму води у резервуарах *тривалість гасіння* пожежі повинна прийматись *3 год*, а для будівель I і II ступенів вогнестійкості з негорючими несучими конструкціями з виробництвом категорій Г та Д – *2 год*.

Протипожежні водогони залежно від місця прокладання поділяються на *зовнішні й внутрішні*, а за тиском у них – на водогони *низького і високого тиску*.

На зовнішніх протипожежних водогонах встановлюються *гідранти* підземного чи наземного (для південних регіонів) виконання.

Як правило, в населених пунктах і на території підприємств встановлюють підземні гідранти, які не замерзають зимою та не заважають руху транспорту й людей. *Дозволяється* розміщувати гідранти на проїжджій частині.

Зверніть увагу! Пожежні гідранти розташовують уздовж автомобільних доріг на відстані *150...200 м* один від одного, не ближче ніж *5 м* від зовнішніх стін будівель і не далі *2,5 м* від краю проїжджої частини дороги з таким розрахунком, щоб забезпечити зручний під'їзд до них пожежних автомобілів.

Для швидкого *знаходження гідрантів* біля місць їх розташування встановлюють відповідні покажчики з відповідними цифровими позначеннями на стінах будівель.

Водопроводи високого тиску влаштовують таким чином, щоб тиск у них був достатнім при безпосередній подачі води від гідранта або стаціонарних лафетних стволів до місця пожежі.

Зверніть увагу! Для створення необхідного тиску треба, щоб по непрогумлених пожежних рукавах довжиною *125 м*, діаметром *65 мм* зі спірском діаметром *19 мм* при витратах кожного струменя *5 л/с* вільний напір води у

водонапірній мережі (при розрахункових витратах) забезпечував подачу води на найвищу точку найвищої будівлі компактным струменем висотою, не меншою ніж 10 м (у несприятливих точках – не меншою ніж 7 м).

У водопроводах *високого тиску напір*, необхідний для гасіння пожеж, створюється за допомогою стаціонарних пожежних насосів, які встановлюються у насосних станціях другого підйому.

Зверніть увагу! Час запуску насосів після одержання сигналу про виникнення пожежі має бути не більшим ніж 5 хв (при ручному вмиканні насосів).

У протипожежних водопроводах високого тиску за наявності водонапірних башт слід передбачити їх відключення у випадку пожежі, це необхідно, щоб виключити можливість зниження тиску внаслідок зливу води в бак водонапірної башти.

Із водопроводів низького тиску пересувні пожежні автонасоси або мотопомпи забирають воду через пожежні гідранти і подають її під необхідним тиском до місця пожежі.

Зверніть увагу! Для забору води використовують рукави довжиною 150 м, а вільний напір води повинен складати не менше ніж 10 м (на рівні поверхні ґрунту).

Протипожежне водопостачання систем *низького тиску* можна забезпечувати з водоймищ чи резервуарів, обладнаних під'їздами для пожежних автомобілів.

NON MULTA, SED MULTUM

Протипожежні водосховища влаштовують у вигляді відкритих і закритих водоймищ – резервуарів, ємність яких визначають, виходячи з норм витрат води. Мінімальна ємність водоймищ – 50 м³. Ємність відкритих водоймищ збільшують на об'єм, котрий займає крига у зимовий період і шар води, який випаровується у літню пору. Водоймища розміщують один від одного на відстані 200 м за наявності автонасосів, 150 м – за наявності мотопомп високої продуктивності (наприклад типу ММ-1200) та 100 м – за наявності мотопомп малої продуктивності (наприклад, типу М-600) або ручними насосами.

До водоймищ повинні бути влаштовані тупикові дороги, які закінчуються площадками (розміром 12×12 м) чи кільцевим тупиковим об'їздом.

Глибина води у водоймищі має бути не меншою ніж 2,5 м, за наявності ґрунтових вод глибина допускається до 2 м. Фільтрація води у ґрунт допускається не більше 3...5 см/добу. Глибина закритих водоймищ приймається 2...5 м.

Для гасіння пожеж водою всередині будівель у них встановлюють внутрішні пожежні крани.

Зверніть увагу! Пожежні крани розміщують на висоті 135 см від рівня підлоги в спеціальних шафках біля входів, у коридорах, вестибюлях, проходах та всередині приміщень на видних і в легкодоступних місцях. Шафи повинні бути оснащені пожежними рукавами одного діаметра з краном і довжиною 10 або 20 м, а також пожежним стволем.

Взаємне розташування кранів має бути таким, щоб гарантувати зрошення кожної точки приміщення, яке зрошується.

Зверніть увагу! При розміщенні кранів має виконуватися вимога стосовно дотикання компактних частин струменів від двох суміжних пожежних кранів у найвіддаленішій і найвищій точці приміщення, що обслуговується цими кранами. Така точка називається *диктуючою*.

Противопожежні розриви призначені для обмеження розповсюдження пожежі між будівлями та спорудами та запобігання займанню сусідньої будівлі протягом часу, необхідного для приведення у дію засобів пожежогасіння.

Зверніть увагу! Ці відстані залежать від ступеня вогнестійкості будівель і споруд, від їх категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою. При цьому враховують наявність прорізів в огорожі будівлі, швидкість розвитку пожежі в будівлях різного ступеня вогнестійкості й можливу площу фронту полум'я. У деяких випадках необхідно враховувати теплоту, що передається полум'ям шляхом випромінення.

Дані про *мінімальні противопожежні розриви* між будинками і спорудами містяться в **СНиП II-89-80** «Генеральные планы промышленных предприятий» та **ДБН Б.2.4-3-95** «Генеральні плани сільськогосподарських підприємств».

Таблиця 9.1

Мінімально допустимі противопожежні відстані (розриви) між будівлями

Ступінь вогнестійкості	Розриви, м, при ступені вогнестійкості сусідньої будівлі		
	I і II	III	IV і V
I і II	6/9	8/9	10/12
III	8/9	8/12	10/15
IV і V	10/12	10/15	15/18

Примітки:

1. Чисельник – противопожежні відстані між житловими, громадськими й допоміжними будівлями промислових підприємств.
2. Знаменник – противопожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будівель до виробничих будівель промислових і сільськогосподарських підприємств, приймаються згідно з вимогами ДБН 360-92*.
3. Противопожежні розриви для виробничих будівель категорії А та Б необхідно збільшувати на 50% для будівель I і II ступенів, а для категорії В – на 25%.
4. Відстані між будівлями I та II ступенів допускаються меншими ніж 6 м за умови, що стіна вищої будівлі, яка розміщена напроти іншої будівлі, є противопожежною.

2. Противопожежні проектно-конструктивні заходи у будинках та спорудах

При проектуванні й будівництві промислових підприємств передбачаються заходи, що *запобігають поширенню вогню*. Це досягається шляхом:

- 1) поділу будівлі противопожежними стінами та перекриттям на відсіки;
- 2) поділу будівлі противопожежними перегородками на секції;
- 3) улаштування противопожежних перешкод для обмеження поширення вогню по поверхнях конструкцій, по рідині, що розлита, та інших горючих матеріалах;
- 4) захисту отворів у противопожежних стінах (вогнестійких дверей, заслінок);
- 5) забезпечення противибухового захисту будівлі.

Противопожежна перешкода – це будівельна конструкція, інженерна споруда чи технічний засіб, що має нормовану межу вогнестійкості й перешкоджає поширенню вогню з одного місця на інше.

Зверніть увагу! Протипожежні перешкоди призначені для запобігання розповсюдженню пожежі та продуктів горіння з приміщень або пожежного відсіку з осередком пожежі в інші приміщення. За відсутності чи неправильного влаштування протипожежних перешкод пожежа швидко розповсюджується, охоплюючи більшу площу, і призводить до значних втрат.

Вогнестійкість протипожежної перешкоди визначається вогнестійкістю її елементів. Межі вогнестійкості конструкцій, що забезпечують стійкість перешкоди, конструкцій, на які вона опирається, та вузлів кріплення між ними мають бути не меншими від потрібних меж вогнестійкості огорожувальної частини протипожежної перешкоди.

У разі *перетинання протипожежних перешкод* (стін, перегородок, перекриттів, загороджувальних конструкцій) різними комунікаціями зазори (отвори), що утворилися між цими конструкціями й комунікаціями, повинні бути наглухо зашпаровані негорючим матеріалом, який забезпечує межу вогнестійкості та димогазонепроникнення, що вимагається будівельними нормами для цих перешкод.

За межею поширення вогню перешкоди мають відповідати групі M0.

Залежно від значення межі вогнестійкості протипожежні перешкоди класифікують за типами відповідно до таблиці 9.2, а елементи заповнення прорізів у протипожежних перешкодах – згідно з таблицею 9.3.

Таблиця 9.2

Класифікація протипожежних перешкод

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод	Мінімальна межа вогнестійкості, хв	Типи заповнення прорізів, не нижче	Типи протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	1	REI 150	1	1
	2	REI 60	2	1
	3	REI 45	2	1
Перегородки	1	EI 45	2	1
	2	EI 15	3	2
Перекриття	1	REI 150	1	1
	2	REI 60	2	1
	3	REI 45	2	1
	4	REI 15	3	2

Таблиця 9.3

Класифікація елементів заповнення прорізів у протипожежних перешкодах

Заповнення прорізів у протипожежних перешкодах	Тип заповнення прорізів у протипожежних перешкодах	Мінімальна межа вогнестійкості, хв
Протипожежні двері, ворота, вікна, люки, клапани, завіси (екрани)	1	EI 60
	2	EI 30
	3	EI 15

Примітка. Для вікон у протипожежних перешкодах, протипожежних дверях, воротах із площею скління, не більшою ніж $0,1 \text{ м}^2$, межа вогнестійкості встановлюється тільки за ознакою **E**.

До протипожежних перешкод належать протипожежні стіни, водяні завіси, тамбури-шлюзи, перегородки, перекриття та інші конструктивні елементи.

Протипожежні стіни – вертикальні протипожежні перешкоди, що розділяють будівлю по всій висоті та ширині, можуть бути зовнішніми і внутрішніми.

Зверніть увагу! Призначення зовнішніх та внутрішніх стін – обмеження поширення вогню між будівлями й усередині будівлі відповідно.

NON MULTA, SED MULTUM

Протипожежні стіни повинні опиратися на власний фундамент або фундаментні блоки та зводитися на всю висоту будівлі, перетинати всі поверхи і конструкції. З'єднання протипожежних стін із зовнішніми огорожувальними конструкціями необхідно передбачати таким чином, щоб пожежа не змогла розповсюджуватися з одного пожежного відсіку в інший. При цьому протипожежні стіни перерізають усі горючі та важкогорючі конструкції будівлі по вертикалі та горизонталі.

Протипожежні стіни повинні бути вищими від покрівлі не менше ніж на 60 см, якщо хоча б один з елементів покриття (за винятком покрівлі) виконаний із горючих матеріалів; не менше 30 см, якщо елементи покриття (за винятком покрівлі) виконані з важкогорючих матеріалів.

Протипожежні стіни можуть не підніматися над покрівлю, якщо всі елементи покриття, за винятком покрівлі, виконані з негорючих матеріалів.

Протипожежні стіни в будівлях із зовнішніми стінами, виконані з горючих або важкогорючих матеріалів, повинні перетинати ці стіни та виступати за зовнішню поверхню площини стіни не менше ніж на 30 см, а стрічкове засклення стін з негорючих матеріалів розділяється без виступу за зовнішню площину.

За способом сприймання навантажень протипожежні стіни поділяють на: самонесучі, несучі та навісні.

За конструктивним виконанням протипожежні стіни поділяють на:

- каркасні зі штучним заповненням каркаса цеглою або кам'яними блоками (рис. 9.2, а);
- каркасно-панельні (рис. 9.2, б);
- безкаркасні з використанням штучних виробів: цегли чи кам'яних блоків.

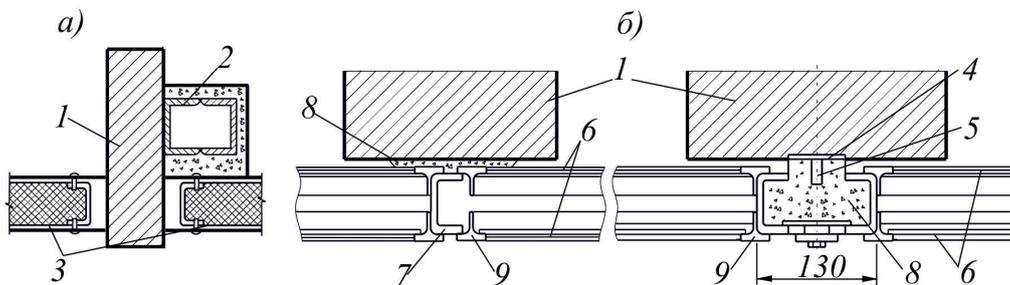


Рис. 9.1. Перетинання протипожежною стіною:

- а – зовнішніх панельних стін з горючим утеплювачем; б – стрічкового засклення;
1 – протипожежна стіна; 2 – забетонувана стійка фахверка; 3 – зовнішні стінові панелі;
4 – закладна деталь у колоні; 5 – штабова сталь; 6 – сталеві віконні рами; 7 – діафрагма;
8 – цементний розчин

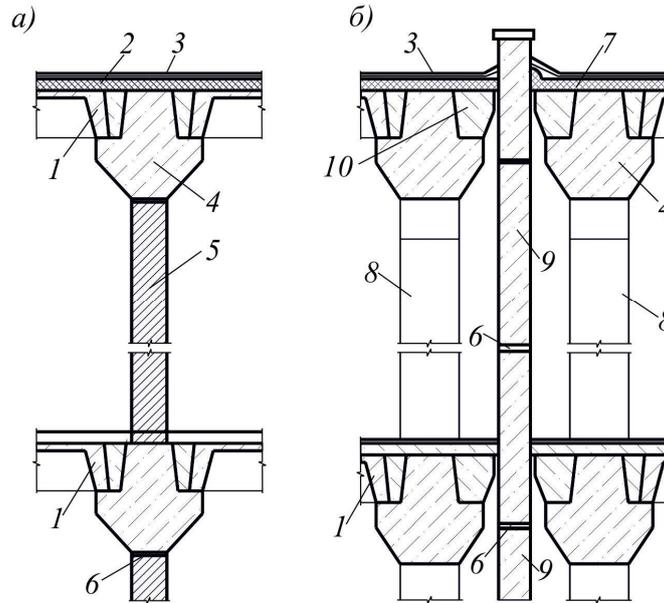


Рис. 9.2. Конструкція протипожежних стін:

a – каркасна зі штучним заповненням; *б* – каркасно-панельна; 1 – залізобетонна плита покриття (перекриття); 2 – утеплювач із негорючих матеріалів; 3 – покрівля; 4 – залізобетонний ригель; 5 – заповнення зі штучних елементів; 6 – ущільнення стиків; 7 – горючий або важкогорючий утеплювач; 8 – колона; 9 – панелі протипожежної стіни; 10 – бетонні вкладні

Зверніть увагу! Протипожежні стіни 1-го типу використовуються для розділення будівель на пожежні відсіки, 2-го типу – як стіни протипожежних зон 1-го типу, для ізоляції вбудованих приміщень тощо.

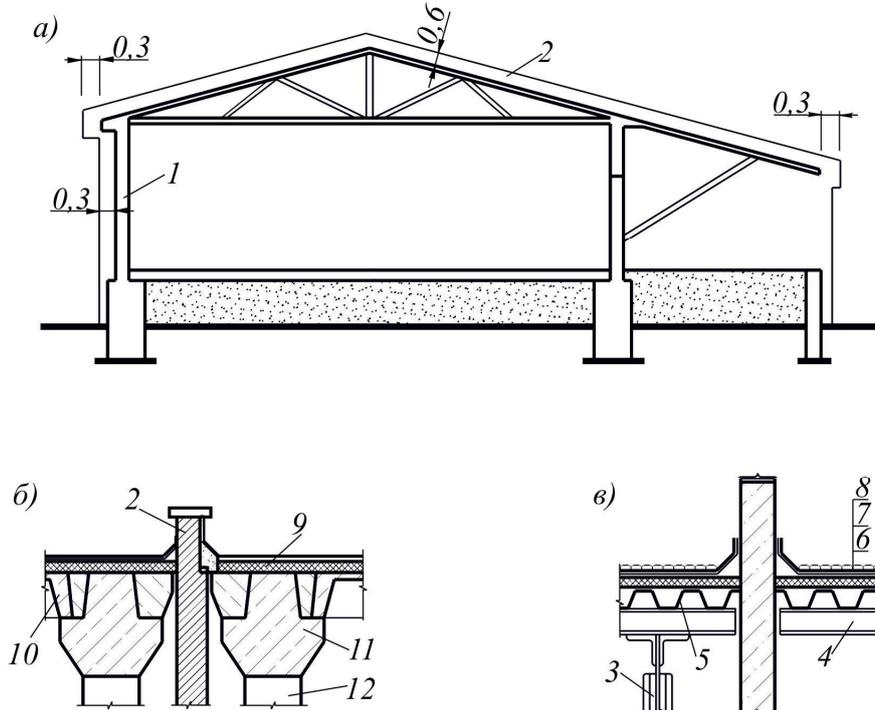


Рис. 9.3. Перетинання протипожежними стінами зовнішніх огорожувальних конструкцій:

a – конструкції з горючих матеріалів; *б, в* – покриття; 1 – зовнішня стіна з горючих матеріалів; 2 – протипожежна стіна; 3 – металева ферма; 4 – прогін; 5 – профільований настил; 6 – полімерний ущільнювач; 7 – покрівля; 8 – захисний шар гравію; 9 – важкогорючий утеплювач; 10 – залізобетонні плити; 11 – ригель; 12 – колона

У разі влаштування цегляних капітальних протипожежних стін допускається закладання балок перекриття в стіну з таким розрахунком, щоб мінімальна товщина стіни між балками забезпечувала цілісність при завалюванні балок під час пожежі та потрібну межу вогнестійкості протипожежної стіни (рис. 9.4, а). В інших варіантах обпирання балок виконується за допомогою металевих хомутів, консолей або пілястрів (рис. 9.4, б, в, г).

У протипожежних стінах дозволяється прокладати вентиляційні та димові канали так, щоб у місця їх розміщення межа вогнестійкості протипожежної стіни з кожного боку каналу була не меншою ніж 2,5 год.

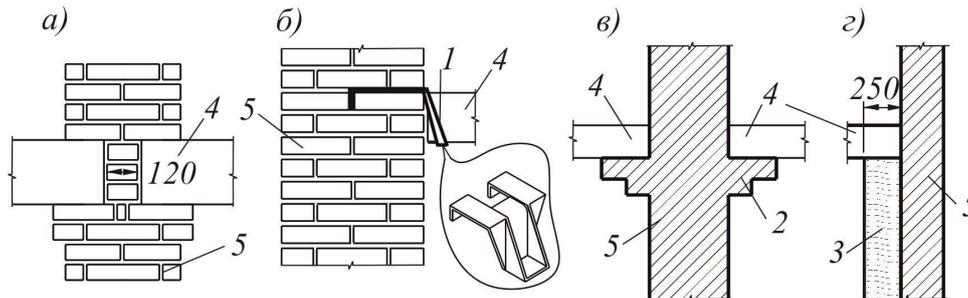


Рис. 9.4. Способи обпирання балок на цегляні стіни:

а – із закладанням у стіну; б – за допомогою хомутів; в – на консолях; г – на пілястрах;
1 – хомут; 2 – консоль; 3 – пілястр

Зверніть увагу! Протипожежні стіни мають зберігати свої функції при однобічному заваленні конструкцій, що до них прилягають.

Протипожежні перегородки служать для виділення вибухонебезпечних та пожежонебезпечних технологічних процесів у виробничих будівлях, різних функціональних процесів і місць зберігання матеріальних цінностей, які являють пожежну небезпеку; для відділення коридорів від вибухонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень; забезпечення успішної евакуації людей з будівель і локалізації пожеж у межах пожежного відсіку або окремого приміщення.

Протипожежні перегородки, виконані зі штучних елементів, можуть бути каркасними та безкаркасними, а також каркасно-панельними.

Зверніть увагу! Необхідно звертати увагу на герметизацію стиків між панелями й герметизацію стиків перегородки з іншими конструкціями. Такі стики, як правило, ущільнюють мінерально-волокнистими прокладками з наступним замазуванням цементним розчином завтовшки 20 мм.

Протипожежні перекриття використовують для запобігання розповсюдженню пожежі по поверхах будівлі або споруди.

Протипожежні перекриття без зазорів прилягають до зовнішніх стін з негорючих матеріалів. Якщо зовнішні стіни будівлі виконані з матеріалів, що поширюють полум'я, чи із заскленням, розташованим на рівні перекриттів, то перекриття мають перетинати ці стіни й засклення.

Протипожежні перекриття, як правило, улаштовують без отворів. Якщо влаштування отворів необхідно, то їх захищають протипожежними люками та клапанами відповідного типу.

Протипожежні зони передбачають для розділення будівель на пожежні відсіки у випадках, коли за економічними або технологічними причинами недоцільно використовувати протипожежні стіни. Їх виконують у будівлях I, II, III та IIIa ступенів вогнестійкості.

Протипожежна зона 1-го типу виконується у вигляді вставки, що поділяє будівлю по всій ширині (довжині) та висоті. Ширина зони має бути не меншою ніж 12 м.

Зверніть увагу! Такі зони є безпечними для евакуації людей, їх також можна використовувати для розміщення сил і засобів підрозділів пожежної охорони при можливій пожежі.

Протипожежні зони 2-го типу конструктивно відрізняються від зон 1-го типу та поступаються їм за надійністю як протипожежні перешкоди. Їх називають також покрівельними протипожежними зонами, оскільки виконують у вигляді смуги покриття та зовнішніх стін з негорючих матеріалів.

Зверніть увагу! 1. У приміщеннях, розташованих у межах протипожежної зони, не допустимо використовувати або зберігати горючі гази, рідини та матеріали, а також передбачати процеси, пов'язані з утворенням горючого пилу.

2. Протипожежні зони повинні зберігати свої функції при однобічному заваленні прилеглих до них конструкцій.

Тамбури-шлюзи передбачають у випадках, коли, крім захисту дверних прорізів та технологічних отворів, потрібно забезпечити їх надійну газодимонепроникність, чим вони відрізняються від звичайних тамбурів. Для цього в об'ємі тамбурів-шлюзів за допомогою спеціальних вентиляційних установок створюється надлишковий тиск (підпір повітря), не менший ніж 20 Па , на нижніх поверхах та не більший за 150 Па – на верхніх.

Протипожежні тамбур-шлюзи класифікують за типами відповідно до таблиці 9.4.

Таблиця 9.4

Класифікація тамбурів-шлюзів

Тип протипожежного тамбура-шлюзу	Типи елементів тамбурів-шлюзів не нижче		
	протипожежні перегородки	протипожежні перекриття	тип заповнення прорізів
1	1	3	2
2	2	4	3

Якщо тамбур-шлюз використовується як евакуаційний вихід, двері в ньому повинні відкриватися в одному напрямку – по ходу евакуації. В інших випадках більш доцільне відкривання дверей у напрямку шлюзу. Конструктивні схеми влаштування тамбурів-шлюзів наведені на рисунку 9.5.

Тамбури-шлюзи, в яких здійснюється постійний підпір повітря, передбачають для захисту отворів у протипожежних стінах і перегородках, що відділяють приміщення категорій А та Б від усіх суміжних приміщень, коридорів, сходових кліток і шахт ліфтів.

Тамбури-шлюзи, в яких створюється підпір повітря у разі пожежі, влаштовують у підвалах для ізоляції від шахт ліфтів та сходових кліток з виходом у приміщення першого поверху, якщо в підвальних приміщеннях є

горючі матеріали, а також у незадимлюваних сходових клітках 3-го типу будівель різного призначення й у ряді інших випадків.

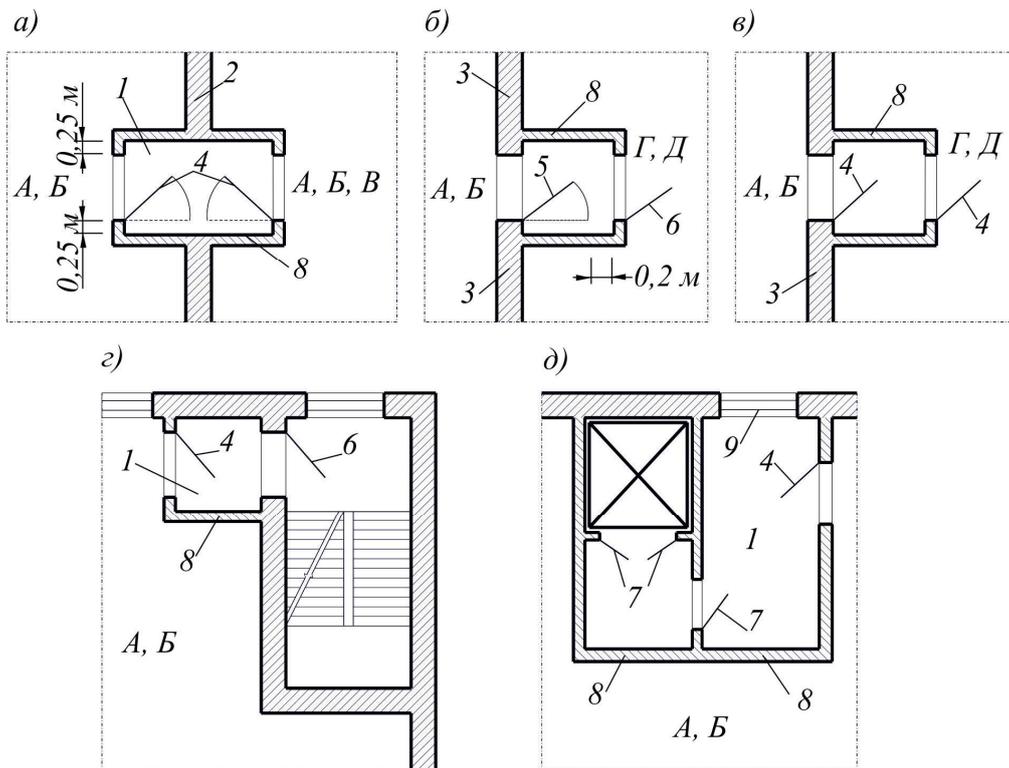


Рис. 9.5. Конструктивні схеми влаштування тамбурів-шлюзів:

- a* – при розділенні пожежо-, вибухонебезпечних виробництв; *б, в* – при захисті дверного прорізу в протипожежній стіні 1-го типу; *г* – при вході на сходову клітку; *д* – при вході в ліфт; А, Б, В, Г, Д – категорії приміщень за пожежною небезпекою; 1 – тамбур-шлюз; 2 – протипожежна стіна 1-го або 2-го типу; протипожежна перегородка 1-го типу; 3 – протипожежна стіна 1-го типу; 4 – протипожежні двері 2-го типу; 5 – протипожежні двері 1-го типу; 6 – дерев’яні двері без порожнин завтовшки не менше ніж 4 см; 7 – двері з негорючих матеріалів; 8 –перегородки 1-го типу; 9 – протипожежні вікна 2-го типу

Двері тамбурів-шлюзів з боку приміщень, у котрих не використовуються та не зберігаються горючі гази, рідини та матеріали та відсутні процеси, пов’язані з утворюванням горючого пилу, допускається виконувати з горючих матеріалів завтовшки не менше ніж 40 мм та без порожнин.

Ширина тамбурів-шлюзів повинна перевищувати ширину отворів не менше ніж на 0,5 м (по 0,25 м з кожного боку отвору), глибина – бути більшою від ширини дверного полотна на 0,2 м, але не меншою ніж 1,2 м.

Протипожежні двері, ворота, люки використовуються для захисту дверних прорізів і технологічних отворів у протипожежних перешкодах.

Протипожежні двері поділяють на три типи, при цьому їх мінімальні межі вогнестійкості складають відповідно 1,2; 0,6 та 0,25 год.

Типові проекти протипожежних дверей і воріт виробничих будівель передбачають їх виробництво у такому складі:

- протипожежні двері;
- протипожежні двері іскронеутворювальні;
- протипожежні ворота та протипожежні ворота іскронеутворювальні 3,6×3,6 м і 3,6×3,0 м.

Зверніть увагу! Іскронеутворювальні протипожежні двері та ворота встановлюють у протипожежних і внутрішніх стінах тамбурів-шлюзів вибухо-, пожежонебезпечних приміщень категорій А та Б, у тому числі на сходових клітках, а також в отворах зовнішніх стін для безпосереднього виходу до зовнішніх установок, які вміщують вибухонебезпечні речовини. З метою попередження іскріння від механічних дій (удару, тертя) всі частини, в яких відбувається тертя, а також крайки полотен захищають смугами з латуні та інших кольорових металів, що не дають іскор.

Основні конструкції протипожежних дверей наведені на рис. 9.6 – 9.8.

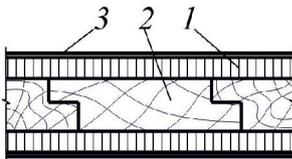


Рис. 9.6. Схема полотнища протипожежних дверей (воріт, люків та клапанів) з використанням деревини: 1 – шар деревини; 2 – термоізоляційний шар; 3 – обшивка покрівельною сталлю

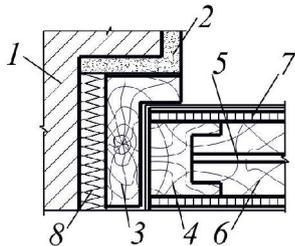


Рис. 9.7. Двошарове полотно протипожежних дверей: 1 – стіна; 2 – штукатурка; 3 – дверна коробка; 4 – об'язка дверей; 5 – шар азбесту; 6 – дошки, які піддані вогнезахисній обробці; 7 – непросочений шар фанери; 8 – прокладка

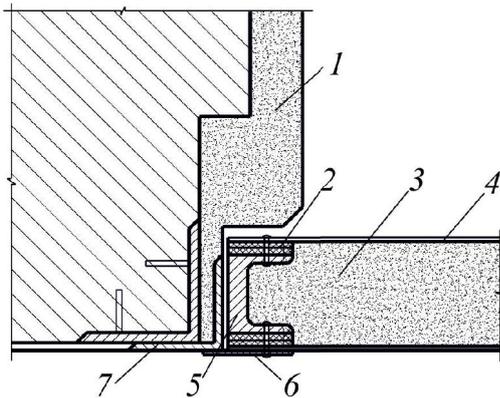


Рис. 9.8. Протипожежні двері з негорючих матеріалів: 1 – штукатурка; 2 – азбест ($\delta > 10$ мм); 3 – теплоізоляція; 4 – листова або покрівельна сталь; 5 – швелер (об'язка дверей); 6 – нащільник; 7 – дверна коробка

Маркування дверей складається з буквеного та цифрового індексів, що показують їх тип і розміри:

- ПД – протипожежні двері;
- ПДУ – протипожежні двері утеплені;
- ПДІ – протипожежні двері іскронеутворювальні;
- ПДІУ – протипожежні двері іскронеутворювальні утеплені;
- ПВ – протипожежні ворота;
- ПВІ – протипожежні ворота іскронеутворювальні.

Відмінність утеплених протипожежних дверей (ПДУ) від неутеплених (ПД) у тому, що утеплені двері обшивають з одного боку поверх дерев'яного полотна деревоволокнистою ізоляційною плитою завтовшки 25 мм, а потім азбокартоном завтовшки 5 мм та покрівельною сталлю. Межа вогнестійкості таких дверей досягає 1,5 год.

Зверніть увагу! Конструктивне оформлення прорізів протипожежних дверей має виключати поширення вогню. Тому використання горючих матеріалів для виготовлення порогів, перемичок прорізів, оздоблення стін у безпосередній близькості від дверей не рекомендується.

Противопожежні двері, що мають необхідні пожежно-технічні характеристики та встановлені у відповідних місцях, не зможуть чинити опір розповсюдженню пожежі, якщо будуть відкриті. Таким чином, противопожежні двері повинні бути обладнані комплектом спеціальних приладів і пристроїв для самозачинення та фіксації полотна у коробці. Деякі з таких механізмів показані на рисунку 9.9.

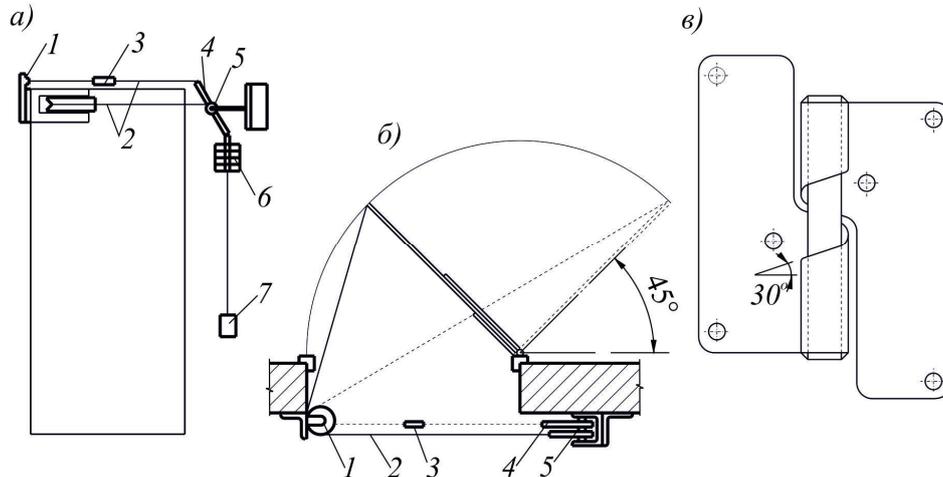


Рис. 9.9. Механізми самозачинення одностулкових навісних дверей:
 а, б – за допомогою ваг; в – за допомогою гвинтових дверних петель; 1 – горизонтальний ролик; 2 – трос; 3 – легкоплавкий замок; 4 – важіль; 5 – вертикальний ролик; 6 – велика противага; 7 – мала противага

Для самозачинення також використовують пневматичні прилади та інші пристрої.

NON MULTA, SED MULTUM

Результати вогневих випробувань противопожежних дверей показують, що найбільш слабким місцем дверного блока є петля, оскільки саме через зазори між полотном і коробкою полум'я та сильно нагріті продукти горіння проникають і впливають на поверхню, що обігривається, у разі слабкої герметизації петель. Таким негативним явищем сприяє й деформація полотна дверей, особливо його кутових частин. Деформації виникають через велику різницю температур на обігрітій та необігрітій поверхні, а також через недостатню жорсткість самих полотен. Для запобігання деформації рекомендується використовувати деякі конструктивні заходи, а саме: дверне полотно встановлюють на трьох завісах та додатково фіксують його у коробці штирями в декількох точках, особливо у кутах. Герметизацію петель можна забезпечити використанням спеціальних конструкцій дверної коробки або нанесенням на торцеві поверхні полотна дверей та коробки спучуваних покриттів. Під час впливу підвищеної температури покриття спінюється і зазор між полотном та коробкою заповнюється стійким шаром на всю товщину полотна.

У приміщеннях з горючими рідинами в прорізах противопожежних дверей улаштовують пороги висотою не менше 15 см з пандусами.

У місцях стикування двостулкових противопожежних дверей і воріт улаштовують нащільники зі сталевих кутиків для звичайних дверей та воріт і з алюмінієвих кутиків – для іскронеутворювальних.

Система протидимного захисту являє собою комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей і тварин диму, підвищеної температури та токсичних продуктів горіння, що утворюються при пожежах.

NON MULTA, SED MULTUM

Практика проектування й експлуатації будівель різного призначення показала, що продукти горіння при пожежі створюють особливу небезпеку для життя та здоров'я людей і тварин уже у початковий період розвитку пожежі – через 1...2 хв після її виникнення. Тому при проектуванні будівель, їх будівництві й експлуатації вживають заходів, які дозволяють виключити задимлення при пожежах евакуаційних шляхів, поверхів і окремих приміщень, розповсюдження продуктів горіння по різноманітних вертикальних та горизонтальних каналах і забезпечують видалення продуктів горіння.

Основне призначення протидимного захисту – забезпечення безпечної евакуації людей.

Технічні рішення з протидимного захисту евакуаційних шляхів повинні гарантувати їх незадимлення протягом часу, достатнього для безпечної евакуації людей за межі приміщення, будівлі чи споруди.

Незадимленість сходів досягається влаштуванням входу на сходову клітку через так звану повітряну зону або створення у ній підпору повітря.

Незадимленість приміщень досягається влаштуванням димових прорізів.

NON MULTA, SED MULTUM

Функції димових прорізів у багатьох будівлях виконують вікна, ліхтарі та ін. Але у деяких будівлях і приміщеннях прорізи відсутні, тоді для видалення продуктів горіння й забезпечення незадимлюваності суміжних приміщень та «управління» процесом горіння при пожежі використовують димові люки. Їх улаштовують у покритті театрів, у підвальних приміщеннях, у перекритті складських та безліхтарних виробничих будівлях, у будівлях холодильників і т.д.

При проектуванні димових прорізів необхідно вирішувати питання про їх максимальну площу й порядок розміщення у перекритті будівлі, а також вибирати конструкцію димових люків і шахт.

Площа димових люків визначається розрахунком, а у ряді випадків нормується у процентах до загальної площі приміщення, для яких вони призначені.

Зверніть увагу! При відкриванні протидимових люків процес горіння інтенсифікується внаслідок притоку повітря, тому одночасно з відкриванням димових люків вживають заходів щодо локалізації пожежі активними засобами гасіння.

Противибуховий захист будівель і споруд полягає у зменшенні тиску у випадку вибуху до безпечного для несучих та огорожувальних конструкцій рівня, щоб уникнути їх руйнування.

У приміщеннях, де існує ймовірність вибуху, установлюють *легкоскидні конструкції*, які руйнуються при вибуху і тим самим зменшують тиск усередині будівлі.

Розрізняють *настінні* та *покрівельні* легкоскидні конструкції:

- до *настінних* легкоскидних конструкцій належать легкі навісні панелі, вікна, двостулкові двері, ворота, які руйнуються чи розкриваються при надлишковому тиску вибуху, меншому за критичний. Надійність спрацювання навісних панелей забезпечується їх послабленим кріпленням до каркаса стін;

➤ *покрівельні* легкоскидні конструкції (плита покриття ПНСЛ) поступаються ефективністю дії настінним, тому їх слід передбачати лише у тих випадках, коли у приміщеннях відсутні віконні отвори та легкі навісні панелі або їх площа недостатня.

3. Вимушена евакуація людей із будинків і споруд

Евакуація – вимушений процес руху людей з метою рятування назовні приміщень при впливові на них небезпечних факторів пожежі або при виникненні безпосередньої загрози цього впливу.

Показником ефективності евакуації є час, протягом якого люди можуть за необхідності залишити окремі приміщення і будівлю чи споруду в цілому.

Зверніть увагу! Безпека евакуації досягається тоді, коли час евакуації $t_{н.е}$ не перевищує часу настання критичної фази розвитку пожежі, тобто часу від початку пожежі до досягнення граничних для людей значень чинників пожежі (критичних температур, концентрацій кисню тощо), тобто розрахункового часу евакуації t_p .

Короткочасність евакуації досягається конструктивно-планувальними й організаційними заходами.

Шлях евакуації – безпечний для руху людей шлях, який веде до евакуаційного виходу.

Евакуаційний вихід – це вихід з будинку (споруди) безпосередньо назовні або вихід із приміщення, що веде до коридору чи сходової клітки безпосередньо або через суміжне приміщення.

Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть:

- з приміщень першого поверху назовні безпосередньо чи через коридор, вестибюль, сходову клітку;
- з приміщень будь-якого поверху, крім першого, у коридори, що ведуть на сходову клітку (в тому числі через хол); при цьому сходові клітки повинні мати вихід назовні безпосередньо або через вестибюль, відділений від прилеглих коридорів перегородками з дверима;
- з приміщень у сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, яке має вогнестійкість не нижче III ступеня, не має виробництв, віднесених за пожежною безпекою до категорій А і Б, що забезпечене виходами, вказаними вище;
- цокольного, підвального, підземного поверху назовні безпосередньо через сходову клітку або коридор, котрий веде на сходову клітку, яка має вихід назовні.

Евакуаційні виходи повинні розташовуватися розосереджено.

Із приміщень, розташованих на другому та більш високих поверхах (висотою, не більшою ніж 30 м), допускається передбачати евакуаційний (запасний) вихід на зовнішні сталеві сходи.

Кількість евакуаційних виходів із приміщень і з кожного поверху потрібно приймати за ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», але не менше двох.

NON MULTA, SED MULTUM

Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівель (приміщень). Допускається влаштування дверей з відчиненням усередину приміщення у разі одночасного перебування у ньому не більше 15 осіб, а також із комор із площею, не більшою ніж 200 м^2 , та санітарних вузлів. Не допускається влаштування гвинтових сходів, розсувних і виїзних дверей на шляхах евакуації. За наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатися лише на внутрішні засови, які легко відмикаються. Мінімальна ширина шляхів евакуації – не менше 1 м , висота проходу – 2 м , дверей – не менше $0,8 \text{ м}$. Ширина зовнішніх дверей сходових кліток повинна бути не меншою від ширини маршу сходів. Між маршами сходів необхідно передбачати горизонтальний зазор, не менший ніж 50 мм .

Відстань від найвіддаленішого робочого місця або точки приміщення до найближчого евакуаційного виходу визначається залежно від ступеня вогнестійкості будівлі та кількості людей, що евакуюються, згідно з ДБН В1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Максимальна відстань L між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами з приміщень визначається за формулою

$$L = 1,5\sqrt{P},$$

де P – периметр приміщення, м .

Не допускається влаштовувати евакуаційні виходи через приміщення категорій А і Б, а також через виробничі приміщення в будівлях ІІБ, ІV, ІVа, V ступенів вогнестійкості.

Процес евакуації з будівель розподіляється на **три етапи**:

I етап – рух людей від найбільш віддалених ділянок до евакуаційного виходу (зали для глядачів, навчальні класи);

II етап – рух людей від евакуаційних виходів до виходів назовні;

III етап – рух людей від входу в будівлю.

Люди, рухаючись евакуаційними шляхами, створюють *людський потік*. Розміщення людей у потоці випадкове і може змінюватись у процесі руху.

Основними параметрами руху людей, що характеризують процес евакуації з будинків і споруд, є: *щільність потоку* D , *швидкість руху потоку* v , *пропускна здатність шляху (виходів)* Q та *інтенсивність руху* q . Крім цього, евакуаційні шляхи, як горизонтальні, так і під нахилом, характеризуються вільною довжиною ℓ та шириною руху δ .

Щільність потоку D , який складається із N людей, виражається залежністю

$$D = Nf / (\ell\delta) = Nf / F, \text{ м}^2 / \text{м}^2,$$

де F – щільність шляху евакуаційної ділянки $F = \ell\delta$, м^2 ; f – площа горизонтальної проекції людини, м^2 .

NON MULTA, SED MULTUM

Площа горизонтальної проекції людини залежить від її віку, одягу, виду вантажу, який вона переносить ($0,1 \text{ м}^2$ – доросла людина в літньому одязі; $0,125 \text{ м}^2$ – те ж у зимовому одязі; $0,285 \text{ м}^2$ – те ж з дитиною на руках).

При щільності до $0,05 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ людина має повну свободу руху як за напрямком, так і за швидкістю. При щільності в інтервалі $0,05 < D < 0,15$ людина не може вільно змінювати

напрямок свого руху; при щільності, більшій ніж $0,15 \text{ м}^2/\text{м}^2$, люди практично починають рухатися злито. Верхньою межею злитого руху необхідно вважати $D \leq 0,92 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Цим значенням обмежується щільність при проектуванні евакуаційних шляхів.

Швидкість людського потоку v залежить від його щільності й виду шляху (горизонтальний чи під нахилом).

Зверніть увагу! Із збільшенням щільності потоку швидкість руху зменшується. Для визначення швидкості руху в аварійних умовах вводять коефіцієнт умов руху залежно від виду шляху (горизонтальний шлях і прорізи – $1,49...0,36$; східці (спуск) – $1,21$; підйом – $0,26$).

Пропускною здатністю шляху (прорізу) ($\text{м}^2/\text{хв}$; $\text{люд}/\text{хв}$) називають кількість людей, які проходять за одиницю часу через поперечний перетин шляху шириною δ :

$$Q = Dv\delta, \text{ м}^2/\text{хв}.$$

Інтенсивністю руху q , $\text{м}/\text{хв}$, людського потоку називають величину, що дорівнює добутку щільності та швидкості руху:

$$q = Dv, \text{ м}/\text{хв}.$$

Зверніть увагу! Інтенсивність руху не залежить від ширини шляху і є характеристикою потоку. Оскільки швидкість руху потоку є функцією його щільності, то інтенсивність руху також буде функцією щільності.

Визначення швидкості та інтенсивності руху людського потоку здійснюють залежно від щільності потоку (див. табл. 9.5).

Таблиця 9.5

Значення швидкості та інтенсивності руху людського потоку залежно від щільності

Щільність потоку $D, \text{ м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальний шлях		Дверний проріз $q, \text{ м}/\text{хв}$	Сходи вниз		Сходи вгору	
	$v, \text{ м}/\text{хв}$	$q, \text{ м}/\text{хв}$		$v, \text{ м}/\text{хв}$	$q, \text{ м}/\text{хв}$	$v, \text{ м}/\text{хв}$	$q, \text{ м}/\text{хв}$
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	8
0,3	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,5	22	11
0,6	27	16,2	19	24	14,4	18	10,8
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,9 і більше	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

При визначенні щільності, яка відповідає певній ділянці шляху й умовам руху, інтенсивність руху досягає свого максимуму q_{max} . Виходячи з цього, при заданій ширині ділянки шляху (незалежно від його виду: горизонтальний, під нахилом, проріз) *максимальна пропускна здатність* залежить від максимальної інтенсивності потоку

$$Q_{max} = q_{max} \times \delta.$$

Розрахунковий час евакуації людей t_p визначають як суму часу руху людського потоку окремими ділянками шляху

$$t_p = t_1 + t_2 + \dots + t_i.$$

NON MULTA, SED MULTUM

Розрахунковий час евакуації людей із приміщень і будівель визначають згідно із часом руху одного або декількох людських потоків через евакуаційні шляхи з найбільш віддалених місць розміщення людей. При розрахунку весь шлях руху людського потоку розділяють на ділянки (прохід, коридор, дверний проріз, сходовий марш, тамбур) довжиною l_i і шириною δ_i . Початковими ділянками являються проходи між робочими місцями, обладнанням, рядами крісел і т.д. Довжину і ширину кожної ділянки евакуаційного шляху визначають згідно з проектом. Довжину шляху по сходовим маршам, а також пандусам вимірюють по довжині маршу. Довжину шляху у дверному прорізі приймають рівною нулю. Проріз, розміщений у стіні товщиною більше ніж 0,7 м, а також тамбур необхідно вважати самостійними ділянками горизонтального шляху.

Необхідний час евакуації $t_{н.е}$ із приміщення або будівлі, де виникла пожежа, дорівнює граничній тривалості пожежі τ_n , помноженій на коефіцієнт безпечності k_b , який менше одиниці:

$$t_{н.е} = k_b \times \tau_n.$$

Умова безпечної евакуації характеризується нерівністю $t_p \leq t_{н.е}$.

Необхідний час евакуації людей ($xв$) відповідно до **СНиП II-2-80** «Противопожарные нормы проектирования сооружений. Ч.II: Нормы проектирования» показаний у табл. 9.6 і 9.7.

Таблиця 9.6

Необхідний час евакуації людей ($xв$) із виробничих будинків I і II ступенів вогнестійкості

Категорія виробництва	Об'єм приміщення, тис. м ³			
	до 15	30	40	50
А, Б	0,50	0,75	1,0	1,50
В	1,25	2,0	2,0	2,5
Г, Д	Не обмежується			
При проміжних значеннях об'ємів необхідний час слід визначати інтерполяцією				

Таблиця 9.7

Необхідний час евакуації людей ($xв$) із громадських будинків I і II ступенів вогнестійкості

Категорія виробництва	Об'єм приміщення, тис. м ³			
	до 5	10	20	40
Глядацькі зали в театрах, клубах, будинках культури та інші зали з колосниковою сценою	1,5	2,0	2,5	2,5
Концертні, лекційні зали, зали для зборів, виставкові зали та інші зали без колосникової сцени	2,0	3,0	3,5	4,4
Торговельні зали універсальних магазинів	1,5	2,0	2,5	2,5

ЛЕКЦІЯ 10

СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ І ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ

План

1. Пожежна сигналізація та зв'язок.
2. Засоби і способи гасіння пожеж.
3. Аналіз речовин та матеріалів, що застосовуються для гасіння пожеж.
4. Технічні засоби ліквідації пожеж.

1. Пожежна сигналізація та зв'язок

Пожежна сигналізація – сукупність технічних засобів, установлених на об'єкті, що захищається, для виявлення пожежі, оброблення, подавання в заданому вигляді повідомлення про пожежу на цьому об'єкті, спеціальної інформації та (чи) подавання команд на вмикання автоматичних установок пожежогасіння й технічного обладнання.

Пожежна сигналізація та зв'язок *призначені* для швидкого і точного передання повідомлення про пожежу й місця її виникнення, приведення у дію засобів пожежогасіння, централізованого управління пожежними підрозділами та оперативним керівництвом гасіння пожеж.

Зверніть увагу! Для передачі повідомлення про пожежу в будь-який час доби можуть використовуватися телефони спеціального й загального призначення, радіозв'язок, централізовані установки пожежної сигналізації. Системи оповіщення про пожежу повинні забезпечувати згідно з розробленими планами евакуації передачу сигналів оповіщення одночасно по всьому будинку, а за необхідності – послідовно або вибірково в окремі його частини. Кількість сповіщувачів, їх розміщення та потужність вибирається таким чином, щоб забезпечити необхідну чутність у всіх місцях перебування людей. Для передачі текстів оповіщення та керування евакуацією допускається використовувати внутрішні радіотрансляційні мережі. Приміщення, з якого здійснюється керування системою пожежного оповіщення, належить розміщувати на нижніх поверхах будівель, біля входу на сходові клітки, у місцях із цілодобовим перебуванням чергового персоналу.

Пожежна сигналізація та зв'язок *за призначенням* розрізняють таким чином:

- *охоронно-пожежна* сигналізація оповіщає органи пожежної охорони про пожежу і місце її виникнення; повідомлення про пожежу та місце її виникнення здійснюється автоматичною чи неавтоматичною пожежною сигналізацією, а також за допомогою радіо і телефонного зв'язку;
- *диспетчерський зв'язок* забезпечує оперативне управління пожежними частинами та взаємодію зі службами міста, населеного пункту (водопостачання, швидка допомога, міліція і т.д.); оперативне управління в пожежній охороні здійснюється за допомогою телефонного або радіозв'язку;

➤ *оперативний радіозв'язок* забезпечує безпосереднє управління пожежними відділеннями на місці пожежі; для оперативного радіозв'язку використовують ранцеві радіостанції та спеціальні автомобілі зв'язку.

Засобами протипожежної автоматики *обов'язково обладнують* виробничі будівлі категорій А і Б за пожежною небезпекою.

Система пожежної сигналізації складається з пожежних сповіщувачів, які включені у сигнальну лінію (шлейф), приймально-контрольного приладу, ліній зв'язку.

Пожежний сповіщувач – сигнальний пристрій для інформування про пожежу.

Зверніть увагу! Пожежні сповіщувачі перетворюють прояви пожежі (тепло, світло полум'я, дим) в електричний сигнал, котрий по лініях зв'язку надходить до контрольно-приймального приладу. Він здійснює приймання інформації від пожежних сповіщувачів, виробляє сигнал про виникнення пожежі чи несправності, передає цей сигнал та видає команди на інші пристрої (наприклад, умикає автоматичні установки пожежогасіння чи димовидалення).

Системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) можуть бути *автоматичної чи неавтоматичної дії* (ручної або комбінованої) залежно від їх схеми та використовуваних пожежних сповіщувачів.

Зверніть увагу! 1. *Ручний сповіщувач* являє собою технічний пристрій (кнопка, тумблер тощо), за допомогою якого особа, котра виявила пожежу, може подавати повідомлення на приймальний прилад або пульт пожежної сигналізації. Ручні сповіщувачі встановлюються всередині приміщень на відстані 50 м, а поза приміщеннями – на відстані 150 м один від одного.

2. *Автоматичний сповіщувач* розміщується в зоні, яка охороняється, та автоматично подає сигнал тривоги на приймальний пункт при вмиканні одного чи кількох ознак пожежі.

Залежно від схеми з'єднання розрізняють променево-радіальні й кільцеві (шлейфові) ЕПС.

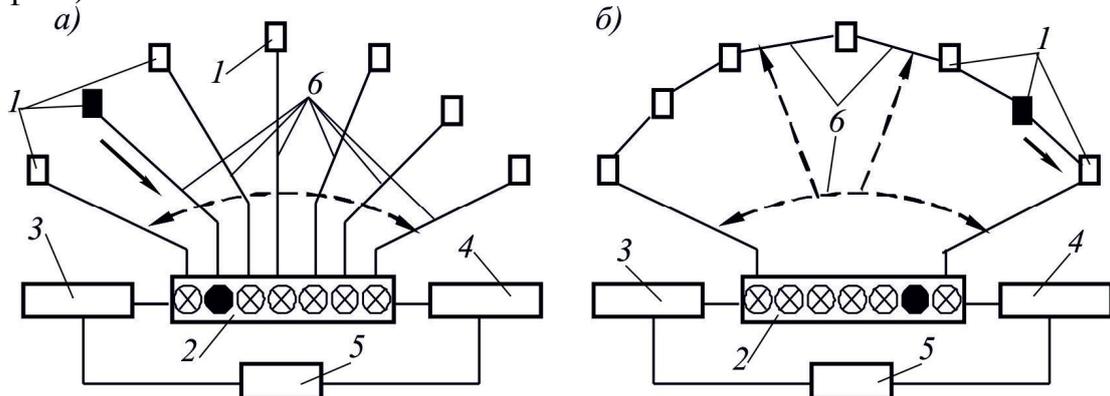


Рис. 10.1. Схеми системи електричної пожежної сигналізації:

а) променево-радіальне з'єднання; б) кільцеве з'єднання;

1 – сповіщувачі; 2 – приймально-контрольний прилад; 3 – блок живлення; 4 – блок аварійного живлення; 5 – система переключення від одного джерела живлення на інший; 6 – з'єднувальні проводи

Променеву систему використовують при невеликій протяжності лінії пожежної сигналізації або за наявності можливості використання кабелю телефонного зв'язку (при напруженнях до 60 В) (рис.10.1, а).

Кільцева система відрізняється від променевої тим, що сповіщувачі ручної дії вмикаються послідовно в однопровідну лінію (шлейф), початок і кінець якої з'єднані з контрольно-приймальною станцією (рис.10.1, б).

Зверніть увагу! Схема автоматичної ЕПС може бути тільки променевою (місце займання визначається номером шлейфа (променя), котрий видав сигнал), а неавтоматичною – променевою та кільцевою (адреса займання визначається місцем установки сповіщувача, який видав сигнал, за його адресним номером).

Автоматичні сповіщувачі залежно від *чутливого елемента і фактора пожежної небезпеки*, що визначає їх спрацювання, поділяють на теплові, димові, світлові, комбіновані й ультразвукові (див. рис. 10.2).

Теплові пожежні сповіщувачі за принципом дії поділяються на:

- *максимальні* (ИТ-Б, ИТ2-Б, ИП 105), які спрацювають при досягненні порогового значення температури в місці їх встановлення;
- *диференціальні* (НЛ 871-20), котрі реагують на швидкість наростання температури навколишнього повітря;
- *максимально-диференціальні* (ИТ1-МБД, D-601), котрі є комбінованими та які спрацювають від тієї чи іншої переважаючої зміни температури.

Димові сповіщувачі розраховані на виявлення продуктів згоряння у повітрі. Їх робота ґрунтується на оптичному (фотоелектричному) і радіоізотопному ефектах.

- Дія *оптичного* сповіщувача (ИПД-1) базується на реєстрації розсіяного світла. Випромінювач та приймач, що працюють в інфрачервоному світлі, розташовані в оптичній камері таким чином, що промені від випромінювача не можуть потрапити безпосередньо на приймач. У випадку пожежі дим надходить до оптичної камери сповіщувача. Світло від випромінювача розсіюється частинками диму і потрапляє на приймач. Унаслідок цього формується сигнал.
- У *радіоізотопному* сповіщувачі диму чутливим елементом слугує іонізаційна камера з джерелом α -випромінювання. Дим, який утворюється при пожежі, знижує силу іонізаційного струму (ступінь іонізації в камері), що й реєструється сповіщувачем.

Світлові сповіщувачі (ИП, ИП-П, ИП-ПБ) улаштовані за принципом дії ультрафіолетового випромінювання полум'я. Як чутливий елемент використовуються лічильники фотонів, котрі реєструють випромінювання полум'я.

Комбіновані сповіщувачі ППК-1, ППК-2, ППК-3 контролюють відразу два чинники, що супроводжують пожежу: дим та температуру.

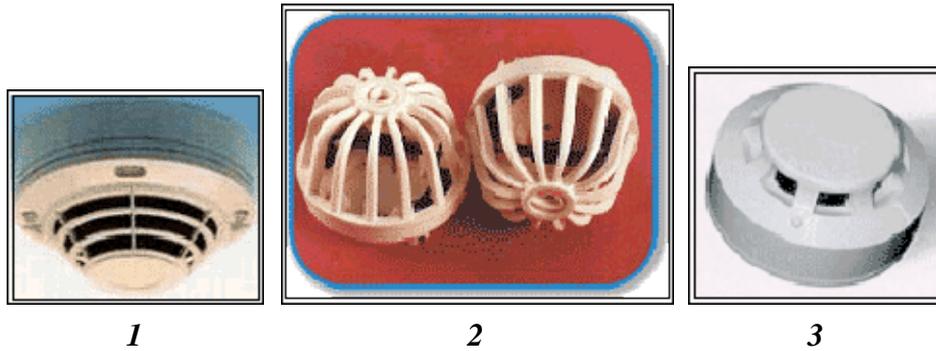


Рис. 10.2. Види пожежних сповіщувачів.

1 – тепловий максимально-диференціальний сповіщувач; 2 – сповіщувачі пожежні теплові максимальної дії; 3 – сповіщувач пожежний димовий оптико-електронний

Пожежні сповіщувачі характеризуються:

- ❖ порогом спрацювання – найменшим значенням параметра, на який вони реагують;
- ❖ інерційністю – часом від початку дії чинника, що контролюється, до моменту спрацювання;
- ❖ захищуваною площею – площею підлоги, яку контролює один сповіщувач.

Таблиця 10.1

Порівняльна характеристика сповіщувачів різних типів

Показник сповіщувача	Вид сповіщувача		
	теплові	димові	світлові
Інерційність, с	60 – 120	5 – 25	0,1 – 5
Площа захисту, м ²	15 – 30	55 – 65	80 – 120

Зверніть увагу! При виборі типу та виконання автоматичного пожежного сповіщувача необхідно враховувати призначення приміщення, яке захищується, пожежну характеристику матеріалів, що в них знаходяться, первинні ознаки пожежі та умови експлуатації відповідно до ДБН В.2.5.-13-98 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд».

2. Засоби і способи гасіння пожеж

Вибір засобів тушіння пожежі визначається залежно від таких факторів:

- 1) стадії пожежі;
- 2) масштабу горіння;
- 3) особливостей горіння речовин і матеріалів.

Розрізняють чотири основні способи припинення процесу горіння:

- а) охолодження горючих речовин або зони горіння:
 - суцільними струменями води;
 - розпиленими струменями води;
 - перемішуванням горючих речовин;
- б) ізоляція горючих речовин чи окиснювача (повітря) від зони горіння:
 - шаром піни;
 - шаром продуктів вибуху вибухових речовин;
 - утворенням розривів у горючій речовині;

- шаром вогнегасного порошку;
- вогнегасними смугами;
- в) розбавлення *окисника* або *горючих речовин*:
 - тонкорозпиленими струменями води;
 - газоводяними струменями;
 - негорючими газами чи водяною парою;
 - водою (для горючих та легкозаймистих гідрофільних рідин);
- г) хімічного гальмування (*інгібування*) *реакції горіння*:
 - вогнегасними порошками;
 - галогеновуглеводнями.

Зверніть увагу! Зазвичай механізм гасіння пожежі має *комбінований характер*, при цьому мають місце одночасно кілька способів припинення процесу горіння.

3. Аналіз речовин та матеріалів, що застосовуються для гасіння пожеж

Вогнегасна речовина – речовина, що має фізико-хімічні властивості, які дозволяють створити умови для припинення горіння.

NON MULTA, SED MULTUM

Вогнегасні речовини повинні мати високий ефект гасіння при відносно малій їх витраті, бути дешевими, безпечними при застосуванні, не заподіювати шкоди матеріалам, предметам і навколишньому середовищу.

Речовинам, що найбільш повно відповідають вищезазначеним вимогам, а відтак належать до основних речовин, є: вода (в різних видах), піна, інертні та негорючі гази, галогенопохідні вуглеводнів, спеціальні порошки. Вони здійснюють зазвичай комбіновану дію на процес горіння. Так, вода охолоджує та ізолює (або розбавляє) джерело горіння; піна здійснює ізолювальну й охолоджувальну дію; порошки можуть інгібувати процес горіння та ізолювати тверді горючі речовини від зони полум'я. Однак для будь-якої вогнегасної речовини характерна основна (домінуюча) дія. Наприклад, вода здійснює в основному охолоджувальну дію на процес горіння, піна – ізолювальну, інертні й негорючі гази – розбавлювальну, галогеновуглеводні та порошки – інгібувальну.

Вода – найбільш розповсюджена, дешева й легкодоступна вогнегасна речовина.

Потрапляючи в зону горіння, вона інтенсивно охолоджує речовини, що горять, збиває своєю масою полум'я, змочує поверхню горючої речовини та, утворюючи водяну плівку, перешкоджає надходженню до неї кисню з повітря.

Для підвищення ефекту змочування й проникної здатності іноді у воду додають спеціальні домішки (наприклад, поверхнево-активні речовини).

Зверніть увагу! Для гасіння пожежі вода може застосовуватись у різних видах: компактними струменями; розпиленою та тонкорозпиленою, як водяна пара.

Вода у вигляді компактних струменів використовується для гасіння пожеж, що вже сильно розвинулися; пожеж на висоті; коли необхідно подавати воду на великі відстані (до 50...70 м) чи надати їй значної ударної сили для відриву полум'я від матеріалу, що горить; для створення водяних завіс та охолодження об'єктів, які знаходяться поруч з осередком пожежі.

Зверніть увагу! Такий спосіб гасіння пожеж є простим і розповсюдженим, однак характеризується значними витратами води.

Розпиленими та тонко розпиленими (краплинами, меншими ніж 100 мкм) струменями води ефективно гасять тверді речовини і матеріали, горючі та навіть легкозаймисті рідини.

Зверніть увагу! При такому гасінні пожеж значно зменшуються витрати води, мінімально зволожуються та псуються матеріали, осаджується дим, створюються найбільш сприятливі умови для випаровування води, а відтак для підвищення охолоджувального ефекту (при випаровуванні 1 л води поглинається близько 22×10^5 Дж теплоти) та розбавлення горючого середовища.

Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м³ і невеликих пожеж на відкритих майданчиках та устаткуванні. Пар зволожує матеріали й предмети, а також розбавляє повітря, знижуючи тим самим концентрацію кисню в зоні горіння.

Зверніть увагу! 1. Один літр води при випаровуванні утворює 1725 л пари і поглинає 2260 кДж теплоти.

2. Вогнегасна концентрація водяної пари в повітрі становить приблизно 30 – 35% за об'ємом.

Вода як вогнегасна речовина має також властивості, що обмежують сферу її застосування.

NON MULTA, SED MULTUM

Водою не можна гасити об'єкти, устаткування, які знаходяться під напругою, оскільки вода є електропровідною. Вода вступає у хімічну реакцію з лужними, лужноземельними металами, їх карбідами, у результаті чого виділяється значна кількість тепла й горючих газів, що може призвести до вибухів та збільшення пожежі. Не можна гасити водою легкозаймисті рідини (ЛЗР), що мають меншу, ніж вода, густину (бензин, гас, толуол та ін.), оскільки вони спливають і продовжують горіти на поверхні води, збільшуючи тим самим осередок пожежі. По плівці ЛЗР, що розтікалася по поверхні води, пожежа може поширюватися на значну відстань. Крім того, вода має здатність викликати значне псування деяких матеріалів, тому її не можна використовувати для гасіння цінного устаткування, бібліотек, музеїв і т.п.

Водні розчини солей застосовуються для гасіння речовин, які погано змочуються водою (бавовна, торф).

Зверніть увагу! У воду додають поверхнево-активні речовини, піноутворювач, сульфонали, сульфонати та ін.

Піна широко застосовується для гасіння легкозаймистих рідин. *Вогнегасна дія піни* полягає в тому, що, покриваючи поверхню речовини, яка горить, вона обмежує доступ горючих газів та парів у зону горіння, ізолює речовину від зони горіння й охолоджує найбільш нагрітий верхній шар речовини.

Для неперервного подання піни при гасінні великих пожеж застосовують спеціальні піноутворювальні апарати – стволи повітряно-пінні (СПП), піногенератори (ГПС).

На практиці застосовують *два види піни*: хімічну та повітряно-механічну.

Хімічну піну отримують при взаємодії лужного й кислотного розчинів за наявності піноутворювача.

Зверніть увагу! Така піна складається із 80% вуглекислого газу, 19,7% води та 0,3%

піноутворювальної речовини. Її густина становить близько $0,2 \text{ г/см}^3$, кратність – 5 (відношення об'єму піни до об'єму розчину, з якого вона утворена), стійкість – до 40 хв.

Повітряно-механічна піна утворюється при механічному змішуванні повітря, води та піноутворювача.

Зверніть увагу! Частиці цих компонентів становлять відповідно 90%, 9,4 – 9,8% та 0,2 – 0,6%. Повітряно-механічна піна буває низької кратності (до 10), середньої (10...200) та високої (більше 200). Її стійкість залежить від піноутворювача й становить до 20 хв, але зі збільшенням кратності вона зменшується.

Інертні й негорючі гази, головним чином вуглекислий газ та азот, знижують концентрацію кисню в осередку пожежі й гальмують інтенсивність горіння.

Інертні та негорючі гази *застосовуються*, як правило, для гасіння легкозаймистих і горючих рідин, твердих речовин і матеріалів, устаткування під напругою, а також у випадках, коли застосування води чи піни не дає дієвого ефекту або воно є небажаним з огляду на значні збитки (в музеях, картинних галереях, архівах, приміщеннях з комп'ютерною технікою тощо).

Найбільший ефект досягається при гасінні інертними та негорючими газами пожеж у замкнутих об'ємах, однак при цьому необхідно враховувати можливість токсичної дії на людей вуглекислого газу.

Зверніть увагу! Вогнегасна концентрація цих газів при гасінні пожежі в закритому приміщенні становить 30 – 35% до об'єму приміщення.

Вогнегасна дія *галогеновуглеводнів (хладонів)* полягає у хімічному гальмуванні реакцій горіння шляхом розривання ланцюгових реакцій окиснення, тому їх називають інгібіторами, або антикаталізаторами.

Порівняно з вуглекислим газом вони є більш ефективними та завдяки змочуванню можуть застосовуватися для гасіння тліючих речовин і матеріалів.

До *недоліків* галогеновуглеводнів можна віднести їх високу корозійну активність, токсичність та вартість.

Зверніть увагу! 1. Вогнегасні концентрації галогенопохідних вуглеводнів у відсотках за об'ємом: бромистий метилен – 2,4%; йодистий метилен – 2,7%; тетрафторброметан – 7,5%; бромистий етил – 8,6%; дихлормонофтор-метан – 9,5%.

2. При використанні галогеновуглеводнів для гасіння пожежі необхідно дотримуватися правил безпеки. Зокрема, приведення в дію хладонових установок пожежегасіння допускається лише після евакуації людей з приміщення.

Вогнегасні порошки являють собою дрібно подрібнені мінеральні солі з різноманітними домішками, що протидіють злежуванню та утворенню грудок.

Порошки *характеризуються* високою вогнегасною спроможністю й універсальністю щодо сфери застосування.

Вогнегасні порошки можна *використовувати* для різноманітних способів пожежегасіння, в тому числі для інгібування та подавлення горіння вибухом, крім того, при плавленні ізолюють реагуючі речовини від зони горіння.

Розрізняють порошки *загального й спеціального призначення*.

Зверніть увагу! Основним компонентом порошка ПСБ є бікарбонат натрію (технічна сода); ПФ – діамоній фосфат; ПС – карбонат натрію; СН – сілікогель, насичений хладоном.

Стиснуте повітря, яке подається знизу, переміщує нижні, більш холодні шари рідини вгору, зменшуючи температуру верхнього шару.

Коли температура верхнього шару стає меншою за температуру займання, горіння припиняється.

Стиснуте повітря *використовують* при гасінні пожеж у резервуарах нафтопродуктів великої місткості.

Гасіння невеликих осередків пожежі може здійснюватися піском, покривалом з повстини, азбесту, брезенту та інших матеріалів.

Метод полягає в *ізолюванні* зони горіння від повітря і *механічному збиванні* полум'я.

Вибір вогнегасної речовини залежить від характеру пожежі, властивостей та агрегатного стану речовин, що горять, параметрів пожежі (у відкритому або закритому повітрі), вогнегасної здатності щодо гасіння конкретних речовин і матеріалів, ефективності способу гасіння пожежі.

Класифікація пожеж відповідно до стандарту ISO № 3941-77 та ГОСТ 27331-87, а також рекомендації щодо вогнегасних речовин наведені у таблиці 10.2

Таблиця 10.2

Класифікація пожеж та рекомендовані вогнегасні речовини

Клас пожежі	Символ класу пожежі	Характеристика горючих речовин та матеріалів або об'єкта, що горить	Рекомендовані вогнегасні речовини
A		Тверді речовини, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням	Усі види вогнегасних речовин
B		Легкозаймисті та горючі рідини, а також тверді речовини, які розтоплюються (нафтопродукти, спирти, каучук, деякі синтетичні матеріали та ін.)	Розпилена вода, всі види пін, порошки, речовини на основі галогено-алкідів, стиснуте повітря
C		Горючі гази (водень, ацетилен, вуглеводні та ін.)	Порошки; гази: інертні (азот, CO ₂), галогеновуглеводні; вода (для охолодження)
D		Метали та їх сплави (калій, натрій, алюміній, магній тощо).	Порошки (при спокійному подаванні на поверхню, що горить)
E		Електроустановки під напругою	CO ₂ , хладони, порошки

4. Технічні засоби ліквідації пожеж

Усі установки й засоби, що застосовуються для гасіння пожеж, поділяються на *первинні, пересувні та стаціонарні* (автоматичні).

До **первинних засобів** пожежогасіння належать вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, лопати, ящики з піском, негорючі теплоізоляційні полотна) та пожежний інструмент (багри, ломы, сокири), що розміщуються на спеціальних пожежних стендах (щитах).

Зверніть увагу! Вогнегасники й пожежний інвентар повинні мати червоне пофарбування, а бочки з водою та ящики з піском ще й відповідні надписи білою фарбою. Пожежний інструмент фарбується у чорний колір.

NON MULTA, SED MULTUM

Визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння слід проводити з урахуванням фізико-хімічних і пожежонебезпечних властивостей горючих речовин, їх взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків та установок. Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначають окремо для кожного поверху й приміщення згідно з Типовими нормами належності вогнегасників. Коли в одному приміщенні знаходяться декілька різних за пожежною небезпекою виробництв, не відділених один від одного протипожежними стінами, то всі ці дільниці забезпечують засобами пожежогасіння за нормами найбільш небезпечного виробництва.

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння у виробничих, складських, допоміжних приміщеннях, будинках, спорудах, а також на території підприємств повинні встановлюватися *спеціальні пожежні щити* (стенди).

Пожежні щити (стенди) мають встановлюватися на території об'єкта площею, більшою ніж 200 м^2 , з розрахунку один щит (стенд) на 5000 м^2 захищеної площі, або так, щоб до найдалшої будівлі було не більше 100 м , а від сховищ з вогнебезпечними матеріалами – не більше 50 м .

До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщуються на щиті, слід включати:

- вогнегасники – 3 шт. ;
- ящик з піском – 1 шт. ;
- пожежне покривало розміром $2 \times 2 \text{ м}$ – 1 шт. ;
- гаки – 3 шт. ;
- лопати, ломы, сокири – по 2 шт.

Зверніть увагу! На пожежних щитах (стендах) повинні розміщуватися ті первинні засоби гасіння пожежі, які можуть застосовуватись у цьому приміщенні, споруді.

NON MULTA, SED MULTUM

Пожежні покривала повинні мати розмір, не менший ніж $1 \times 1 \text{ м}$. Їх призначено для гасіння невеликих осередків пожеж у разі займання речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря. У місцях застосування та зберігання ЛЗР і ГР мінімальні розміри пожежних покривал збільшуються до величин $2 \times 1,5$ і $2 \times 2 \text{ м}$ відповідно. Пожежні покривала придатні для гасіння пожеж класів А, В, D згідно з ГОСТ 27331-87 «Пожарная техника. Классификация пожаров».

Бочки з водою повинні встановлюватись у виробничих, складських та інших приміщеннях, спорудах у разі відсутності внутрішнього протипожежного водогону й за наявності горючих матеріалів, а також на території об'єктів, індивідуальних (садибних) житлових будинків, садових, дачних будинків. Їх кількість у приміщеннях має визначатися з розрахунку одна бочка на $250...300 \text{ м}^2$ захищеної площі. Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння повинні мати місткість, не меншу ніж $0,2 \text{ м}^3$, і мають бути укомплектовані пожежним відром місткістю, не меншою ніж $0,008 \text{ м}^3$.

Ящики для піску повинні мати місткість $0,5, 1,0$ або $3,0 \text{ м}^3$ і бути укомплектовані совковою лопатою. Ящики для піску, які є елементом конструкції пожежного стенда, повинні мати місткість, не меншу ніж $0,1 \text{ м}^3$.

Вогнегасник – технічний засіб, призначений для припинення горіння подаванням вогнегасної речовини, що міститься в його корпусі, під дією надлишкового тиску, за масою та конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною.

Вогнегасники призначені для гасіння пожеж на початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони.

Зверніть увагу! 1. Вогнегасники характеризуються високою вогнегасною спроможністю та значною швидкістю. За способом транспортування вогнегасної речовини вогнегасники випускаються двох видів: переносні (об'ємом корпусу $1...10 \text{ л}$; загальною вагою, не більшою ніж 20 кг) і пересувні (об'ємом корпусу більшим ніж 25 л , на спеціальних пристроях з колесами).

2. Створення надлишкового тиску, завдяки якому здійснюється викидання вогнегасної речовини з вогнегасника, може здійснюватися: газом-витискувачем, що знаходиться в окремому малолітражному балоні, котрий може знаходитися як усередині, так і зовні корпусу вогнегасника; газом-витискувачем, що знаходиться в корпусі вогнегасника (закачані); газом, що утворюється у результаті хімічної реакції.

За призначенням **вогнегасники** можуть бути двох типів:

- вогнегасник загального призначення – вогнегасник, призначений для забезпечення протипожежного захисту об'єкта;
- вогнегасник спеціального призначення – вогнегасник, призначений для забезпечення протипожежного захисту об'єкта зі специфічними умовами експлуатації та (або) особливостями пожежної небезпеки виробництва і (або) за конструктивним виконанням відрізняється від вогнегасника загального призначення.

Залежно від вогнегасної речовини вогнегасники поділяються на:

- водяні (із зарядом води чи води з домішками);
- пінні (хімічно-пінні, повітряно-пінні);
- газові (вуглекислотні, хладонові);
- порошкові;
- комбіновані (піна – порошок).

Хімічно-пінні вогнегасники (ВХП-10) призначені для гасіння ЛЗР і ГР, а також твердих горючих речовин та матеріалів.

Зверніть увагу! У корпусі вогнегасника ВХП-10 знаходиться лужна частина заряду, а в стакані – кислота. У результаті реакції утворюється значна кількість вуглекислого газу, який інтенсивно перемішує рідину, утворюючи при

цьому піну. Завдяки надлишковому тиску CO₂ через отвір у корпусі викидується струмінь хімічної піни на відстань 6...8 м.

Повітряно-пінні вогнегасники (ВПП-5; ВПП-10; ВПП-100) призначені для гасіння ЛЗР і ГР, а також твердих горючих речовин та матеріалів.

Зверніть увагу! 1. Зарядом вогнегасника ВПП-10 є 6-процентний водяний розчин піноутворювача, що знаходиться в корпусі. Надлишковий тиск, завдяки якому піноутворювач виходить (витискається) з корпусу вогнегасника, створюється вуглекислою, яка у зрідженому стані знаходиться в балончику. Повітряно-механічна піна утворюється в піногенераторі, де розчин, що виходить із корпусу через сифонну трубку та рукав, змішується з повітрям. На відміну від хімічної, повітряно-механічна піна не викликає корозію, більш екологічна, однак має меншу стійкість.

2. Пінні вогнегасники (хімічно- та повітряно-пінні) **не можуть застосовуватися** для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, а також лужних і лужноземельних металів та їх карбідів, оскільки до складу піни входить вода.

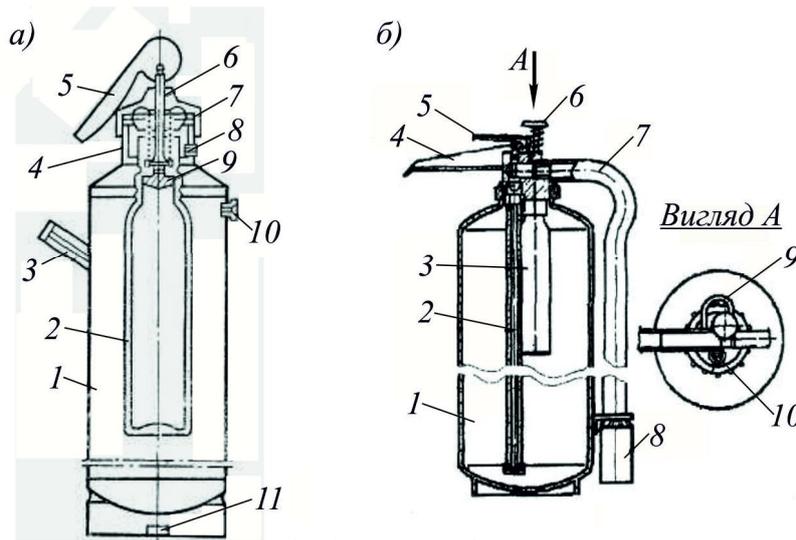


Рис. 10.3. Пінні переносні вогнегасники:

- а) – вогнегасник хімічно-пінний ВХП-10:** 1 – корпус; 2 – кислотний стакан; 4 – горловина; 3, 5, 11 – рукоятка; 6 – шток; 7 – кришка; 8 – сприск; 9 – клапан; 10 – запобіжники;
- б) – вогнегасник повітряно-пінний ВПП-10:** 1 – корпус; 2 – сифонна трубка; 3 – балончик; 4 – ручка; 5 – важіль керування клапаном; 6 – пускова кнопка; 7 – рукав; 8 – піногенератор; 9 – запобіжник; 10 – запобіжний клапан

Вуглекислотні вогнегасники (ВВ-2, ВВ-5, ВВ-8, ВВ-25, ВВ-80) застосовуються для гасіння ЛЗР та ГР, твердих горючих речовин і матеріалів, електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В, а також цінних предметів.

Вогнегасна дія вуглекислого газу, який є основним компонентом цих вогнегасників, у вигляді вуглекислоти ґрунтується на зниженні концентрації кисню у зоні горіння та охолодженні об'єкта, що горить.

Зверніть увагу! 1. У вогнегаснику ВВ-2 вуглекислота знаходиться в корпусі (товстостінний металевий балон) у зрідженому стані (при високому тиску). У разі натискання на важіль керування клапаном вуглекислота під тиском виходить у розтруб, де в результаті різкого розширення (в 500 разів за об'ємом) та швидкого випаровування утворюється снігоподібна маса з

температурою близько -70°C .

2. Вуглекислотні вогнегасники *не можна застосовувати* для гасіння гідрофільних ЛЗР (спирти, ацетон і т.д.), у яких CO_2 добре розчиняється, лужних та лужноземельних металів, тліючих речовин (відсутнє змочування), а також речовин, які можуть горіти без доступу повітря (магній, целулоїд).

Хладонові (аерозольні) вогнегасники (ВАХ, ВХ-3, ВВБ-3А, ВХ-7) призначені для гасіння електроустановок під напругою до 380 В, різноманітних тліючих матеріалів, горючих твердих та рідких речовин, за винятком лужних і лужноземельних металів та їх карбідів, а також речовин, здатних горіти без доступу повітря.

Зверніть увагу! Як вогнегасну речовину у хладонових вогнегасниках використовують галогеновуглеводні (бромистий етил, хладон 11В2 та ін.). Ці матеріали не замерзають при виході із запірно-пускового пристрою і вимагають створення значно меншого (0,9 МПа) тиску в балоні, що дозволяє використовувати тонкостінні балони, вага яких є невеликою.

Порошкові вогнегасники (ВП-1, ВП-2, ВП-5, ВП-10, ВП-100) є універсальними і характеризуються широким діапазоном застосування. На відміну від інших видів вогнегасників, ними можна гасити лужні й лужноземельні метали та їх карбіди.

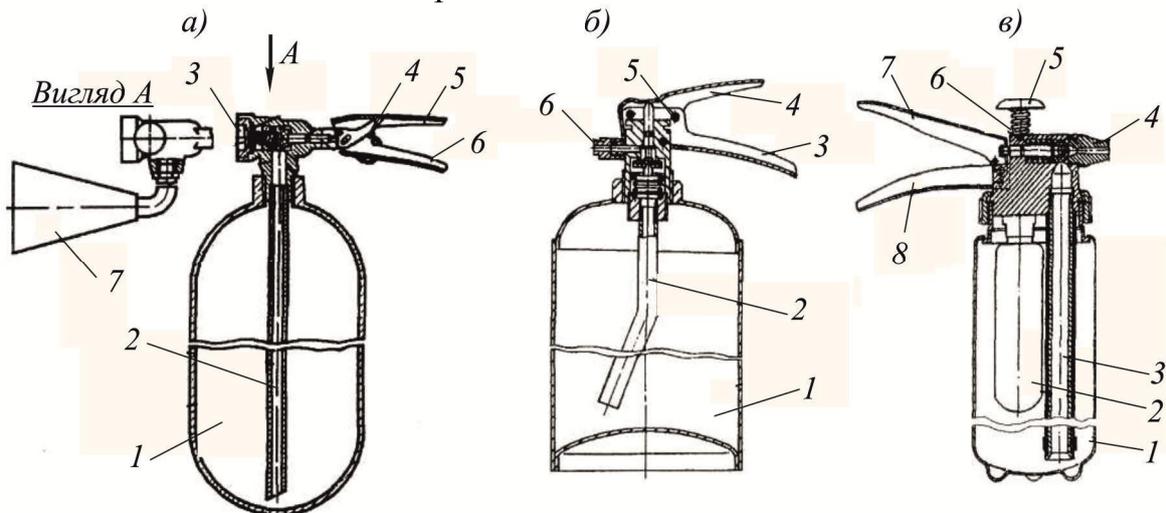


Рис. 10.4. Газові і порошковий переносні вогнегасники:

- а) – вогнегасник вуглекислотний ВВ-2:** 1 – корпус; 2 – сифонна трубка; 3 – запобіжна мембрана; 4 – запобіжна чека; 5 – важіль керування клапаном; 6 – ручка; 7 – розтруб;
- б) – вогнегасник хладоновий ВХ-3:** 1 – корпус; 2 – сифонна трубка; 3 – ручка; 4 – важіль керування клапаном; 5 – запобіжна чека; 6 – насадка-розпилювач;
- в) – вогнегасник порошковий ВП-1Б:** 1 – корпус; 2 – балончик; 3 – сифонна трубка; 4 – насадка-розпилювач; 5 – пускова кнопка; 6 – запобіжна чека; 7 – важіль керування клапаном; 8 – ручка

Вуглекислотно-брометиллові вогнегасники (ВВБ-7) призначені для гасіння невеликих осередків горіння волокнистих та інших твердих матеріалів, а також електроустаткування.

Зверніть увагу! До *недоліків* вуглекислотно-брометиллових вогнегасників відносять токсичність парів бромистого етилу, а також здатність останнього створювати суміші з повітрям у вибухонебезпечних концентраціях.

Вибір типу й визначення необхідної кількості вогнегасників для оснащення приміщень виконують відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні з урахуванням їх вогнегасної спроможності, граничної захищувальної площі, карегорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою, а також класу можливої пожежі.

Придатність переносних і пересувних вогнегасників до гасіння пожеж різних класів та діапазон температур їх експлуатації наведено у таблиці 10.3.

Таблиця 10.3

Придатність вогнегасників до гасіння пожеж

Тип вогнегасника	Придатність до гасіння пожеж класів				Діапазон температур експлуатації, не менше
	А	В	С	Д	
Порошковий	+	+	+	+	-20°C – +50°C, або -30°C – +50°C, або -40°C – +50°C, або -50°C – +50°C
Водопінний	+	+	-	-*	+5°C – +50°C, або 0°C – +50°C, або -10°C – +50°C, або -20°C – +50°C
Водопінний аерозольний	+	+	-	+	0°C – +50°C
Водяний	+	+**	-	-*	+5°C – +50°C, або 0°C – +50°C, або -10°C – +50°C, або -20°C – +50°C
Вуглекислотний	-	+	-	+	-20°C – +50°C

Примітка: знак «+» означає придатність вогнегасника для гасіння пожеж цього класу; «-» – непридатність; * – застосування, небезпечне для життя; ** – для водяних вогнегасників із зарядом води з домішками, що забезпечують гасіння пожеж класу В

Громадські та адміністративно-побутові будинки на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше.

Слід передбачати по одному вуглекислотному вогнегасникові з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг та більше:

- на 20 м² площі підлоги у таких приміщеннях: офісні приміщення з ПЕОМ, комори, електрощитові, вентиляційні камери й інші технічні приміщення;
- на 50 м² площі підлоги приміщень архівів, машзалів, бібліотек, музеїв.

Переносні вогнегасники розміщують шляхом навішування за допомогою кронштейнів на вертикальні конструкції на висоті, не більшій ніж 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника, і на відстані від дверей, достатній для їх повного відчинення, або встановлюють у пожежні шафи пожежних кранів, на пожежні щити чи стенди, підставки чи спеціальні тумби.

Розміщення вогнегасників за допомогою кронштейнів на вертикальні конструкції, установлення їх у пожежних шафах або тумбах має бути виконано таким чином, щоб забезпечувати можливість прочитування маркувальних написів на їх корпусах.

Зверніть увагу! Вогнегасники слід розміщувати у легкодоступних і помітних місцях, а також поблизу місць, де найбільш імовірна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їх захист від дії сонячних променів,

опалювальних та нагрівальних приладів, а також хімічно агресивних речовин (середовищ), які можуть негативно вплинути на їх працездатність.

Відстань між місцями розташування вогнегасників не повинна перевищувати:

- 15 м – для приміщень категорій А, Б, В.
- 20 м – для приміщень категорій В, Г, а також для громадських будівель і споруд.

NON MULTA, SED MULTUM

На транспортних засобах переносні вогнегасники розміщують у кабіні біля водія в легкодоступному для нього місці й установлюють за допомогою кронштейнів. Конструкція кронштейна згідно з ГОСТ 12.2.037-78 повинна надійно утримувати вогнегасник, не закривати своїми елементами маркувальні написи на його корпусі, бути зручною для встановлення та оперативного зняття. Вогнегасники, котрі розміщують поза кабіною, потрібно захищати від впливу атмосферних опадів, сонячних променів і бруду. Згідно з НАПБ В.01.054-98/510 забороняється зберігання вогнегасника в багажнику легкового автомобіля, кузові вантажного автомобіля та інших місцях, доступ до яких обмежений.

Зверніть увагу! Вогнегасники, які розміщуються поза межами приміщень або в неопалювальних приміщеннях і не призначені для експлуатації за температури, нижчої ніж 5°C, на холодний період року необхідно переносити в придатне для їх зберігання приміщення. У таких випадках на пожежних щитах та стендах повинна розміщуватись інформація про місце розташування вогнегасників.

У приміщеннях, у яких немає постійного перебування працівників, вогнегасники слід розміщувати ззовні приміщень або біля входу до них.

NON MULTA, SED MULTUM

Будинки та споруди, котрі зводяться та реконструюються, повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння з розрахунку:

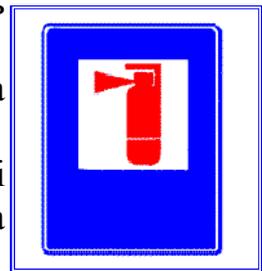
- на 200 м² площі підлоги – один вогнегасник (якщо площа поверху менша за 200 м² – два вогнегасники на поверх), бочка з водою, ящик з піском;
- на кожні 20 м довжини риштування (на поверхах) – один вогнегасник (але не менше двох на поверсі), а на кожні 100 м довжини риштування – бочка з водою;
- на 200 м² площі покриття з утеплювачем та покрівлями з горючих матеріалів груп горючості Г3, Г4 згідно з ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва» – один вогнегасник, бочка з водою, ящик з піском.

Указані місця повинні оснащуватися вогнегасниками водяними чи водопінними місткістю 10 кг або порошковими місткістю, не меншою ніж 5 кг, згідно з ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань».

Підходи до місця розташування вогнегасників мають бути завжди вільними.

Для зазначення місцезнаходження вогнегасників на об'єктах повинні встановлюватися вказівні знаки.

Знаки розташовують на видних місцях на висоті 2,0...2,5 м від рівня підлоги як усередині, так і поза приміщеннями.



До пересувних пожежних засобів належать пожежні машини, поїзди, катери, літаки, танки, а також пожежні автонасоси та мотопомпи.

Стаціонарні установки пожежогасіння являють собою апарати, трубопроводи й обладнання, які встановлені на постійних місцях і призначені для подачі вогнегасних речовин до місць займання.

Стаціонарні установки поділяються на автоматичні, напівавтоматичні та ручні.

Зверніть увагу! Як вогнегасна речовина в стаціонарних установках пожежогасіння застосовується вода, піна, порошки, газові та аерозольні вогнегасні речовини.

Автоматична система для гасіння пожежі – сукупність стаціонарно встановлених спеціальних технічних засобів пожежогасіння, які гасять осередки спалаху за рахунок спеціальної речовини.

Автоматичні установки призначені:

- для виявлення осередку пожежі;
- для забезпечення подачі та випуску вогнегасної речовини;
- для оповіщення про пожежу.

Автоматичні системи пожежогасіння класифікують за типом вогнегасної речовини:

- газове пожежогасіння, у системах застосовують аргон, хладон (23, 125, 218, 227e, 318ц), азот, CO₂ і т.д;
- водяна система пожежогасіння (вода, водяна пара), пінне і водно-пінне автоматичне пожежогасіння, системи тонкодисперсного розпилення води;
- системи порошкового пожежогасіння;
- аерозольні автоматичні системи пожежогасіння;
- комбіновані автоматичні системи пожежогасіння.

До автоматичних установок гасіння пожеж розпиленою водою відносять *спринклерні та дренчерні установки*.

Спринклерні установки можуть бути трьох видів:

- водяні використовуються у приміщеннях з мінімальною температурою повітря 5 °С і вище;
- водоповітряні;
- повітряні використовуються для неопалюваних приміщень.

NON MULTA, SED MULTUM

Установка водяної системи складається з мережі трубопроводів, заповнених водою під тиском, на яких розташовані спринклери (зрошувачі) з таким розрахунком, щоб кожним зрошувалося 9...12 м² площі підлоги захищованого приміщення. Вихідні отвори у спринклерній головці звичайно закриті легкоплавким замком. При підвищенні температури він плавиться, звільнюється скляний клапан і відкривається вихід воді. Сплав для з'єднання пластинок замка розраховують на температуру плавлення 72, 92, 141 та 182 °С. Як тільки відкривається хоча б один спринклер, то відразу автоматично подається сигнал тривоги пристроями оповіщення.

Зверніть увагу! У спринклерних установках спрацьовують лише ті зрошувачі, що знаходяться в зоні високої температури (в осередку пожежі), крім того, вони характеризуються досить високою інерційністю – спрацьовують лише через 2...3 хв від моменту підвищення температури у приміщенні.

Дренчерні установки – установки групової дії, в яких на трубопроводах, змонтованих під перекриттям, установлюють дренчери (спринклерні головки без замків) з відкритими вихідними отворами для води. Звичайно вихід води у мережу закритий клапаном групової дії. Установка має комбіноване управління: автоматичне і ручне.

Зверніть увагу! *Дренчерні установки* групової дії використовують як водяні завіси з дистанційним або ручним управлінням для захисту прорізів (дверних, віконних), а також для розділення приміщень, щоб локалізувати осередок пожежі.

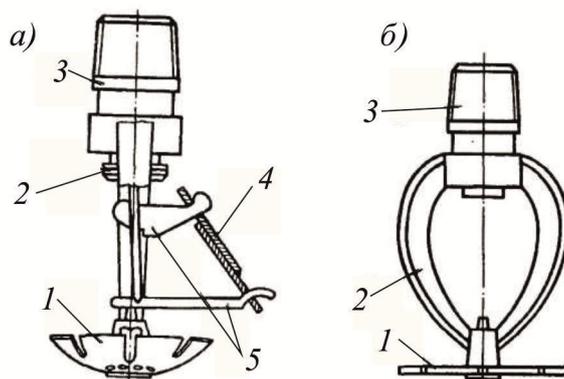


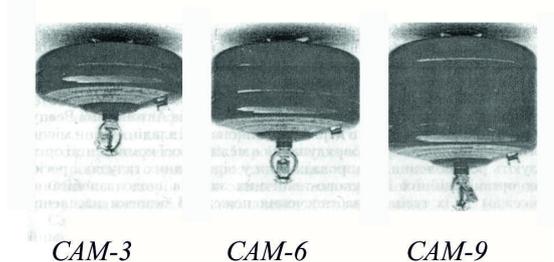
Рис. 10.5. Зрошувачі:

а) спринклерний: 1 – розетка; 2 – клапан; 3 – штуцер; 4 – легкоплавкий замок; 5 – важіль керування клапаном;

б) дренчерний: 1 – розетка; 2 – утримуючі дужки; 3 – штуцер

Модульні установки пожежегасіння (ПУМА-12П, САМ) – стаціонарні нетрубопровідні автоматичні установки пожежегасіння, які передбачають розміщення ємкості з вогнегасною речовиною та пусковим пристроєм безпосередньо в захищуваному приміщенні. При досягненні температури в зоні встановлення апарату відбувається викид вогнегасної речовини (порошку) і ліквідація займання у захищуваному об'ємі.

Зверніть увагу! Приміщення, обладнані автоматичними стаціонарними установками пожежегасіння, забезпечуються вогнегасниками на 50%, виходячи з їх розрахункової кількості.



ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

1. Організація управління охороною праці в будівельних організаціях.
2. Служба охорони праці будівельної організації (умови створення й діяльність).
3. Навчання посадових осіб і робітників із питань охорони праці (навчання, перевірка знань, інструктажі).
4. Порядок розслідування нещасних випадків на підприємстві.
5. Вимоги безпеки при влаштуванні штучних основ і фундаментів.
6. Вимоги безпеки при виконанні кам'яних робіт.
7. Вимоги безпеки при виконанні бетонних і залізобетонних робіт.
8. Вимоги до техніки безпеки при електрозварювальних роботах.
9. Вимоги до техніки безпеки при газозварювальних роботах.
10. Вимоги до техніки безпеки при виконанні паяльних робіт.
11. Вимоги безпеки при виконанні монтажних робіт.
12. Вимоги безпеки при виконанні опоряджувальних робіт і робіт з улаштування теплоізолювальних фасадних систем.
13. Безпечна організація ізоляційних робіт.
14. Безпечна організація фарбувальних робіт.
15. Вимоги безпеки при виконанні покрівельних робіт.
16. Вимоги безпеки при виконанні електромонтажних робіт.
17. Вимоги безпеки при монтажі інженерного обладнання будівель і споруд.
18. Вимоги безпеки при установці й закріпленні болтів під технологічне обладнання.
19. Вимоги безпеки при випробуванні інженерного обладнання будівель і споруд.
20. Вимоги безпеки при виконанні робіт із реконструкції будівель та споруд.
21. Охорона навколишнього середовища під час будівництва і реконструкції об'єктів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Батлук В. А. Охорона праці у будівельній галузі: навчальний посібник / В. А. Батлук, Г. Г. Гогіташвілі. – К.: Знання, 2006. – 550 с.
2. Бергельсон В. Н. Электробезопасность в строительстве / В. Н. Бергельсон, Л. И. Бржезицкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будівельник, 1987. – 208 с.
3. Денисенко Г. Ф. Охрана труда: [учеб. пособие для инж.-экон. спец. вузов] / Денисенко Г. Ф. – М.: Высш. шк., 1985. – 319 с.
4. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 року (зі змінами від 16.10.2012 № 5459-VI) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://statelaw.pp.ua/закон-україни-про-охорону-праці>.
5. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7–2002 – [Чинний від 2003-05-01]. – К.: Держбуд України, 2003. – 80 с. (Державні будівельні норми України).
6. Золотницький Н. Л. Охрана труда в строительстве / Н. Л. Золотницький, В. А. Пчелинцев. – М.: Высш. шк., 1978. – 408 с.
7. Золотницький Н. Л. Инженерные решения по технике безопасности в строительстве / Н. Л. Золотницький, А. Н. Гнускин, В. И. Максимов, Г. А. Михайлова, М. А. Чулюков. – М.: Стройиздат, 1969. – 264 с.
8. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕС 62305:2006, NEQ): ДСТУ Б В.2.5-387:2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 62 с. – (Національний стандарт України).
9. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006-10-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 76 с. – (Державні будівельні норми України).
10. Инженерные решения по охране труда в строительстве / [под ред. Г. Г. Орлова]. – М.: Стройиздат, 1986. – 278 с.
11. Кондратьев А. И. Охрана труда в строительстве / А. И. Кондратьев, Н. М. Местечкина. – М.: Вища школа, 1990. – 352 с.
12. Крикунов Г. Н. Охрана труда в строительстве / Г. Н. Крикунов, П. Т. Резниченко. – К.: Вища школа, 1987. – 240 с.
13. Кузнецов Ю. М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта / Кузнецов Ю. М. – М.: Транспорт, 1986. – 272 с.
14. Максименко Г. Т. Техника безопасности при применении пожароопасных, взрывоопасных и токсичных материалов / Г. Т. Максименко, В. М. Покровский. – К.: Будівельник, 1982. – 144 с.
15. Орлов Г. Г. Охрана труда в строительстве / Орлов Г. Г. – М.: Высшая школа, 1984. – 346 с.
16. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения: справочник / [Русин В. И., Орлов Г. Г., Неделько Н. М. и др.] – К.: Будівельник, 1990. – 208 с.
17. Охрана труда в строительстве / [Пчелинцев В. А. и др.] – М.: Высшая школа, 1991. – 272 с.

18. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва»). Частина 1. Технологічна та виконавча документація. – Київ, 1997. – 62 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://profidom.com.ua/a-3/a-3-1/2231-posibnik-z-rozrobki-projektiv-organizaciji-budivnictva-i-projektiv-vikonanna-robit-do-dbn-a-3-1-5-96-organizacija-budivelnogo-virobnictva-ch-1-tehnologichna-ta-vikonavcha-dokumentacija->
19. Правила пожежної безпеки України: НАПБ А.01.001-2014. – [Чинний від 05.03.2015]. – К.: МНС України, 2015. – 86 с. – (Нормативний акт пожежної безпеки).
20. Практикум із охорони праці: навчальний посібник / [В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук та ін.]; за ред. В. Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
21. Пугач В. І. Охорона праці в будівництві: навчальний посібник / В. І. Пугач, Г. С. Люлька. – Х.: Рубікон, 1998. – 304 с.
22. Пчелинцев В. А. Охрана труда в производстве строительных изделий и конструкций / В. А. Пчелинцев, Д. В. Виноградов, Д. В. Коптев. – М.: Высш. шк., 1986. – 311 с.
23. Рожков А. П. Пожежна безпека: навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України / Рожков А. П. – К.: Пожінформтехніка, 1999. – 256 с.
24. Ройтман М. Я. Противопожарное нормирование в строительстве / Ройтман М. Я. – М.: Стройиздат, 1985. – 590 с.
25. Русин В. И. Охрана труда в сельском строительстве / В. И. Русин, Г. Г. Орлов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 252 с.
26. Салов А. И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта / Салов А. И. – М.: Транспорт, 1985. – 351 с.
27. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення (ДБН А.3.2-2-2009): НПАОП 45.2-7.02-12. – [Чинний від 2012-04-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с. – (Державні будівельні норми України).
28. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014. – [Чинний від 2014-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014 – 36 с. – (Державні будівельні норми України) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://afo.com.ua/doc/DBN_A.2.2-3-2014.pdf.
29. Справочник по технике безопасности / [под ред. Долина П. А.]. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 823 с.
30. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2009. – [Чинний від 2012-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с. – (Державні будівельні норми України).

Навчально-методичне видання

Пахомов Роман Іванович,
Дяченко Євген Володимирович,
Зима Олександр Євгенійович

**КУРС ЛЕКЦІЙ З ДИСЦИПЛІНИ
«БЕЗПЕКА В ГАЛУЗІ ТА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»**

для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і
дистанційної форм навчання

Комп'ютерна верстка Р. І. Пахомов
Редактор Я. В. Новічкова
Коректор І. Л. Петренко

Друк RISO
Обл.-вид. арк. 12,2

Поліграфічний центр
Полтавського національного технічного університету
імені Юрія Кондратюка
36601, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24
Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції
Серія ДК № 3130 від 06.03.2008

Віддруковано з оригінал-макета ПЦ ПолтНТУ

