

658.382.3(045)

К 55

О.В. Кобилянський

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Ч. II

3999 - 68

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О.В. Кобилянський

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Ч. II

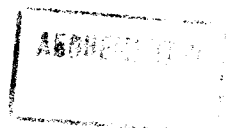
НТБ ВНТУ



3999-68

658.382.3(075 К 55 2007

Кобилянський О.В. Основи охорони праці



Рекомендовано Вченою радою Вінницького національного технічного університету як навчальний посібник для студентів електротехнічних спеціальностей. Протокол № 5 від 28 грудня 2006 р.

Вінниця ВНТУ 2007

УДК 658.382.3

К 55

Рецензенти:

В. Р. Сердюк, доктор технічних наук, професор

В. М. Кутін, доктор технічних наук, професор

Н.І. Довбиш, начальник інспекції Держенергонагляду у Вінницькій області

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Кобилянський О.В.

К55 Основи охорони праці (в двох частинах). Ч.ІІ: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 171 с.

У посібнику викладені основні аспекти законодавства про охорону праці в Україні, основ фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії, основ техніки безпеки та пожежної безпеки.

Розрахований на студентів вищих навчальних закладів. Може бути рекомендований посадовим особам, відповідальним за організацію безпечних умов праці, працівникам і спеціалістам при проходженні курсів підвищення кваліфікації.

УДК 658.382.3



© О. В. Кобилянський, 2007

ЗМІСТ

3 ОСНОВИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	5
3.1. Загальні вимоги безпеки до технологічного обладнання та процесів	5
3.1.1. Безпечність технологічного обладнання.....	5
3.1.2. Механізація і автоматизація технологічних процесів та обладнання.....	7
3.1.3. Дистанційне спостереження і керування.....	9
3.1.4. Контрольно-вимірювальні засоби.....	12
3.1.5. Блокувальні і сигнальні пристрої.....	14
3.1.6. Загальні вимоги до розташування обладнання.....	17
3.1.7. Організація робочих місць.....	19
3.2. Безпека при експлуатації систем під тиском і криогенної техніки	22
3.2.1. Посудини, що працюють під тиском.....	22
3.2.2. Причини аварій і нещасних випадків при експлуатації систем, що працюють під тиском.....	23
3.2.3. Загальні вимоги до посудин, що працюють під тиском.....	23
3.2.4. Вимоги до арматури, запобіжних пристроїв, контрольно-вимірювальних приладів.....	24
3.2.5. Розміщення посудин.....	28
3.2.6. Реєстрація посудин.....	29
3.2.7. Утримання та обслуговування посудин.....	31
3.2.8. Технічне опосвідчення посудин.....	32
3.2.9. Безпека при експлуатації котельних установок.....	35
3.2.10. Безпека при експлуатації компресорних установок.....	36
3.2.11. Безпека при експлуатації балонів.....	37
3.2.12. Безпека при експлуатації трубопроводів.....	47
3.2.13. Безпека при експлуатації криогенної техніки.....	49
3.3. Безпека при вантажно-розвантажувальних роботах і на транспорті	54
3.3.1. Заходи безпеки при організації вантажно-розвантажувальних робіт.....	54
3.3.2. Безпека підйнятно-транспортного обладнання. Вимоги безпеки до вантажопідіймальних кранів.....	60
3.3.3. Безпека внутрішньозаводського і внутрішньоцехового транспорту. Внутрішньозаводські проїзди, дороги і тротуари.....	77
3.4. Електробезпека	81
3.4.1. Електрика промислова, статична і атмосферна.....	81
3.4.2. Електротравматизм та його особливості.....	81
3.4.3. Вплив електричного струму на організм людини.....	82
3.4.4. Фактори, які впливають на ступінь ураження людини електричним струмом.....	83
3.4.5. Основні причини електротравматизму.....	86

3.4.6	Організація безпечної експлуатації електроустановок.....	86
3.4.7	Захист від статичної електрики.....	90
3.4.8	Основні вимоги електробезпеки до приміщень, де встановлена електрична апаратура та обладнання.....	90
4	ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА.....	92
4.1.	Основні поняття та визначення пожежної безпеки.....	92
4.1.1.	Загальні відомості про пожежі.....	92
4.1.2.	Основні нормативні акти, що регламентують вимоги пожежної безпеки.....	94
4.1.3.	Поняття про пожежу та пожежну безпеку.....	96
4.1.4.	Основні причини пожеж.....	99
4.1.5.	Негативні та шкідливі чинники, пов'язані з пожежами.....	101
4.2.	Пожежонебезпечні властивості матеріалів та речовин.....	104
4.2.1.	Теоретичні основи процесу горіння.....	104
4.2.2.	Класифікація видів горіння.....	106
4.2.3.	Група горючості матеріалів та речовин.....	108
4.2.4.	Показники пожежної та вибухової небезпеки матеріалів і речовин.....	110
4.2.5.	Особливості горіння твердих горючих матеріалів.....	112
4.2.6.	Особливості горіння рідких речовин.....	114
4.2.7.	Особливості горіння пилоповітряної суміші.....	116
4.2.8.	Особливості горіння газів.....	118
4.2.9.	Умови самозаймання речовин.....	120
4.3.	Пожежовибухонебезпечність об'єктів.....	124
4.3.1.	Пожежовибухонебезпечні властивості матеріалів і речовин та сфера їх використання.....	124
4.3.2.	Класифікація приміщень за вибухопожежонебезпечністю... ..	129
4.3.3.	Обґрунтування категорії вибухопожежонебезпечності приміщень.....	132
4.3.4.	Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних зон за ПУЕ... ..	136
4.4.	Система попередження пожеж.....	140
4.4.1.	Призначення та засади системи попередження пожеж.....	140
4.4.2.	Вимоги до системи попередження пожеж.....	141
4.5.	Система пожежного захисту.....	143
4.5.1.	Суть і складові системи пожежного захисту.....	143
4.5.2.	Заходи щодо попередження розповсюдження пожежі.....	145
4.5.3.	Ступінь вогнестійкості будівель та споруд.....	147
4.5.4.	Пожежна сигналізація.....	151
4.5.5.	Способи і засоби пожежогасіння.....	152
4.5.6.	Протипожежне водопостачання.....	161
4.5.7.	Стаціонарні засоби гасіння пожеж.....	164
	Література.....	171

3 ОСНОВИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

3.1 Загальні вимоги безпеки до технологічного обладнання та процесів

3.1.1 Безпечність технологічного обладнання

Важлива роль у створенні безпечних умов праці належить новій техніці і технології.

Нині більшість робіт в промисловій галузі проводиться з широким використанням різноманітного технологічного обладнання. Безпечна праця з використанням технологічного обладнання можлива лише тоді, коли його конструкція відповідає вимогам техніки безпеки, виробничої санітарії та заходам протипожежної безпеки.

Технологічне обладнання, що використовується в різних галузях промисловості, надзвичайно різноманітне за принципом дії, конструктивними особливостями, типами та розмірами. Однак незважаючи на це існують деякі загальні вимоги, дотримання яких при конструюванні обладнання дозволяє забезпечувати вимоги безпеки в процесі його експлуатації.

У технічних завданнях, що складаються проектними організаціями на розробку нового технологічного обладнання, мають передбачатися вимоги щодо запобігання або зменшення на робочих місцях шуму, вібрації, пилу, тепловиділень та іншого шкідливого впливу до рівня, допустимого нормативними актами. При розробці і впровадженні у виробництво нових машин, механізмів і особливо пристосувань, необхідно мати на увазі той факт, що вони сприяють зростанню параметрів роботи обладнання (швидкості руху, температури, тиску, темпу праці та ін.), що в свою чергу може призвести до появи нових виробничих небезпек або шкідливостей. Тому, ще на етапі конструювання, дуже важливим є своєчасне виявлення можливих небезпек і планування необхідних заходів щодо запобігання випадкам травматизму або захворювань працюючих.

Методів забезпечення безпеки обладнання існує дуже багато, і з часом вони постійно розширюються та вдосконалюються. Усі методи забезпечення безпеки обладнання розподіляють на загальні та часткові.

До загальних методів належать механізація і автоматизація процесів, дистанційне управління і спостереження, блокування і сигналізація, надійність і міцність технологічного обладнання. Призначення часткових методів полягає у захисті обладнання від певної небезпеки. Такі методи інженерної безпеки досить різноманітні: це може бути герметизація, екранування, теплоізоляція, звукоізоляція, амортизація, огороження, заземлення та ін. Ці та інші методи розглянуто в наступних розділах посібника.

Безпека технологічного обладнання забезпечується правильним вибором принципів дії, конструктивних систем, матеріалів, робочих процесів тощо.

Крім цього, безпека праці забезпечується:

- використанням у конструкціях технологічного обладнання спеціальних захисних засобів;
- дотриманням ергономічних вимог;
- включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту машин та обладнання. У процесі експлуатації технологічне обладнання не повинно забруднювати навколишнє середовище шкідливими речовинами вище за встановлені норми і являти собою небезпеку з точки зору вибуху, пожежі.

Матеріали, що використовуються в конструкціях технологічного обладнання не повинні бути небезпечними або шкідливими, а ті елементи, з якими безпосередньо контактує людина, не можуть мати гострих кутів, нерівних, гарячих чи переохолоджених поверхонь.

Рухомі частини технологічного обладнання - маховики, шестерні кінці валів, а також пасові та ланцюгові передачі, що являють небезпеку для людини, повинні бути огорожені, або мати інші засоби захисту тих частин, огороження яких не допускається їх функціональним призначенням.

Огородженню підлягають також струмоведучі деталі електрообладнання, зони високих температур і шкідливих випромінювань, робочі місця, що розташовані на висоті.

Огородження або огорожувальні засоби захисту запобігають проникненню людини або частини її тіла в небезпечну зону.

Захисні пристрої залежно від виду технологічного обладнання, специфіки небезпечних або шкідливих виробничих чинників мають різноманітне конструктивне виконання. Вони бувають стаціонарні, рухомі та переносні (наприклад, огороження траншей, котлованів, колодязів та ін.). Вони повинні мати міцне кріплення до основного обладнання, надійно закриватися та легко відкриватися. При його зніманні зусилля не повинно перевищувати 80 Н. Огородження із сіток (репіток) розміщують на відстані понад 50 мм від рухомих частин технологічного обладнання.

Захисні пристрої не повинні погіршувати спостереження за роботою технологічного обладнання, вони мають максимально захищати від проникнення небезпечних або шкідливих чинників у виробниче середовище.

Розрізняють власне огороження, перила, кожухи, екрани, щити та ширми.

Для безпечного підходу до механізмів під час монтажу, демонтажу та експлуатації технологічного обладнання на металоконструкціях влаштовують площадки, галереї та драбини.

Площадки та драбини огорожують перилами з суцільною обшивкою знизу на висоту не менше 1 м, щоб інструмент і деталі, що монтуються, не падали вниз. Драбина повинна мати перила і нахил до горизонту не більше 75°. При більшому нахилі влаштовують огороження у вигляді дуги.

Для настилів площадок і галерей використовують металеві рифлені

або гофровані листи, а там де дозволяють протипожежні норми - дерев'яні дошки.

Огородження повинно мати гладку поверхню, бути пофарбованим в один колір із технологічним обладнанням. Внутрішня поверхня огороження і нанесення на нього знаків безпеки виконується відповідно до вимог стандартів.

3.1.2 Механізація і автоматизація технологічних процесів та обладнання

Радикальним методом забезпечення безпеки є механізація, автоматизація та дистанційне керування виробничими процесами. Основною метою цих методів поряд із забезпеченням безпеки є підвищення продуктивності праці, звільнення людини від виконання важких і трудомістких операцій. Водночас із цим – створення кращих умов праці та підвищення загальної культури виробництва.

Ефективним засобом зниження травматизму на тяжких і малопродуктивних роботах, є механізація виробничих процесів. У цьому напрямку проведена велика робота з створення закінчених систем машин та технологічного обладнання, що дозволяє механізувати та автоматизувати технологічні цикли – від надходження сировини до відправки кінцевої продукції. У промисловості нараховується десятки тисяч механізованих і автоматизованих поточних ліній, велика кількість комплексно механізованих і автоматизованих дільниць, цехів і виробництв. Існує велика кількість систем машин і обладнання, автоматичних маніпуляторів з програмним управлінням та промислових роботів, що дає можливість виключити ручну і монотонну працю, особливо в тяжких та шкідливих для людини умовах.

Автоматизація і механізація дозволяє у складних умовах значною мірою знизити рівень виробничого травматизму і професійних захворювань.

При провадженні механізації відбувається полегшення праці тих людей, яких замінили машини. Однак при цьому має бути відповідний нагляд і контроль, щоб вони не могли стати причиною нещасних випадків.

Автоматизація виробничих процесів являє собою вищу форму механізації. Залежно від ступеня участі людини в технологічному процесі вона може бути частковою та комплексною. При частковій автоматизації без участі людини виконуються тільки окремі технологічні операції, які є частиною комплексу технологічних виробничих процесів.

Комплексна автоматизація передбачає повну ізоляцію людини від будь-яких операцій виробничого циклу. Робітник може знаходитись на безпечній відстані від агрегатів. Автоматизація лишає йому контроль за роботою устаткування, машин і механізмів, поєднаних в єдину технологічну лінію, а також обов'язки щодо їх налагодження та регулювання. При цьому потрібна більш висока організація праці, тому

комплексна механізація отримала поширення тільки на великих виробничих підприємствах.

На сучасному етапі розвитку продуктивних сил типовим явищем у виробничій діяльності є праця оператора в автоматизованій системі машин. Узгодження функцій автоматичних і напівавтоматичних пристроїв з діяльністю оператора є досить складним завданням, яке вирішується методами інженерної психології та вимогами охорони праці.

У процесі автоматизації ускладнюється взаємодія людини з технічними засобами, що вимагає врахування психологічних чинників. Виконання операторами трудових функцій пов'язане з внутрішніми психічними процесами.

Ідеальним у виробничій діяльності має бути оптимальне узгодження фізіологічних і психологічних особливостей оператора з технологічним процесом. Зневага або неврахування вказаного може призвести до аварій, травматизму, професійних психічних захворювань. Безпечна експлуатація автоматизованих систем досягається різними методами, особливо за рахунок використання захисних пристроїв і винесення робочих операцій із небезпечної зони.

Автоматизація тих чи інших технологічних процесів залежить від характеру і конкретних умов виробництва, ступеня його трудомісткості.

Технологічні процеси при комплексній автоматизації послідовно виконуються на автоматичній лінії без фізичного втручання людини.

Високі швидкості сучасних механізмів настільки ускладнюють управління технологічним обладнанням і технологічними процесами, що психофізіологічні можливості людини неспроможні достатньо швидко і адекватно реагувати на обставини, що складаються.

Безмежно розширює можливості людини впровадження електронної техніки, що дає можливість створювати машини для управління іншими машинами, а також машини, які замінюють людину.

Для вирішення того чи іншого завдання управляючим машинам задається відповідна програма, за допомогою якої вони самостійно ведуть технологічні процеси за оптимальними режимами. Використання електронних машин позбавляє оператора від напруження, полегшує фізичну працю такою мірою, яка недосяжна навіть сучасним автоматизованим пристроям, а основне – робить її більш безпечною.

Вирішення питань безпеки на механізованих і автоматизованих системах набуває особливої актуальності при їх налагоджуванні та ремонтуванні. У цьому плані має вирішуватись питання щодо повної механізації ремонтно-монтажних робіт.

Автоматичні лінії, які нині працюють на багатьох виробництвах, самостійно виконують всі задані операції у певній послідовності і потребують висококваліфікованого персоналу тільки для налагодження та контролювання. На таких лініях відновлення порушеної роботи технологічного обладнання, режиму технологічного процесу і підтримування певних параметрів здійснюється відповідними

автоматичними пристроями. Таке автоматичне регулювання дає можливість виконувати роботу без втручання людини в технологічний цикл, і при цьому виключаються помилкові дії оператора.

Разом з тим в наш час внаслідок цілого ряду об'єктивних причин у багатьох галузях господарства ще досить великий відсоток немеханізованих і неавтоматизованих робіт.

Мають місце в умовах виробництва такі випадки, коли високопродуктивні машини при відсутності механізації для проміжних операцій експлуатуються з низьким коефіцієнтом використання або вимагають великої кількості допоміжних робітників, які іноді працюють в особливо несприятливих умовах.

У цих випадках особлива роль відводиться інженерно-технічному персоналу, який в реальних умовах виробництва має розробляти і впроваджувати засоби малої механізації для полегшення ручної праці в допоміжних операціях основного процесу.

3.1.3 Дистанційне спостереження і керування

Дистанційне спостереження і керування технологічними процесами має велике значення для безпечної праці, тому що дає можливість уникнути необхідного перебування працівника в безпосередній близькості від технологічного обладнання.

Дистанційне керування технологічними процесами застосовують там, де присутність людини неможлива, небезпечна або існує певна складність у керуванні технологічним обладнанням. Це такі технологічні процеси, які використовують або переробляють шкідливі та небезпечні для організму людини речовини або матеріали і де для забезпечення безпеки потрібні дуже складні засоби захисту.

При цьому керування технологічним процесом здійснюється з пульта, а для виконання різних операцій застосовуються різні виконавчі механізми.

Дистанційне управління здійснюється візуально або за допомогою телесигналізації.

Для візуального спостереження використовують промислове телебачення, яке дозволяє розповсюдити зоровий контроль на недоступні, важкодоступні або небезпечні ділянки виробництва.

За участю телесигналізації здійснюється передавання інформації з контрольних пунктів на пункт управління. Оператор за допомогою відповідних органів управління і пристроїв телемеханіки передає команди для здійснення необхідного впливу на керовану ним систему.

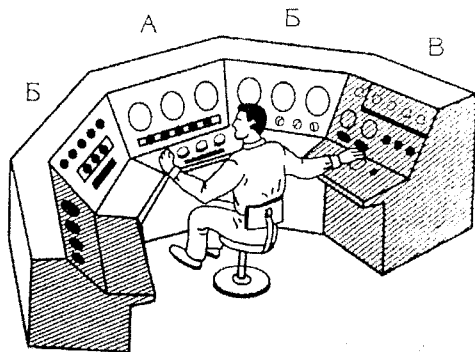
Пульти управління, на яких зображена інформація і дистанційні органи управління, переважно розміщуються на щитах, столах або стендах. На пультах управління відображається оперативна інформація про особливості об'єкта, яким дистанційно управляють. Інформація, що з'являється на пультах, має бути адекватною тим діям, які оператор має

виконати на об'єкті в даний час, Від якості відображеної на пульті управління інформації залежить ефективна робота оператора

Інформаційне зображення об'єкта не повинно викликати у оператора труднощів. Об'єм інформації при дистанційному спостереженні не повинен бути надто великим або мати надлишкову інформацію. Надлишкова інформація заважає запам'ятовуванню корисної інформації, а також являє собою додаткове навантаження на пам'ять оператора.

При дистанційному спостереженні пульти управління влаштовують на робочих місцях з урахуванням антропометричних даних оператора. При розміщенні на пульті приладів і органів управління кожному з них відводиться відповідне місце залежно від важливості і частоти використання.

Компонування робочого місця оператора має на меті створити зручне положення для роботи, зручне використання приладів і органів управління, а також добрий їх огляд (рис 17).



Рисинук 17 – Пулт управління: А – оптимальна зона; Б – прийнятна зона; В – найменш бажана зона

Органи контролю і управління розташовуються в оптимальній зоні А. Робоча зона визначається нормальною дією плечей для того, щоб операції, які вимагають точних маніпуляцій, відбувалися в зоні нормальної діяльності обох рук оператора (заштрихована зона на рис. 18).

Чим більша траєкторія рухів працюючих рук, тим більшими будуть витрати енергії і часу. Розмахи рук, при яких вони досягають граничного положення, є незручними і надто стомлювальними. Доведення працюючої руки до граничного положення не дозволяє досягти плавності руху при повертанні її у зворотному напрямку. У горизонтальному, вертикальному або обертовому русі рук робоче місце оператора має бути таким, щоб руки працювали не на повний розмах, а лише у середньому діапазоні.

Зона найбільш легкої роботи (оптимальна) обмежена дугами, які описуються руками при їх повороті в ліктьовому суглобі на рівні робочої

поверхні, більш широкі дуги описуються руками при повороті від плеча. У зонах, що описуються меншими дугами, можна працювати без витягування руки; в зонах більших дуг необхідно повне витягування рук.

Оптимальна зона для здорової роботи показана на рис. 19.

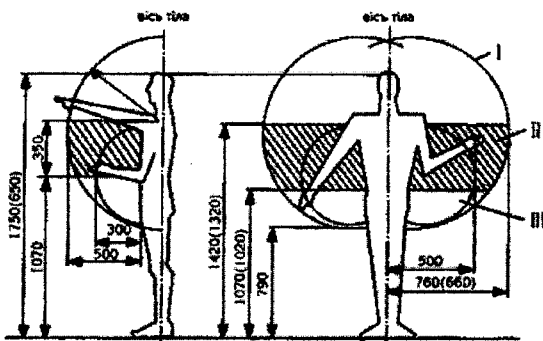


Рисунок 18 – Робоча зона рук: I – робочий простір; II – зона зручного розміщення пристроїв, які обслуговуються руками; III – оптимальний робочий простір

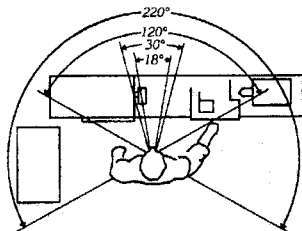


Рисунок 19 – Оптимальна зона спостереження за органами управління

Органи спостереження і управління (кнопки, важелі) мають відповідати нормативним вимогам. Оптимальні форми і розміри їх враховують будову руки.

Діапазон сприйняття органів чуття обмежує можливості людини безпосередньо управляти швидкодіючим технологічним обладнанням та швидкодіючими технологічними процесами. Наприклад, око людини не може відрізнити один від одного п'ять предметів, що змінюються за секунду. Дві точки розпізнаються оком як окремі лише при куті зору між ними не менше 1° .

Швидкість і точність рухів пальців навіть при великому тренуванні не можуть подолати відповідної межі. Крім цього, необхідно відповідний час на проходження імпульсів в нервовій системі людини від ока до мозку

і від мозку до м'язів пальців.

Швидкість реакції людини залежить від багатьох чинників: складності дій, тренуваності стану нервової системи, ступеня втоми та ін. Навіть у найсприятливіших випадках швидкість реакції становить долі секунди, але й такий час виявляється дуже великим для управління деякими сучасними технологічними процесами. З позиції охорони праці, при конструюванні технологічного обладнання, організації робочих місць, систем управління, захисних і сигнальних пристроїв, необхідно враховувати вищезгадані чинники, які визначають фізичні та психологічні можливості організму людини.

3.1.4 Контрольно-вимірювальні засоби

При проектуванні і конструюванні технологічного обладнання та технологічних процесів велике значення мають контрольно - вимірювальні засоби. Безпека виробничих процесів залежить від того, наскільки ефективно може їх використати оператор під час роботи.

Контрольно-вимірювальні засоби і пристрої для запуску в роботу, регулювання і зупинення технологічного обладнання мають бути надійними, легкодоступними і такими, що добре розпізнаються.

Важкість запам'ятовування надмірно складних систем управління технологічним процесом і необхідність зосередити увагу на неупорядковано розташованих приладах можуть призвести до неправильних дій оператора, які призведуть до порушення нормальної роботи технологічного обладнання, нещасних випадків і професійних захворювань.

Причиною порушення нормального перебігу технологічного процесу можуть стати також труднощі, коли необхідно з великої кількості приладів зняти потрібний показник, а зорове сприйняття є нечітким.

Контрольно-вимірювальні пристрої мають розміщуватись так, щоб оператор не знаходився надто близько до небезпечної зони технологічного обладнання, не був змушений надмірно напружуватися або порушувати рівновагу тіла при управлінні технологічним процесом. Контрольно-вимірювальні пристрої мають бути влаштовані таким чином, щоб звести помилки оператора до мінімального значення.

Рукоятки, важелі і кнопки управління мають бути легко доступними з основного робочого місця при нормальному положенні тіла оператора.

Пристрої управління технологічним обладнанням не повинні вимагати великих зусиль. Не можна розраховувати на максимальні зусилля працівника протягом тривалого часу.

Напрямок руху органів управління має збігатися з напрямом руху відповідних механізмів, бо неузгодженість у русі призводить до неправильних дій оператора. Наприклад, обертання рукоятки за годинниковою стрілкою має відповідати рухові вперед або робочому ходу механізму, а проти годинникової стрілки – назад або холостому ходу

механізму.

Рукоятки важелів управління мають надійно фіксуватися для запобігання самочинному або випадковому їх виключенню.

Крім цього, щоб запобігти травмуванню в небезпечній зоні застосовують запобіжні пристрої.

Запобіжні пристрої застосовуються для автоматичного вимикання технологічного обладнання, систем механізму, робочого органу або зупинення технологічного процесу, якщо будь-який параметр обладнання з певних причин вийде за межі допустимих значень. Завдяки цим пристроям можна запобігти аваріям при підвищенні тиску, температури, робочої швидкості, сили струму, маси вантажу тощо.

Залежно від наявності небезпечних виробничих чинників, їх шкідливої дії на організм при перевищенні фіксованих параметрів застосовують такі запобіжні пристрої: від механічних перенавантажень; від переміщення механізмів або їх елементів за встановлені межі; від перевищення тиску, температури або сили струму. Їх використовують в конструкціях технологічного обладнання, машинах, вантажопідіймальних кранах, двигунах внутрішнього згорання та ін.

Для швидкого розпізнавання контрольно-вимірювальних засобів їм надають різну форму (щоб відчувати їх на дотик), забезпечують відповідними написами та фарбують у різні кольори (засоби однакового призначення повинні бути пофарбовані в один колір).

Щоб добре були помітні засоби зупинення обладнання, їх роблять більших розмірів, ніж інші і фарбують у червоний колір. Якщо оператор під час роботи пересувається, засоби зупинення дублюються. Засоби пуску технологічного обладнання монтуються заглибленими, для того щоб попередити випадкове натиснення, Натиснення на кнопки повинні вимагати зусилля не більше 20-30 Н. Контакт з пальцями має бути чітким, а включення супроводитись звуковим сигналом. Таке регулювання технологічним процесом полегшує працю, усуває можливі при безпосередньому управлінні помилки, дозволяє вивести працюючих з небезпечних зон і уникнути контакту шкідливих виробничих чинників на організм людини.

3.1.5 Блокувальні і сигнальні пристрої

Порушення нормальних умов роботи технологічного обладнання відбувається внаслідок відмови окремих механізмів, неправильного управління ними або порушення режиму живлення агрегатів.

Порушення нормальної роботи технологічного обладнання може стати причиною нещасних випадків або аварій.

Операції з усунення несправностей можуть виявитися більш небезпечними, ніж стійка нормальна робота технологічного обладнання.

Нормальна робота технологічного обладнання буває тоді, коли вона відповідає всім вимогам, встановленим відповідно до його основних

параметрів. У процесі роботи надійність технологічного обладнання залежить від конструктивних і технологічних чинників, від якості монтажу і регулювання, а також експлуатаційних факторів та кваліфікації обслуговуючого персоналу.

У процесі експлуатації технологічного обладнання можуть виникати зміни параметрів, коли вони виходять за межі встановлених допусків.

Для усунення небезпечних чинників, які можуть виникати в процесі експлуатації технологічного обладнання, використовують автоматичні запобіжні блокувальні пристрої.

За принципом дії вони бувають механічними, електричними, фотоелектричними, радіаційними, гідравлічними, пневматичними і комбінованими.

Вказані пристрої блокування здійснюють фіксацію робочих часин обладнання або системи у відповідному робочому або неробочому положенні. Пристрої блокування необхідні для:

- негайного зупинення технологічного обладнання при виникненні небезпеки чи порушенні умов його роботи;
- заборони неправильного управління агрегатом;
- недопущення роботи агрегату без запобіжних пристосувань;
- обмеження руху механізмів за певні межі та ін.

Найчастіше застосовують блокувальні пристрої для запобігання пуску двигуна при включеній передачі; для блокування дверей входу в приміщення, в якому може бути небезпечна концентрація парів газів; для блокування огороження ланцюгової або пасової передачі та ін.

Блокування запобігає неправильному послідовному включенню в машинах з електричним приводом, забезпечує розрив електричних ланцюгів. Безпека виконання робіт може бути максимальною та мінімальною. При максимальному захисті виключення технологічного обладнання відбувається внаслідок перевищення контрольних параметрів (наприклад температури, сили струму, рівня тиску та ін.). При мінімальному захисті виключення відбувається внаслідок пониження цих параметрів.

Після спрацювання системи блокування робота технологічного обладнання може відновлюватися тільки після приведення контрольних параметрів до норми.

Для недопущення роботи технологічного обладнання без запобіжних пристосувань блокують механізм включення захисними пристроями або витяжною вентиляційною системою, щоб не допустити випадкового надходження отруйних речовин у виробниче приміщення.

Крім цього на деякому технологічному обладнанні (преси, штампи, ножиці для різання металу) застосовують фотоелектричні блокувальні пристрої, які запобігають гамуванню, зупиняючи робочі органи або створюючи неможливість пуску машини, якщо в небезпечній зоні знаходиться людина.

У радіаційних блокувальних пристроях застосовуються радіоактивні

ізотопи, які приводять у дію систему блокування при проникненні в небезпечну зону людини або її рук. Пневматичні системи блокування застосовують в агрегатах, які знаходяться під підвищеним тиском повітря, газу або пари.

При автоматичному управлінні технологічних процесів, коли відхиляються параметри, що контролюються (концентрація газів, рівень рідини, тиск, швидкість процесу, температура та ін.), спрацьовує автоматична сигналізація без участі оператора.

Сигналізація – це система спеціальних засобів, за допомогою яких сповіщають про небезпеку, що настає або вже настала.

За своїм призначенням сигналізація поділяється на попереджувальну (попереджає про небезпеку), аварійну (попереджає про виникнення небезпечного режиму роботи), контрольну (інформує про параметри роботи машини, стан навколишнього середовища), оперативну (забезпечує зв'язок між робітниками).

За способом передавання інформації сигналізація буває візуальною, звуковою, кольоровою, знаковою і жестовою.

Для візуальної сигналізації використовують загоряння лампи, мерехтіння світла, підсвічування написів на табло та ін. Візуальна сигналізація сприймається лише тоді, коли очі оператора спрямовані в сторону світлового сигналу. Така сигналізація широко застосовується для регулювання руху транспортних засобів та пішоходів, в електроустановках, на пультах керування різними машинами, процесами та ін.

Для звукової сигналізації використовують – сирену, гудок або дзвінок; звуковий сигнал сприймається незалежно від орієнтування голови оператора. Така сигналізація має давати ясно відчутний у навколишньому середовищі звук. Оперативна сигналізація необхідна для проведення технологічних процесів, її використовують також для узгодження дій кранівника і стропальника. При переміщенні вантажів кранами використовують знакову сигналізацію, яка подається руками.

На будівництві, у ремонтних майстернях, на різних складах, при виконанні монтажних робіт застосовується сигналізація між основними і допоміжними працівниками за допомогою прапорців або рук (жестів).

При наявності небезпеки або при її виникненні застосовують попереджувальну сигналізацію. Для цього використовують плакати і написи, датчики, що реєструють відхилення технологічного процесу або роботи від того чи іншого заданого параметра.

Для виділення того чи іншого обладнання або робочих зон, які становлять небезпеку, використовують опізнавальну кольорову сигналізацію, щоб привернути увагу до небезпеки. Кольорова сигналізація застосовується як спосіб передачі оператору певної інформації про роботу машин, приладів, установок, стан виробничого середовища за допомогою сигнальних кольорів та знаків.

Сигнальні кольори та знаки застосовуються для привернення уваги працівників до безпосередньої небезпеки, здійснення відповідних дій з

метою забезпечення безпеки, а також для необхідної інформації.

Встановлені сигнальні кольори, які мають такі значення:

- червоний – «Заборона», «Стоп», «Явна небезпека»;
- жовтий – «Увага», «Попередження про можливість небезпеки»;
- зелений – «Безпека», «Дозвіл», «Шлях вільний»;
- синій – «Інформація».

Для пояснювальних написів використовують ахроматичні кольори (білий на червоному чи зеленому фоні, червоний на жовтому і білому).

Червоний колір застосовують для заборонних знаків і символів на рукоятках кранів аварійного відключення тиску; для позначення багатьох видів пожежної техніки та інвентарю, сигнальних ламп, що сповіщають про порушення безпеки; пофарбування емностей з вогненебезпечним вмістом; огорожень небезпечних частин обладнання, ламп, що сигналізують про небезпеку та ін.

Жовтий колір використовують для запобіжних знаків; фарбування елементів будівельних конструкцій, які становлять небезпеку аварій; елементів виробничого обладнання, яке вимагає обережного поводження; перил, площадок, встановлених на робочих місцях, елементів транспорту, ламп, що сигналізують про зміну режиму роботи технологічного обладнання; емностей зі шкідливим вмістом. Жовтий колір також мають попереджувальні знаки безпеки.

Зелений колір використовують для фарбування засобів забезпечення безпеки, ламп, які сигналізують про нормальний режим роботи обладнання.

Синій колір застосовують для спеціальних знаків і символів, які наносять в місцях приєднання заземлювачів, встановлення домкратів і для вказаних знаків безпеки.

Фарбування об'єктів здійснюється у вигляді поясів червоного кольору з білою клітинкою і жовтого кольору з чорною клітинкою.

Знаки безпеки мають різну форму:

- заборонні – червоне коло з білим поясом всередині і червоною похилою смугою;
- застережні – жовтий рівнобедрений трикутник з символічним зображенням чорного або червоного (для радіації, струму) кольору;
- настановчі – зелений квадрат із символічним зображенням білого кольору (або з білим колом і пояснювальним написом чорного кольору);
- вказівні – блакитний прямокутник із написом білого кольору.

Білим кольором позначають лінії руху, місця для збирання відходів. Використовують також кольорову сигналізацію, для якої вживають термофарби, що змінюють свій колір при нагріванні. За допомогою такої сигналізації можна отримати інформацію про перегрівання об'єктів спостереження.

3.1.6 Загальні вимоги до розташування обладнання

Найбільш розповсюджене технологічне обладнання може бути джерелом шуму, вібрації, а в деяких випадках також виділення шкідливих речовин у виробниче середовище. Крім цього основною потенційною небезпекою при обслуговуванні механічного обладнання може бути отримання механічних травм. Тому при виборі того чи іншого технологічного обладнання і його розташуванні слід враховувати вимоги техніки безпеки.

Правильне розташування технологічного обладнання дозволяє найбільш оптимально організувати робоче місце, забезпечити безпеку праці і зменшити втому працюючих.

Безпечна і безпомилкова робота технологічного обладнання може бути досягнута при оптимальному узгодженні роботи оператора з машиною а також при антропометричній відповідності параметрів і габаритів обладнання анатомічним особливостям людини.

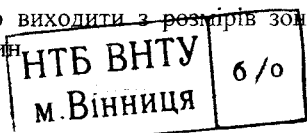
При обслуговуванні технологічного обладнання небезпеку становлять всі частини машини, які рухаються, здійснюють поворотно-поступальні рухи важелів – рухомі паси, ріжучі частини машини та ін. Небезпека зростає тоді, коли на деталях, що обертаються, є болти, шпонки або нерівності, нарізки та ін. Зона всередині машини, в якій рухаються механізми, є небезпечною, бо при потраплянні в неї або стиканні з якоюсь рухомою частиною може статися ушкодження тіла людини.

Небезпечна зона може виникати і поза машиною внаслідок наявності на частинах обладнання, що обертаються, виступаючих елементів, а також відлітання під час роботи стружки або деталей машин через погане їх скріплення або ламання. Крім цього, відповідний простір біля машини також є небезпечною зоною. При роботі обертових частин машини може створюватися зона захоплювання, в яку можуть втягуватися частини тіла і травмуватися через це. Навіть вал, який рухається повільно, може захватити кінці одягу або волосся, втягнути руку, плече, голову в небезпечну зону.

Тому при розташуванні технологічного обладнання необхідно враховувати: габаритні розміри і конструкцію машин; зону технологічного обслуговування, ремонту та розміщення сировини; робочі проходи, розриви між сусідніми машинами, між машинами і стінами; проходи для евакуації людей, центральний і пристінний зі смугою для транспорту або без неї тощо.

Габаритні розміри машин відіграють вирішальну роль при розташуванні технологічного обладнання. Встановлюють їх за даними експлуатаційних паспортів. Обладнання, яке створює значну вібрацію, не встановлюють на міжповерхових перекриттях, щоб не виникало додаткового навантаження.

При розташуванні обладнання потрібно виходити з розмірів зони технологічного обслуговування і ремонту машин.



Зона технологічного обслуговування машин – це робочі проходи між суміжними машинами, які забезпечують безпечне виконання робочих операцій.

Правильне визначення зони технологічного обслуговування кожної машини дає можливість перевести горизонтальне планування всього виробничого приміщення і, перш за все, розташування технологічного обладнання. Це дасть можливість здійснити поточність технологічного процесу, раціональну організацію робочих місць, забезпечити високу продуктивність та безпеку праці.

Зона ремонту машини необхідна для виконання ремонтних робіт, а також для демонтажу і монтажу обладнання і зберігання запасних частин, вузлів та ін. Оскільки технологічне обслуговування, профілактичний ремонт і чищення обладнання здійснюються практично в різний час, доцільно влаштовувати робочу зону і зону ремонту сумісно.

Зона технологічного обслуговування машин визначається за паспортними даними в залежності від розмірів місця, яке необхідно для виконання робіт. Залежно від робочої пози працівника, який обслуговує машину, зона технологічного обслуговування може бути від 0,5 до 0,9 м.

При визначенні ширини проходів в габарити машини включаються огороження, робочі місця, а також місця для інструментів, сировини і готової продукції.

При визначенні ширини робочих проходів визначають мінімальні розриви між сусідніми машинами для вільного руху обслуговуючого персоналу.

Якщо сусідні машини обслуговує один працівник, який знаходиться в проході понад 50% робочого часу, то ширина його має бути не менше 1,3 м, а якщо працюючий рідко буває у проході, тоді ширина його становить 1 м. При обслуговуванні кожної машини одним або декількома робітниками понад 50 % робочого часу, ширина проходу повинна бути 2 м.

Ширину вільного проходу між машинами визначають, виходячи з висоти виступних елементів сусідніх машин. Цей прохід безпосередньо не використовують для обслуговування і ремонту машин, але він необхідний для переходів працівника з однієї ділянки обслуговування машини на іншу. Якщо виступні частини машини мають висоту 0,5 м, ширина проходу має бути не менше 0,5 м, а при висоті понад 0,9 м – не менше 0,7 м.

Монтажний розрив між машинами передбачається в тому випадку, коли між сусідніми машинами не потрібна зона обслуговування та ремонту.

Мінімальна висота проходу до виступних над проходами конструктивних елементів, труб і вентиляційних повітроводів становить не менше 2 м.

Евакуаційні проходи призначаються для масового руху людей після зміни або перерви, для евакуації працюючих в екстрених випадках, а також для руху транспортних засобів. За розташуванням проходи можуть бути

центральними або пристінними, за призначенням – головними або допоміжними. Головні – призначені для виходу з виробничого приміщення, а допоміжні – для запасних виходів і санітарно-побутових приміщень.

При визначенні ширини проходів додаються значення ширини проходу для руху людей і транспорту, зон обслуговування або ремонту машин. Смуга руху людей у всіх випадках входить у ширину проходу. Ширина проходу – від 2 до 2,5 м.

Ширину будь-якого евакуаційного проходу приймають рівною зоні ремонту машини, якщо ця зона виявиться ширшою, ніж прохід.

Евакуаційних виходів з виробничих будівель або приміщень має бути не менше двох. Розміри їх вибирають відповідно до існуючих норм та рекомендацій. У кожному конкретному випадку габарити безпеки регламентуються відповідними стандартами, нормами технологічного проектування та правилами охорони праці.

3.1.7 Організація робочих місць

Для створення безпечних умов праці велике значення має організація робочих місць. Вона передувє початку будь-якого технологічного процесу.

Робочим місцем є ділянка приміщення або території підприємства, де постійно або періодично перебувають працівники для виконання технологічних операцій. Якщо окремі операції виконуються на різних ділянках приміщення, то робочим місцем слід вважати все приміщення.

Простір, який охоплює всю площу робочого місця і має висоту 2 м над її рівнем, називається робочою зоною.

Від правильної організації робочого місця значною мірою залежать умови праці і її ефективність. Основним елементом організації робочого місця вважають його планування, визначення основних і допоміжних робочих рухів, компонування обладнання, вибір інструменту, пристосувань та інвентарю, а також допоміжних пристроїв, які забезпечують безпеку праці.

Планування робочого місця передбачає таке його положення в приміщенні відносно до інших робочих місць, яке забезпечує найкращі умови для освітлення, вентиляції і опалення, подавання матеріалів або сировини, видалення відходів виробництва, а також для готової продукції.

При правильній організації робочого місця у виробничих приміщеннях знижується потреба в транспортних засобах, які завжди являють собою небезпеку для працюючих та захаращують приміщення. Вільна площа робочого місця має становити не менше 4,5 м.

Найбільш важливим питанням при організації робочих місць є положення працюючого і його поза.

Зону основних робочих рухів слід визначати з антропометричних даних людини – поля її зору, росту, довжини рук і ніг. Вона має розташовуватися в місці найбільшого огляду і найбільш легкої досяжності.

При цьому не допускається надмірний поворот голови (понад 40° у горизонтальній і 30° у вертикальній площині від лінії зору) або корпусу (не більше 45° вліво або вправо), а також витягування рук (не більше 500 мм в сторони і 300 мм уперед) або ніг (не більше 350 мм уперед і 300 мм угору).

Найбільш характерними позами робітників різних спеціальностей є поза стоячи або поза сидячи.

У положенні стоячи людина має найбільш сприятливі умови для зорового огляду, переміщення і координації рухів. Зручність цієї пози визначається величиною кутів у суглобах.

При раціональному плануванні робочих місць обов'язково враховують антропометричні дані людини (рис.20). Від антропометричних даних залежить зона досяжності, тобто та частина робочої зони, яка обмежена дугами, що описуються максимально витягнутими руками. У табл. 3.1 наведені середньостатистичні антропометричні ознаки чоловіків і жінок, що враховуються при проектуванні робочих місць.

Таблиця 3.1– Антропометричні дані

Номер позиції (рис. 20)	Найменування величини	Чоловіки	Жінки
Положення стоячи			
1	Зріст (довжина тіла)	172,29	159,52
2	Висота очей над підлогою	159,66	147,81
3	Розмах рук	178,96	163,23
4	Розмах зігнутих в ліктях рук	94,18	86,61
5	Досяжність руки спереду	84,23	77,12
6	Максимальна досяжність руки	134,53	126,57
Положення сидячи			
7	Висота тіла над сидінням	90,49	85,59
8	Висота очей над сидінням	77,44	73,39
9	Висота ліктя над сидінням	32,85	28,15
10	Висота колін над підлогою	56,47	52,02
11	Довжина стопи	26,72	24,03

До оснащення робочих місць відносяться засоби праці, які необхідні для виконання тих або інших робочих функцій, наприклад, засоби механізації, інструменти, пристосування, що забезпечують виконання робіт.

Зона допоміжних робочих рухів (при заміні інструментів, складуванні матеріалів та ін.) має розташовуватись за межами зон основних рухів, але в місцях найкращої досяжності.

Компонування обладнання в плані і по висоті має відповідати таким вимогам: забезпечувати мінімальну кількість основних і допоміжних робочих рухів, не допускати систематичного піднімання або спускання з основної площадки робочого місця для контролювання роботи

технологічного обладнання (машини), виключати перехресні рухи рук або ніг. Допоміжні механізми і пристосування не повинні заважати управлінню основним обладнанням.

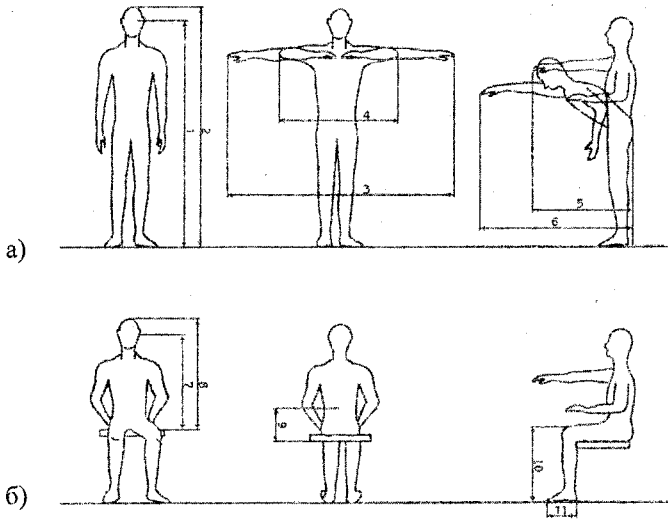


Рисунок 20 – Розміри тіла людини, які використовуються при проектуванні виробничого обладнання: а – у положенні стоячи; б – у положенні сидючи

Вибір інструментів, пристосувань і інвентарю залежить від характеру основних трудових операцій і має забезпечувати фронт роботи з мінімальними витратами енергії та часу. При розташуванні інструментів на робочому місці треба враховувати, якою рукою їх бере працююча людина і як часто ними користується.

Додаткові пристосування та пристрої, які забезпечують безпеку праці, використовують для захисту працюючих від дії шкідливих чинників з боку суміжних робочих місць (ширми, екрани, огороження та ін.) і переохолодження ніг при теплопровідних підлогах (дерев'яні решітки, теплоізоляційні килимки та ін.)

Якщо технологічні процеси належать до особливо небезпечних або небезпечних у пожежному відношенні (категорії А або Б), робоче місце обладнують первинними засобами пожежогасіння та пожежної сигналізації.

Положення технологічного обладнання, пристосувань та інвентарю має бути стійким, щоб не створювати їх випадкового зрушення.

Робоче місце необхідно утримувати в належному порядку і чистоті. На ньому не дозволяється знаходження сторонніх предметів, пристосувань

чи інструментів, які тривалий час не використовуються в роботі. На підлозі під ногами працюючих не повинно бути стружки, різних відходів, надлишкової вологи, а також масляних плям або будь-яких хімічно активних речовин (кислот, лугів та ін.).

Продумане розташування технологічного обладнання і пристосувань дозволяє найбільш ефективно використовувати виробничі площі, уникати зайвої тісноти, створювати зручні та безпечні умови праці.

Отже, організація робочих місць – це комплекс заходів, які забезпечують зручність, раціоналізацію трудових процесів, прийомів і рухів з метою зниження втоми.

3.2 Безпека при експлуатації систем під тиском і криогенної техніки

3.2.1 Посудини, що працюють під тиском

До посудин, що працюють під тиском, належать:

- герметично закриті ємності, які призначені для здійснення хімічних і теплових процесів, а також для зберігання і перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів і рідин;

- посудини, які працюють під тиском води з температурою вище 115°C або іншої рідини з температурою, що перевищує температуру кипіння при тиску 0,007 МПа (0,7 кгс/см²), без врахування гідростатичного тиску;

- посудини, що працюють під тиском пари або газу, вищим 0,07 МПа (0,7 кгс/см²); балони, призначені для транспортування і зберігання зріджених, стиснених і розчинених газів під тиском, вищим 0,07 МПа (0,7 кгс/см²);

- цистерни та бочки для транспортування і зберігання зріджених газів, тиск пари яких при температурі до 50 °C перевищує тиск понад 0,07 МПа (0,7 кгс/см²);

- цистерни і посудини для транспортування і збереження зріджених, стиснутих газів, рідин і сипких тіл, в яких тиск вище 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) утворюється періодично для їх випорожнення; барокамери.

3.2.2 Причини аварій і нещасних випадків при експлуатації систем, що працюють під тиском

Причинами вибухів котельних установок є перегрівання стінок котла (внаслідок упускання води) або недостатнє охолодження внутрішніх стінок внаслідок накопичення накипу, а також раптове руйнування стінок котла внаслідок появи в них тріщин або втомних утворень, зумовлених перевищенням тиску порівняно з розрахунковим у випадку несправності запобіжних пристроїв.

Компресорні установки можуть вибухати внаслідок недотримання вимог експлуатації двигунів установки та умов наповнення

повітрозбирача. Основними причинами вибухів є:

- перегрівання поршневої групи, що викликає активне розкладання вуглеводнів, суміш яких з повітрям призводить до утворення вибухонебезпечного середовища;
- застосування легкоплавких олив, здатних розкладатись при невисоких температурах;
- накопичення статичної електрики на корпусі компресора або повітрозбирача, що призводить до іскріння від пилинок в повітрі, яке всмоктується;
- перевищення тиску в повітрозбирачі внаслідок несправності запобіжника.

Стосовно систем трубопроводів причиною розгерметизації може бути замерзання конденсату, деформації – внаслідок теплових розширень. Балони можуть вибухати від ударів, падіння, взаємних ударів, перегрівання, внутрішнього тиску, що підвищується, порушення роботи вентилів, наповнення іншим газом. У випадку сумісного зберігання балонів, наповнених різними газами, в приміщенні може утворюватися вибухонебезпечне середовище від суміші газів, які незначно просочуються через вентилялі.

Вибух ацетиленових балонів може бути викликаний старінням пористої маси (активоване вугілля) в ацетоні, в якій розчиняється ацетилен. Внаслідок цього газ переходить з розчиненого у вільний стан, а оскільки балон знаходиться під тиском, то він полімеризується з вибухом.

Утворення вибухонебезпечної суміші в кисневих балонах пов'язується з проникненням в його вентиль оливи, а у водневих — викликається проникненням кисню, появою в них окалини.

3.2.3 Загальні вимоги до посудин, що працюють під тиском

Кожна посудина, що працює під тиском, повинна мати паспорт форматом 210x297 мм у твердій обкладинці. У паспорті вказується реєстраційний номер. При передачі посудини іншому власнику разом з нею передається паспорт. У паспорті наводиться характеристика посудини (робочий тиск, МПа; температура стінки, °С; робоче середовище та його корозійні властивості; місткість, м³), відомості про основні частини посудини (розміри, назва основного металу, дані про зварювання (паяння)), дані про штуцери, фланці, кришки і кріпильні вироби, про термообробку посудини та її елементів. Наводиться перелік арматури, контрольно-вимірювальних приладів та приладів безпеки. В паспорті також записуються відомості про місцезнаходження посудини, вказується особа, відповідальна за справний стан і безпечну дію посудини. Записуються інші дані про встановлення посудини (корозійність середовища, протикорозійне покриття, теплова ізоляція, футерівка), відомості про заміну і ремонт основних елементів посудини, що працюють під тиском та арматури. До паспорта вносяться дані щодо результатів оповідчення. Після реєстрації посудини на останній сторінці записуються

реєстраційний номер та орган реєстрації.

3.2.4 Вимоги до арматури, запобіжних пристроїв, контроль-но-вимірювальних приладів

Для управління роботою та забезпечення нормальних умов експлуатації посудини, в залежності від призначення, повинні бути оснащені:

- запірною або запірно-регулювальною арматурою;
- приладами для вимірювання тиску;
- приладами для вимірювання температури;
- запобіжними пристроями;
- покажчиками рівня рідини.

Посудини, споряджені швидкознімними затворами, повинні мати запобіжні пристрої, що виключають можливість включення посудини під тиск при неповному закритті кришки і відкривання її за наявності в посудині тиску. Такі посудини також мають бути оснащені замками з ключ-маркою.

Запірна або запірно-регулювальна арматура повинна встановлюватися на штуцерах, безпосередньо приєднаних до посудини, або на трубопроводах, які підводять і відводять від посудини робоче середовище. При послідовному з'єднанні кількох посудин необхідність встановлення такої арматури між ними визначається розробником проекту.

Арматура повинна мати таке маркування:

- назву або товарний знак підприємства-виготовлювача;
- умовний прохід, мм;
- умовний тиск, МПа (кгс/см^2) (допускається вказувати робочий тиск і допустиму температуру);
- напрямок потоку середовища;
- марку матеріалу корпусу.

Кількість, тип арматури і місце встановлення повинні обиратися розробником проекту посудини, виходячи з конкретних умов експлуатації. На маховику запірної арматури має бути вказаний напрямок його обертання під час відкривання або закривання арматури.

Посудини для вибухонебезпечних, пожежонебезпечних речовин, речовин 1 і 2-го класів небезпечності за ГОСТ 12.1.007, а також випарники з вогневим чи газовим обігрівом повинні мати на підвідній лінії від насоса або компресора зворотний клапан, який автоматично закривається тиском з посудини. Зворотний клапан повинен встановлюватися між насосом (компресором) і запірною арматурою посудини.

Арматура з умовним проходом більше 20 мм, яка виготовлена з легованої сталі або кольорових металів, повинна мати паспорт (сертифікат) встановленої форми, в якому мають бути вказані дані за хімічним складом, механічними властивостями, режимом термообробки і результатами контролю якості виготовлення неруйнівними методами.

Манометри. Кожну посудину і самостійну порожнину з різним

тиском треба опоряджувати манометрами прямої дії. Манометр може бути встановлений на штуцері посудини або трубопроводі до запірної арматури.

Манометри повинні мати клас точності не нижче:

- 2,5 – при робочому тиску посудини до 2,5 МПа (25 кгс/см²);
- 1,5 – при робочому тиску посудини понад 2,5 МПа (25 кгс/см²).

Манометр треба вибирати з такою шкалою, щоб межа вимірювання робочого тиску знаходилась у другій третині шкали. На шкалі манометра власником посудини має бути нанесена червона риска, яка б вказувала на робочий тиск у посудині. Замість червоної риски дозволяється прикріплювати до корпусу манометра металеву пластинку, пофарбовану в червоний колір, яка щільно прилягає до скла манометра.

Манометр повинен бути встановлений так, щоб його покази можна було чітко бачити обслуговуючому персоналу. Номінальний діаметр корпусу манометрів, що встановлюються на висоті до 2 м від рівня площадки спостереження за ними, повинен бути не менше 100 мм, на висоті від 2 до 3 м – не менше 160 мм. Встановлювати манометри на висоті понад 3 м від рівня площадки обслуговування не дозволяється. Між манометром і посудиною має бути встановлений триходовий кран або інший аналогічний пристрій, що дозволяє проводити періодичну перевірку манометрів за допомогою контрольного.

У необхідних випадках манометр залежно від умов роботи і властивостей середовища, що міститься в посудині, потрібно спорядити сифонною трубою чи оливним буфером або іншими пристроями, що захищають його від безпосередньої дії середовища і температури та забезпечують надійну роботу.

На посудинах, що працюють під тиском понад 2,5 МПа (25 кгс/см²) чи при температурі середовища вище 250 °С, а також з вибухонебезпечним середовищем або із шкідливими речовинами 1 і 2-го класів небезпечності за ГОСТ 12.1.007, замість триходового крана дозволяється встановлювати окремих штуцер із запірним органом для приєднання другого манометра.

Манометр не дозволяється застосовувати у випадках, коли:

- відсутня шломба або клеймо з відміткою про проведення перевірки;
- прострочений термін перевірки;
- стрілка манометра під час його виключення не повертається на нульову відмітку шкали на величину, яка перевищує половину похибки, що допускається для цього приладу;
- розбите скло або є інші пошкодження, що можуть позначитись на правильності його показів.

Перевірка манометрів з їх опломбуванням або клеймуванням повинна проводитись не рідше ніж один раз на 12 місяців. Крім того, не рідше одного разу на 6 місяців власник посудини має проводити додаткову перевірку робочих манометрів контрольним манометром із занесенням результатів до журналу контрольних перевірок. Якщо немає контрольного манометра, допускається додаткову перевірку проводити перевіреним

робочим манометром, який має однакову шкалу і клас точності з манометром, що перевіряється.

Прилади для вимірювання температури. Посудини, які працюють при температурі стінок, що змінюється, мають бути забезпечені приладами для контролю швидкості та рівномірності прогрівання по довжині і висоті посудини і реперами для контролю теплових переміщень. Необхідність оснащення посудин вказаними приладами і реперами і допустима швидкість прогрівання та охолодження посудин визначаються розробником проекту і повинні бути зазначені в паспорті або в інструкції з монтажу та експлуатації.

Запобіжні пристрої від підвищення тиску. Кожна посудина (порожнина комбінованої посудини) повинна забезпечуватися запобіжними пристроями від підвищення тиску більше допустимого значення.

Як запобіжні пристрої застосовуються:

- пружинні запобіжні клапани;
- важільно-вантажні запобіжні клапани;
- імпульсні запобіжні пристрої (ІЗП), що складаються із головного запобіжного клапана (ГЗК) і керуючого імпульсного клапана (КІК) прямої дії;
- запобіжні пристрої з руйнівними мембранами (мембранні запобіжні пристрої — МЗП);
- інші пристрої, застосування яких узгоджено з Держнаглядохоронпраці України.

Встановлення важільно-вантажних клапанів на пересувних посудинах не дозволяється.

Конструкція пружинного клапана повинна виключати можливість затягування пружини понад встановлену величину, а пружина має бути захищена від недопустимого нагріву (охолодження) і безпосередньої дії робочого середовища, якщо вони діють шкідливо на матеріал пружини. Конструкція пружинного клапана повинна передбачати пристрій для перевірки справності дії клапана в робочому стані способом примусового відкриття його під час роботи.

Якщо розрахунковий тиск посудини є рівним або більшим за тиск живильного джерела і в посудині виключена можливість підвищення тиску від хімічної реакції чи обігрівання, то встановлення на ній запобіжного клапана і манометра не обов'язкове.

Посудина, розрахована на тиск, менший від тиску джерела, яке її живить, повинна мати на підвідному трубопроводі автоматичний пристрій редукування з манометром і запобіжним пристроєм, установленим на боці меншого тиску після пристрою редукування. У разі встановлення обвідної лінії (байпаса) вона також повинна бути оснащена пристроєм редукування.

Для групи посудин, що працюють при одному й тому ж тиску, допускається встановлювати один пристрій редукування з манометром та запобіжним клапаном на спільному підвідному трубопроводі до першого

відгалуження до однієї з посудин. У цьому випадку встановлювати запобіжні пристрої на самих посудинах необов'язково, якщо в них виключена можливість підвищення тиску.

Кількість запобіжних клапанів, їх розміри і пропускна здатність повинні бути вибрані за розрахунком так, щоб у посудині не міг утворитися тиск, який перевищує надмірний робочий, більше як на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) для посудин з тиском до 0,3 МПа (3 кгс/см²), на 15 % — для посудини з тиском від 0,3 до 6,0 МПа (3—60 кгс/см²) і на 10 % — для посудин з тиском понад 6,0 МПа (60 кгс/см²). Якщо працюють запобіжні клапани, то допускається перевищення тиску в посудині не більше як на 25 % робочого за умови, що це перевищення передбачене проектом і відображене в паспорті посудини. Кількість запобіжних клапанів та їх пропускна здатність визначаються згідно з ГОСТ 12.2.085.

Запобіжні пристрої повинні встановлюватись на патрубках або трубопроводах, безпосередньо приєднаних до посудини. Приєднувальні трубопроводи запобіжних пристроїв (підвідні, відвідні, дренажні) мають бути захищені від замерзання в них робочого середовища.

Запобіжні пристрої повинні бути розміщені в місцях, доступних для їх огляду. Встановлення запірної арматури між посудиною і запобіжним пристроєм, а також за ним не допускається.

Мембранні запобіжні пристрої встановлюються:

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

- перед запобіжними клапанами у випадках, коли запобіжні клапани не можуть надійно працювати внаслідок шкідливої дії робочого середовища (корозія, ерозія, полімеризація, кристалізація, прикипання, примерзання) або можливих витікань 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;

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

- на вихідній стороні запобіжних клапанів для запобігання шкідливій дії робочих середовищ з боку скидної системи і для виключення впливу коливання проти тиску з боку цієї системи на точність спрацювання запобіжних клапанів.

Мембранні запобіжні пристрої мають бути розміщені в місцях, відкритих і доступних для огляду і монтажу-демонтажу, трубопроводи, що приєднуються, повинні бути захищені від замерзання в них робочого середовища, а пристрої необхідно встановлювати на патрубках або трубопроводах, безпосередньо приєднаних до посудини.

Результати перевірки справності запобіжних пристроїв, відомості про їх налагодження заносяться в змінний журнал роботи посудин особами, які виконують вказані операції.

Показчики рівня рідини. У разі необхідності контролю рівня рідини в посудинах, що мають границю поділу середовищ, повинні застосовуватися показчики рівня рідини. Крім показчиків рівня на посудинах можуть бути встановлені звукові, світлові та інші сигналізатори і блокування за рівнем. На посудинах, що обігріваються полум'ям або гарячими газами, в яких можливе зниження рівня рідини нижче дозволеного, має бути встановлено не менше двох показчиків рівня прямої дії.

На кожному показчику рівня повинні бути вказані допустимі верхній і нижній рівні. Висота прозорого показчика рівня рідини повинна бути не менше ніж на 25 мм відповідно нижче нижнього і вище верхнього допустимих рівнів рідини.

У разі необхідності встановлення кількох показчиків по висоті, їх треба розміщувати так, щоб вони забезпечили безперервність показу рівня рідини. При застосуванні в показниках рівня як прозорого елемента скла або слюди для запобігання травмуванню персоналу при їх розриві має бути передбачений захисний пристрій.

3.2.5 Розміщення посудин

Посудини повинні встановлюватись на відкритих майданчиках 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.

Не допускається встановлювати посудини в житлових, громадських і побутових будинках, а також у прилеглих до них приміщеннях. Встановлення посудин має виключати можливість їх перекидання. Встановлення посудин повинне забезпечувати можливість огляду, ремонту та очищення їх як з внутрішнього, так і з зовнішнього боку. Для зручності обслуговування посудин повинні бути зроблені площадки і сходи. Для огляду і ремонту можуть застосовуватись колиски та інші пристрої, які не повинні порушувати міцності та стійкості посудини, а приварювання їх до посудини має бути виконане за проектом згідно з вимогами „Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском”.

3.2.6 Реєстрація посудин

Посудини до пуску їх у роботу повинні бути зареєстровані в експертно-технічних центрах (ЕТЦ). Реєстрації в ЕТЦ не підлягають:

- посудини 1-ї групи, що працюють при температурі не вище 200°C, в яких добуток тиску в МПа (кгс/см²) на місткість в м³ (літрах) не

перевищує 0,05 (500), а також посудини 2, 3 і 4-ї груп, що працюють при зазначеній вище температурі, в яких добуток тиску в МПа (кгс/см^2) на місткість в м^3 (літрах) не перевищує 1 (10000). Група посудин визначається за табл. 3.2;

- апарати повітряроздільних установок і розподілу газів, розташованих в середині теплоізоляційного кожуха (регенератори, колони, теплообмінники, конденсатори, адсорбери, віддільники, випарники, фільтри, пароохолодники, підігрівники);
- посудини холодильних установок і холодильних блоків у складі технологічних установок;
- резервуари повітряних електричних вимикачів;
- посудини, що входять до системи регулювання, змащення та ущільнення турбін, генераторів і насосів;
- бочки для перевезення зріджених газів, балони місткістю до 100 л включно, які встановлені стаціонарно, а також призначені для транспортування і (або) зберігання стиснутих, зріджених і розчинних газів;
- генератори (реактори) для отримання водню, які використовуються гідрометеорологічною службою;
- посудини, які включені в закриту систему видобування нафти (від свердловини до магістрального трубопроводу);
- посудини для зберігання або транспортування зріджених газів, рідинних і сипких тіл, що перебувають під тиском періодично при їх випорожнюванні;
- посудини із стиснутим і зрідженим газами, призначені для забезпечення паливом двигунів транспортних засобів, на яких вони встановлені;
- посудини, які встановлені в підземних гірничих виробках;
- вісцинові та інші фільтри, які встановлені на газорозподільних станціях і пунктах;
- конденсатозбірники на лінійній частині магістральних газопроводів;
- пристрої (метанольниці) для введення інгібітора гідратуутворення в газопроводах;
- пневмогідроприводи механізмів управління запірної арматури;
- вхідні буферні посудини, буферні посудини на виході всіх ступенів оливовологовіддільників компресорних установок, автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій (АГНКС), які змонтовані на спільному з компресорними установками фундаменті та не мають вимикальної запірної арматури.

Реєстрація посудини здійснюється на підставі письмової заяви адміністрації власника посудини. Для реєстрації повинні бути подані:

- паспорт посудини встановленої форми;
- посвідчення про якість монтажу;
- 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 урахуванням його пропускної здатності.

Таблиця 3.2 – Групи посудин за розрахунковим тиском

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

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 скріплено печаткою.

У посвідченні повинні бути наведені такі дані:

- найменування монтажною організацією;
- найменування підприємства – власника посудини;
- найменування підприємства-виготовлювача і заводський номер посудини;
- відомості про матеріали, які застосовані монтажною організацією додатково до вказаних у паспорті;
- відомості про зварювання, що включають вид зварювання, тип і марку електродів, термообробку, режим термообробки і діаграми; прізвиська зварників і термістів, номери їх посвідчень; результати випробувань контрольних стиків (зразків), а також результати неруйнівного дефектоскопічного контролю стиків;
- висновки про відповідність проведених на посудині монтажних робіт нормативним документам, проекту, технічним умовам та інструкції з монтажу і придатності їх до експлуатації при вказаних в паспорті параметрах;
- копія дозволу органів Держнаглядохоронпраці на монтаж посудини.

Експортно-технічний центр (ЕТЦ) зобов'язаний протягом 5 днів з

дня отримання заяви розглянути подану документацію. При відповідності документації на посудину вимогам нормативної документації, ЕТЦ в 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 нормативних документів.

При перестановці посудини на нове місце або переданні посудини іншому власнику, а також при внесенні змін у схему її включення посудина до пуску в роботу повинна бути перереєстрована в ЕТЦ. Для зняття з обліку зареєстрованої посудини власник зобов'язаний подати в ЕТЦ заяву про причини зняття і паспорт посудини. При відсутності паспорта заводом-виготовлювачем видається його дублікат. У випадку відсутності дублікату ЕТЦ складає в установленому порядку новий паспорт за встановленою формою.

3.2.7 Утримання та обслуговування посудин

Обслуговування посудин може бути доручено особам, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження, навчання за відповідною програмою, атестовані і мають посвідчення на право обслуговування посудин. Навчання та атестація персоналу, який обслуговує посудини, повинні проводитись у професійно-технічних училищах, в навчально-курсних комбінатах (курсах), а також на курсах, спеціально створених підприємствами, які мають дозвіл органів Держнаглядохоронпраці України, виданий на підставі висновку ЕТЦ щодо можливості і умов виконувати вказані роботи навчальними закладами. Індивідуальна підготовка персоналу не допускається. Особам, які склали іспити, повинні бути видані посвідчення з вказанням найменування, параметрів робочого середовища посудин, до обслуговування яких ці особи допущені. Посвідчення повинні бути підписані головою комісії.

Атестація персоналу, який обслуговує посудини із пвидкознімними кришками, а також посудини, що працюють під тиском шкідливих речовин 1, 2, 3 і 4-го класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007, проводиться комісією за участю інспектора Держнаглядохоронпраці України, в інших випадках участь інспектора в роботі комісії не обов'язкова. Про день проведення іспитів місцевий орган Держнаглядохоронпраці України повинен бути повідомлений не пізніше як за 5 днів. Періодична перевірка знань персоналу, який обслуговує посудини, повинна проводитись не рідше одного разу в 12 місяців.

Позачергова перевірка знань проводиться:

- при переході на інше підприємство;
- у разі внесення змін в інструкцію з режиму роботи і безпечного обслуговування посудини;
- на вимогу інспектора Держнаглядохоронпраці України або відповідального з нагляду за технічним станом та експлуатацією посудин.

У разі перерви в роботі за спеціальністю більше 12 місяців персонал,

який обслуговує посудини, після перевірки знань повинен перед допуском до самостійної роботи пройти стажування для відновлення практичних навичок. Результати перевірки знань обслуговуючого персоналу оформляються протоколом, підписаним головою і членами комісії, із відміткою в посвідченні. Допуск персоналу до самостійного обслуговування посудин оформляється наказом або розпорядженням по цеху чи підприємству.

На підприємстві має бути розроблена і затверджена у відповідному порядку інструкція з режиму роботи і безпечного обслуговування посудин. Для посудин (автоклавів) із швидкознімними затворами в указаній інструкції має бути відображений порядок зберігання і застосування ключ-марки. Інструкція повинна знаходитись на робочому місці і видаватись під розписку обслуговуючому персоналу. Схеми включення посудин повинні бути вивішені на робочих місцях.

3.2.8 Технічне опосвідчення посудин

Посудини підлягають технічному опосвідченню до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації і в необхідних випадках — позачерговому. Технічні опосвідчення проводяться експертами ЕТЦ. Періодичне технічне опосвідчення допускається проводити фахівцям організацій, підприємств, установ, які мають дозвіл Держнаглядохоронпраці України, отриманий в установленому порядку.

Зовнішній і внутрішній огляди мають за мету:

- при первинному опосвідченні перевірити, що посудина встановлена та обладнана згідно з нормативними документами і поданими при реєстрації документами, а також, що посудина та її елементи не мають пошкоджень;

- при періодичних і дострокових опосвідченнях встановити справність посудини і можливість її подальшої роботи.

Гідравлічне випробування має за мету перевірку міцності елементів посудини і щільності з'єднань. Посудини мають бути пред'явлені до гідравлічного випробування з установленою на них арматурою. При технічному опосвідченні допускається використовувати методи неруйнівного контролю, в тому числі і метод акустичної емісії.

Перед внутрішнім оглядом і гідравлічним випробуванням посудина має бути зупинена, охолоджена (відігрита), звільнена від робочого середовища, що заповнює її, відключена заглушками від усіх трубопроводів, які з'єднують посудину з джерелом тиску або з іншими посудинами. Металеві посудини повинні бути очищені до металу. Посудини, що працюють із сильнодіючими отруйними речовинами 1 і 2-го класів небезпечності за ГОСТ 12.1.007, до початку виконання всередині будь-яких робіт, а також перед внутрішнім оглядом повинні бути піддані ретельній обробці (нейтралізації, дегазації) згідно з інструкцією з безпечного ведення робіт, затвердженою в установленому порядку. Футеровка, ізоляція та інші види захисту від корозії мають бути частково

або повністю видалені, якщо є ознаки, що вказують на можливість виникнення дефектів матеріалів силових елементів конструкцій посудин під захисним покриттям (нещільність футеровки, видування при гумуванні, сліди промокання ізоляції). Електрообігрів і привод посудини мають бути вимкнуті.

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

- якщо посудина не експлуатувалась більше 12 місяців;
- якщо посудина була демонтована і встановлена на новому місці;
- якщо проводилось виправлення випинів або вм'ятин, а також реконструкція або ремонт посудини із застосуванням зварювання чи паяння елементів, що працюють під тиском;
- перед накладанням на стінки посудини захисного покриття;
- після відпрацювання розрахункового строку служби посудини, встановленого проектом, документацією підприємства-виготовлювача або іншою нормативною документацією;
- після аварії посудини або елементів, що працюють під тиском, якщо за обсягом відбудовних робіт потрібен такий огляд;
- за вимогою інспектора Держнаглядохоронпраці України або відповідального з нагляду за технічним станом та експлуатацією посудини.

Перед позачерговим технічним опосвідченням повинне бути проведено експертне обстеження (технічне діагностування) посудини ЕТЦ або спеціалізованою організацією, що має дозвіл органів Держнаглядохоронпраці України, отриманий в установленому порядку.

Технічне опосвідчення посудин, цистерн, балонів і бочок може проводитись на спеціальних ремонтно-випробувальних пунктах, на підприємствах-виготовлювачах, наповнювальних станціях, а також на підприємствах-власниках, які мають необхідну базу, устаткування для проведення опосвідчень відповідно до вимог нормативних документів. Первинне технічне опосвідчення наново встановлених посудин проводиться експертом ЕТЦ після їх монтажу і реєстрації. Технічне опосвідчення як зареєстрованих, так і тих посудин, цистерн, бочок і балонів, які не підлягають реєстрації, крім того, повинно проводитися у встановлені цими Правилами терміни самостійно: у власників — відповідальним з нагляду за технічним станом та експлуатацією посудин, а на наповнювальних станціях, ремонтно-випробувальних пунктах і підприємствах-виготовлювачах — спеціально призначеним для цього інженерно-технічним працівником.

Результати технічного опосвідчення повинні записуватись у паспорт посудини особою, яка проводила опосвідчення із вказанням дозволених параметрів експлуатації посудини і термінів наступних опосвідчень.

Якщо під час технічного опосвідчення будуть виявлені дефекти, що знижують міцність посудини, то експлуатація її може бути дозволена при знижених параметрах (тиск і температура).

Якщо під час технічного опосвідчення виявиться, що посудина,

внаслідок дефектів, що існують, або порушень діючих Правил, перебувала в небезпечному стані для подальшої експлуатації, робота такої посудини повинна бути заборонена.

Посудини, що працюють під тиском шкідливих речовин (рідини і газів) 1-го і 2-го класів небезпечності за ГОСТ 12.1.007, повинні підлягати випробуванню на герметичність повітрям або інертним газом під тиском, рівним робочому тиску. Випробування проводяться власником посудини відповідно до інструкції, затвердженої в установленому порядку.

Під час зовнішніх і внутрішніх оглядів повинні бути виявлені та усунені всі дефекти, які знижують міцність посудини, при цьому треба звернути особливу увагу на виявлення таких дефектів:

- на поверхнях посудини — тріщин, надривів, корозії стінок (особливо в місцях відбортовки і вирізок), випинів (переважно в посудинах із оболонками, а також у посудин з вогневим чи електричним обігріванням), раковин (у литих посудинах);

- у зварних швах — дефектів зварювання, надривів, роз'їдань;

- у заклепчних швах — тріщин між заклепками, обривів головок, слідів пропусків, надривів у кромках склепаних листів, корозійних пошкоджень заклепчних швів, зазорів під кромками склепаних листів і головками заклепок, особливо в посудинах, що працюють з агресивними середовищами (кислотою, киснем, лугами та ін.);

- у посудинах із захищеними від корозії поверхнями — руйнувань футеровки, у тому числі нещільностей шарів, футерувальних плиток, тріщин в гумованому, свинцевому або іншому покритті, сколювань емалі, тріщин, пошкоджень металу стінок посудини в місцях порушеного захисного покриття;

- у металопластикових і неметалевих посудинах — розшарувань і розривів армуючих волокон понад норми, встановлені головною організацією.

Гідравлічне випробування посудин проводиться тільки при задовільних результатах зовнішнього і внутрішнього оглядів. При цьому величина пробного тиску може визначатись, виходячи із дозволеного тиску для посудини. Під пробним тиском посудина повинна перебувати протягом 5 хв., якщо відсутні інші вказівки підприємства-виготовлювача. Гідравлічне випробування емальованих посудин, незалежно від робочого тиску, повинно проводитись пробним тиском, указаним заводом-виготовлювачем у паспорті посудини.

У випадках, коли проведення гідравлічного випробування неможливе (велике напруження від ваги води у фундаменті, міжповерхових перекриттях або в самій посудині, утруднення з видаленням води, наявність всередині посудини футеровки, що перешкоджає заповненню посудини водою), дозволяється замінити його пневматичним випробуванням (повітрям або інертним газом) на такий самий пробний тиск. Цей вид випробування допускається тільки за умови позитивних результатів ретельного внутрішнього огляду і перевірки

міцності посудини розрахунком.

Власник посудини несе відповідальність за своєчасну та якісну підготовку посудини до опосвідчення.

Посудини, в яких дія середовища може спричинити погіршення хімічного складу і механічних властивостей металу, а також посудини, в яких температура стінки при роботі перевищує 450 °С, мають бути піддані додатковому опосвідченню технічним персоналом підприємства.

Для посудин, що відпрацювали розрахунковий термін служби, встановлений проектом, документацією підприємства-виготовлювача, іншою нормативною документацією (НД) або проектам, яким було продовжено розрахунковий (допустимий) термін служби на підставі технічного висновку, об'єм, методи і періодичність технічного опосвідчення мають бути визначені за результатами технічного діагностування і виявлення залишкового ресурсу.

3.2.9 Безпека при експлуатації котельних установок

Котли з камерним спалюванням усіх видів палива і з механічними топками для твердого палива повинні мати автоматику безпеки.

Автоматика безпеки котлів, які працюють на газоподібному або рідкому паливі, повинна припинити подачу палива при припиненні подачі електроенергії, несправності ланцюгів захисту, загасанні вогню в котлі, відключення яких при роботі котла не дозволяється, а також при досягненні допустимих значень таких параметрів:

- тиску палива перед пальником;
- розрідження в топці для котлів з урівноваженою тягою;
- тиску повітря перед пальником з примусовою подачею повітря;
- температури води на виході з водогрійного котла;
- при пониженні або підвищенні води в паровому котлі;
- при підвищенні тиску пари вище дозволеного в паровому котлі;
- при неполадках пристроїв продувки, відведень і рециркуляції

продуктів спалення.

Автоматика безпеки котлів з механічною топкою повинна відключати подачу палива і дугтьові вентилятори при припиненні подачі електроенергії, а також при досягненні граничних значень таких параметрів:

- температури води на виході з водогрійного котла;
- тиску води на виході з водогрійного котла;
- розрідження в топці для котлів зі зрівноваженою тягою;
- рівня води в паровому котлі;
- тиску пари в паровому котлі.

На парових котлах повинні бути встановлені автоматичні звукові сигналізатори верхнього і нижнього граничних положень рівня води.

Парові і водогрійні котли при камерному спалюванні палива повинні бути обладнані автоматичними приладами для припинення подачі палива в топку у випадках:

- згасання факела в топці;
- відключення димососів або припинення тяги;
- відключення всіх дуттьових вентиляторів;
- несправності автоматики безпеки.

3.2.10 Безпека при експлуатації компресорних установок

Безпека експлуатації компресорних установок досягається ретельною регламентацією застосовуваних змащувальних матеріалів, застосуванням систем охолодження та очищення. Змащування механізмів (крім робочих циліндрів) здійснюється звичайними мастилами. При цьому повинна бути виключена можливість проникнення мастила з картерного простору в циліндри та газів, що стискаються, в картерний простір. Перед пуском компресорів перевіряють наявність мастила. При високих тисках використовують термічно стійкі, добре очищені мастила, здатні протистояти окислювальній дії гарячого повітря.

Змащування циліндрів повітряних компресорів лімітується: 1 г мастила на кожні 400 мм² змащованої поверхні горизонтальних та 500 мм² вертикальних компресорів. Нормативна витрата мастила складає:

$$M = \frac{120\pi D S n}{400 \dots 500}, \quad (3.1)$$

де D – діаметр циліндра, м;

S – хід поршня, м;

n – частота обертання, об./хв.

Оскільки наявність мастила в кисневих компресорах неприпустима, то для їх змащування використовують дистильовану воду з додаванням гліцерину або самозмащувальні втулки та поршневі кільця з графіту. Можна також використовувати вибухобезпечне графітове мастило та фторорганічні синтетичні мастила. Для надійного захисту кисневих компресорів від потрапляння мастила між повзуном та циліндрами влаштовують буферні коробки (передсальники). Поршні обладнують спеціальними ущільненнями, фібровими манжетами і змащують водою з гліцеином.

В компресорах для стиснення ацетилену безпека досягається повільним ходом поршня (не більше 0,7-0,9 м/с) та надійним охолодженням. Завдяки цьому температура на лінії нагнітання не перевищуватиме 50 °С. З метою уникнення небезпеки утворення нагару та окислення в азотних, водневих, азотно-водневих компресорах застосовуються легкі циліндрові мастила, а при високих тисках – важкі циліндрові. Для змащування циліндрів хлорних компресорів використовується сірчана кислота (моногідрат).

Системи охолодження компресорів поділяються на водяні та повітряні. Повітряне охолодження використовується в компресорах низького тиску малої продуктивності, а також у компресорах холодильних установок. Водяне охолодження використовується в компресорах високого тиску. Системи водяного охолодження вмикаються до пуску компресора і

використовують сигналізацію та блокувальний пристрій для вимкнення компресора при перевищенні температури води вище допустимої.

З метою попередження гідравлічних ударів передбачене відведення сконденсованої рідини з холодильника та контроль відносної вологості повітря, котре засмоктується в компресор (не вище 60%). Для уникнення іскроутворення внаслідок виникнення розрядів статичної електрики компресори заземлюють. Виключення місцевих перегрівань та вибухів, що їх супроводжують, досягається періодичним очищенням від нагару внутрішніх частин компресора 2-3%-ним розчином сульфатного або мильного розчину.

Для усунення підсмоктування повітря в компресорах, що працюють на газах, які утворюють при з'єднанні з ним вибухонебезпечні суміші (ацетилен, водень тощо), в їх всмоктувальних лініях забезпечують невеликий надлишковий тиск. Всі рухомі частини компресора повинні бути огорожені. Повітряні компресорні установки продуктивністю понад 20 м³/хв. повинні розташовуватись в окремих або прибудованих приміщеннях висотою не менше 4 м, збудованих з вогнетривких матеріалів з легкоскридним перекриттям. Акумулятори та ресивери необхідно розташовувати поза виробничим приміщенням.

3.2.11 Безпека при експлуатації балонів

Балони мають розраховуватися і виготовлятися за нормативною документацією, узгодженою з Держнаглядохоронпраці України. Балони повинні мати вентиля, щільно вкручені в отвори горловини або у витратно-наповнювальні штуцери у спеціальних балонах, що не мають горловини. Балони для стиснених, зріджених і розчинених газів місткістю більше 100 л повинні бути забезпечені паспортом.

На балони місткістю понад 100 л повинні встановлюватися запобіжні клапани. При груповому встановленні балонів допускається встановлення запобіжного клапана на всю групу балонів. Балони місткістю понад 100 л, які встановлюються як витратні ємності для зріджених газів, що використовуються як паливо на автомобілях та інших транспортних засобах, крім вентиля і запобіжного клапана повинні мати покажчик максимального рівня наповнення. На таких балонах також допускається встановлення спеціального наповнювального клапана, вентиля для відбирання газу в пароподібному стані, покажчика рівня зрідженого газу в балоні і спускної пробки.

Бокові штуцери вентилів для балонів, які наповнюються воднем та іншими горючими газами, повинні мати ліву різьбу, а для балонів, які наповнюються киснем та іншими негорючими газами, — праву різьбу. Кожний вентиль балонів для вибухонебезпечних горючих речовин, шкідливих речовин 1 і 2-го класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007 повинен бути забезпечений заглушкою, яка накручується на боковий штуцер. Вентилі в балонах для кисню повинні вкручуватись із застосуванням ущільнювальних матеріалів, загорання яких в середовищі кисню

виключається.

На верхній сферичній частині кожного металевого балона повинні бути вибиті (чітко видні) такі дані:

- товарний знак підприємства-виготовлювача;
- номер балона;
- фактична маса порожнього балона (кг): для балонів місткістю до 12 л включно — з точністю до 0,1 кг; понад 12 до 55 л включно — з точністю до 0,2 кг; маса балонів місткістю понад 55 л вказується відповідно до НД на їх виготовлення;
- дата (місяць, рік) виготовлення і наступного опосвідчення;
- робочий тиск (Р), МПа (кгс/см²);
- пробний гідравлічний тиск (П), МПа (кгс/см²);
- місткість балонів (л): для балонів місткістю до 12 л включно — номінальна; для балонів місткістю понад 12 до 55 л включно — фактична, з точністю до 0,3 л; для балонів місткістю понад 55 л — відповідно до НД на їх виготовлення;
- клеймо відділу технічного контролю (ВТК) підприємства-виготовлювача круглої форми діаметром 10 мм (за винятком стандартних балонів місткістю понад 55 л);
- номер стандарту для балонів місткістю понад 55 л.

Висота знаків на балонах повинна бути не менше 6 мм, а на балонах місткістю 55 л — не менше 8 мм.

Маса балонів, за винятком балонів для ацетилену, вказується з урахуванням маси нанесеної фарби, кільця для ковпака і башмака, якщо такі передбачені в конструкції, але без маси вентиля і ковпака.

На балонах місткістю до 5 л або товщиною стінки менше 5 мм паспортні дані можуть бути вибиті на пластині, припаяній до балона або нанесені емалевою чи олійною фарбою.

Балони для розчиненого ацетилену повинні бути заповнені відповідною кількістю пористої маси і розчинника за стандартом. За якість пористої маси і за правильність наповнення балонів відповідальність несе підприємство, яке наповнює балон пористою масою. За якість розчинника і за правильне його дозування відповідальність несе підприємство, яке здійснює заповнення балонів розчинником. Після заповнення балонів пористою масою і розчинником на його горловині вибивається маса тари (маса балона без ковпака, але з пористою масою і розчинником, башмаком, кільцем і вентилям).

Написи на балони наносять по обводу на довжину не менше 1/3 обводу, а смуги — по всьому обводу, причому висота літер на балонах ємкістю понад 12л має бути 60 мм, а ширина смуги — 25 мм. Розміри написів і смуг на балонах ємкістю до 12 л повинні визначатися в залежності від величини бокової поверхні балонів. Зовнішня поверхня балонів повинна бути пофарбована відповідно до таблиці 3.3. Фарбування балонів і написи на них можуть виконуватися масляними, емалевими або нітрофарбами. Фарбування наново виготовлених балонів і нанесення

написів здійснюється підприємствами-виготовлювачами, а під час експлуатації — наповнювальними станціями або випробувальними пунктами. Маркування та фарбування неметалевих балонів повинні проводитися у відповідності до ТУ на балон. Колір фарбування і текст написів на балонах, які використовуються в спеціальних установках або установках, призначених для наповнення газами спеціального призначення, встановлюються зацікавленими відомствами за узгодженням з органами Держнаглядохоронпраці України.

Опосвідчення балонів. Дозвіл на опосвідчення балонів видається підприємствам-наповнювачам, наповнювальним станціям і пунктам випробування органами Держнаглядохоронпраці України після перевірки ними наявності:

- виробничих приміщень, а також технічних засобів, що забезпечують можливість якісного проведення опосвідчення;
- наказу про призначення на підприємстві осіб, відповідальних за проведення опосвідчення, з числа інженерно-технічних працівників, котрі мають відповідну підготовку;
- інструкції з проведення технічного опосвідчення балонів.

При видачі дозволу на опосвідчення органи нагляду повинні зареєструвати у себе клеймо з відповідним шифром. Перевірка якості, опосвідчення і приймання виготовлених балонів здійснюються робітниками відділу технічного контролю підприємства-виготовлювача відповідно до вимог нормативної документації на балони.

Величина пробного тиску і час витримки балонів під пробним тиском на підприємстві-виготовлювачі встановлюються для стандартних балонів за стандартами, для нестандартних — за технічними умовами, при цьому пробний тиск повинен бути не менший ніж півтора значення робочого тиску.

Балони на підприємстві-виготовлювачі, за винятком балонів для ацетилену, після гідравлічного випробування повинні також підлягати пневматичному випробуванню тиском, що дорівнює робочому тиску. Під час пневматичного випробування балони повинні бути занурені у ванну з водою. Балони для ацетилену повинні підлягати пневматичному випробуванню на підприємствах, які наповнюють балони пористою масою. Безшовні балони з двома відкритими горловинами випробуванню на герметичність на підприємстві-виготовлювачі не підлягають, крім балонів, призначених для роботи із середовищами 1, 2, 3, 4-го класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007.

Балони нової конструкції або балони, виготовлені із матеріалів, що раніше не використовувалися, повинні бути випробувані за спеціальною програмою, яка передбачає, зокрема, доведення балонів до руйнування, при цьому запас міцності за мінімальним значенням тимчасового опору металу при 20°C повинен бути не менше 2,6 з перерахуванням на найменшу товщину стінки без додавання на корозію.

На етапі відпрацювання ресурсної міцності металопластикових і

неметалевих балонів величина внутрішнього тиску в процесі тривалого або циклічного навантаження приймається на 10 % вище величини робочого тиску.

Таблиця 3.3 – Фарбування і нанесення написів на балони

Назва газу	Колір балонів	Текст напису	Колір напису	Колір смуги
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
Нафтогаз	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	—
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	—
Всі інші горючі гази	Червоний	Назва газу	Білий	—
Всі інші негорючі гази	Чорний	Назва газу	Жовтий	—

Результати огляду виготовлених балонів заносяться ВТК підприємства-виготовлювача у відомість, в якій повинні бути відображені такі дані:

- номер балона;
- дата (місяць, рік) виготовлення (випробування) балона і наступного опосвідчення;
- маса балона, кг;
- місткість балона, л;
- робочий тиск, МПа (кгс/см^2);
- пробний тиск, МПа (кгс/см^2);
- підпис представника ВТК підприємства-виготовлювача. Всі заповнені відомості мають бути пронумеровані, прошнуровані і зберігатися в справах ВТК підприємства.

Опосвідчення балонів, за винятком балонів для ацетилену, включає:

- огляд внутрішньої і зовнішньої поверхонь балонів;

- перевірку маси і місткості;
- гідравлічне випробування.

Перевірка маси і місткості безшовних балонів ємністю до 12 л включно і понад 55 л, а також зварних балонів, незалежно від місткості, не провадиться.

При задовільних результатах підприємство, на якому проведено опосвідчення, вибиває на балоні своє клеймо круглої форми діаметром 12 мм, дату проведеного і наступного опосвідчення (в одному ряду з клеймом). Результати технічного опосвідчення балонів ємністю понад 100 л заносяться в паспорт балонів. Клейма на балонах в цьому випадку не ставляться.

Результати опосвідчення балонів, за винятком балонів для ацетилену, записуються особою, яка проводила опосвідчення балонів, у журнал випробувань, який має, зокрема, такі графи:

- товарний знак підприємства-виготовлювача;
- номер балона;
- дата (місяць, рік) виготовлення балона;
- дата проведеного і наступного опосвідчення;
- маса, вибита на балоні, кг;
- маса балона, встановлена під час опосвідчення, кг;
- місткість балона, вибита на балоні, л;
- місткість балона, визначена під час опосвідчення, л;
- робочий тиск (P), МПа (кгс/см²);
- позначка про придатність балона;
- підпис особи, яка здійснювала опосвідчення балонів.

Огляд балонів для ацетилену повинен здійснюватися на ацетиленових наповнювальних станціях не рідше ніж через 5 років і складатися із:

- огляду зовнішньої поверхні;
- перевірки пористої маси;
- пневматичного випробування.

Стан пористої маси в балонах для ацетилену повинен перевірятись на наповнювальних станціях не рідше ніж через 24 місяці. При задовільному стані пористої маси на кожному балоні повинні бути вибиті:

- рік і місяць перевірки пористої маси;
- клеймо наповнювальної станції;
- клеймо (діаметром 12 мм із зображенням літер ПМ), що засвідчує перевірку пористої маси.

Балони для ацетилену, які наповнені пористою масою, під час опосвідчення випробовують азотом під тиском 3,5 МПа (35 кгс/см²).

Чистота азоту, який застосовується для випробування балонів, повинна бути не нижче 97 % за об'ємом.

Результати опосвідчення балонів для ацетилену заносять в журнал випробувань, який має, зокрема, такі графи:

- номер балона;

- товарний знак підприємства-виготовловача;
- дата (місяць, рік) виготовлення балона;
- підпис особи, яка здійснювала опосвідчення балона;
- дата опосвідчення балона.

Огляд балонів здійснюється з метою виявлення на їх стінках корозії, тріщин, вм'ятин та інших пошкоджень (для визначення придатності балонів до подальшої експлуатації). Перед оглядом балони мають бути ретельно очищені і промиті водою, а в необхідних випадках промиті відповідним розчинником або дегазовані. Балони, в яких під час огляду зовнішньої і внутрішньої поверхні виявлені тріщини, вм'ятини, раковини і ризики глибиною понад 10 % від номінальної товщини стінки, надриви і вищерблення, знос різьби горловини, а також на яких відсутні деякі паспортні дані, повинні бути вибраковані. Послаблення кільця на горловині балона не може служити причиною бракування останнього. В цьому випадку балон може бути допущений до подальшого опосвідчення після закріплення кільця або заміни його новим.

Ємність балона визначають за різницею між вагою балона, наповненого водою, і вагою порожнього балона або за допомогою мірних бачків.

Відбраковування балонів за результатами зовнішнього і внутрішнього оглядів повинно здійснюватися відповідно до НД на їх виготовлення. Забороняється експлуатація балонів, на яких вибиті не всі дані, передбачені нормативною документацією. Закріплення або заміна ослабленого кільця на горловині або башмака повинна бути виконана до опосвідчення балона.

Безшовні стандартні балони місткістю від 12 до 55 л при зменшенні маси від 7,5 до 10 % і збільшенні їх місткості в межах від 1,5 до 2 % переводяться на тиск, знижений проти спершу встановленого на 15 %. При зменшенні маси від 10 до 13,5 % або збільшенні їх місткості в межах від 2 до 2,5 % балони переводяться на тиск, знижений проти встановленого не менше ніж на 50 %. При зменшенні маси від 13,5 до 16 % або збільшенні їх місткості в межах від 2,5 до 3 % балони можуть бути допущені до роботи при тискові не більше 0,6 МПа (6 кгс/см²). При зменшенні маси більше ніж на 16 % або збільшенні їх місткості більше ніж на 3 % балони бракуються.

Балони, переведені на понижений тиск, можуть використовуватись для заповнення газами, робочий тиск яких не перевищує допустимого для даних балонів, при цьому на них мають бути вибиті: маса; робочий тиск ($P_{роб}$), МПа (кгс/см²); пробний тиск ($P_{проб}$), МПа (кгс/см²); дата проведеного та наступного опосвідчення і клеймо пункту випробування. 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.

Опосвідчення балонів має здійснюватись в окремих спеціально обладнаних приміщеннях. Температура повітря в цих приміщеннях

повинна бути не нижче 12 °С. Для внутрішнього опосвідчення балонів допускається застосування електричного освітлення з напругою не більше 12 В. Під час огляду балонів, які наповнюються вибухонебезпечними газами, арматура ручної лампи та її штепсельне з'єднання мають бути у вибухобезпечному виконанні.

Наповнені газом балони, які перебувають на тривалому складському зберіганні, при настанні чергових термінів періодичного опосвідчення підлягають опосвідченню представником адміністрації у вибіркового порядку в кількості не менше 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 встановлюється особою, яка здійснює опосвідчення, але не більше 2 років. Результати вибіркового опосвідчення оформляються відповідним актом.

При незадовільних результатах опосвідчення здійснюється повторне опосвідчення балонів у такій самій кількості. У разі незадовільних результатів при повторному опосвідченні подальше зберігання всієї партії балонів не допускається, газ із балонів повинен бути видалений в строк, указаний особою (представником адміністрації), яка здійснювала опосвідчення, після чого балони повинні бути опосвідченні кожний окремо.

Експлуатація балонів. Експлуатація, зберігання і транспортування балонів на підприємстві повинні здійснюватись відповідно до вимог інструкції, затвердженої в установленому порядку. Робітники, які обслуговують балони, мають бути навчені і поінструктовані відповідно до чинної нормативної документації. При експлуатації балонів забороняється повністю виробляти газ, який в них знаходиться. Залишковий тиск газу в балоні повинен бути не менше 0,05 МПа (0,5 кгс/см²).

Випускання газів із балонів в ємності з меншим робочим тиском має здійснюватись через редуктор, призначений для даного газу і пофарбований у відповідний колір. Камера низького тиску редуктора повинна мати манометр і пружинний запобіжний клапан, відрегульований на відповідний дозволений тиск в ємності, в яку перепускається газ. При неможливості через несправність вентилів випустити на місце вживання газ із балонів, останні треба повернути на наповнювальну станцію. Випускання газу із таких балонів на наповнювальній станції має здійснюватись відповідно до інструкції, затвердженої в установленому порядку.

Наповнення балонів газами повинно здійснюватись за інструкцією, розробленою і затвердженою в установленому порядку з урахуванням властивостей газу, місцевих умов і вимог інструкції із наповнення балонів газами.

Наповнення балонів зрідженими газами має відповідати нормам, вказаним у таблиці 3.4.

Для газів, не указаних у даній таблиці, норма наповнення встановлюється виробничими інструкціями наповнювальних станцій.

Таблиця 3.4 – Норми наповнення балонів зрідженим газом

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

Наповнювальні станції, які здійснюють наповнення балонів стисненими, зрідженими і розчиненими газами, зобов'язані вести журнал наповнення балонів, в якому, зокрема, мають бути вказані:

- дата наповнення;
- номер балона;
- дата опосвідчення;
- маса газу (зрідженого) в балоні, кг;
- підпис особи, яка наповнювала балон, якщо на одному підприємстві здійснюється наповнення балонів різними газами, то на кожний газ має вестись окремий журнал наповнення.

Балони, які наповнюються газом, повинні бути міцно закріплені і щільно приєднані до наповнювальної рампи.

Забороняється наповнювати газом балони, в яких:

- вийшов строк назначеного опосвідчення;
- вийшов строк перевірки пористої маси;
- пошкоджений корпус балона;
- несправні вентиля;
- відсутні належні пофарбування або надписи;
- відсутній надлишковий тиск газу;
- відсутні встановлені клейма.

Наповнення балонів, в яких відсутній надлишковий тиск газів, здійснюється після попередньої їх перевірки відповідно до інструкції підприємства-наповнювача (наповнювальної станції).

Перенасадження башмаків і кілець для ковпаків, заміна вентилів мають здійснюватися на пунктах опосвідчення балонів. Вентиль після ремонту, пов'язаного з його розбиранням, повинен бути перевірений на щільність при робочому тиску. Здійснювати насадку башмаків на балони дозволяється тільки після випускання газу, викручування вентилів і

відповідної дегазації балонів. Очистка і пофарбування наповнених газом балонів, а також закріплення кілець на всі горловині забороняється.

Балони з газами можуть зберігатись як у спеціальних приміщеннях, так і на відкритому повітрі, в останньому випадку вони повинні бути захищені від атмосферних опадів і сонячних променів. Складське зберігання в одному приміщенні балонів з киснем і горючими газами забороняється.

Балони з газом, які встановлюються в приміщеннях, повинні знаходитись на відстані не менше 1 м від радіаторів опалення та інших опалювальних приладів і печей та не менше ніж на 5 м від джерел тепла з відкритим вогнем.

Балони з отруйними газами повинні зберігатись в спеціальних закритих приміщеннях, будова яких регламентується відповідними нормами і положеннями.

Наповнені балони з насадженими на них башмаками мають зберігатись у вертикальному положенні. Для запобігання падінню балони треба встановлювати в спеціально обладнані гнізда, клітки або огорожувати бар'єром. Балони, які не мають башмаків, можуть зберігатись у горизонтальному положенні на дерев'яних рамах або стелажах. Під час зберігання на відкритих площадках дозволяється укладати балони з башмаками в штабелі з прокладками з мотузки, дерев'яних брусів 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 перекриттям легкого типу і не мати горючих приміщень. Стінки, перегородки, покриття складів для зберігання газів мають бути із неспалимих матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості; вікна і двері повинні відчинятися назовні. Скло на вікнах і дверях повинно бути матовим або пофарбованим у білий колір. Висота складських приміщень для балонів повинна бути не менше 3,25 м від підлоги до нижчих виступаючих частин покрівельного покриття. Підлоги складів мають бути рівними з неслизькою поверхнею, а складів для балонів з горючими газами — з поверхнею із матеріалів, які виключають іскроутворення при ударі по них будь-яким предметом. Освітлення складів для балонів з горючими газами мусить відповідати нормам для приміщень, небезпечних відносно вибухів. У складах повинні бути вивішені інструкції, правила і плакати стосовно поводження з балонами, які знаходяться на складі.

Склади для балонів, наповнених газом, повинні мати природну або штучну вентиляцію відповідно до вимог санітарних норм проектування виробничих приміщень. Склади для балонів з вибухо- і пожежонебезпечними газами повинні знаходитись у зоні блискавкозахисту. 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 і неотруйними газами.

Відсіки для зберігання балонів з негорючими і неотруйними газами можуть бути відділені неспалимими перегородками висотою не менше 2,5 м з відкритими отворами для проходження людей та отворами для засобів механізації. Кожний відсік повинен мати самостійний вихід назовні. Розриви між складами для балонів, наповнених газами, між складами і суміжними виробничими будівлями, громадськими приміщеннями, житловими будинками повинні задовольняти вимоги НД.

Переміщення балонів у пунктах наповнення і споживання газів має здійснюватися на спеціально пристосованих для цього візках або за допомогою інших пристроїв. Перевезення наповнених газами балонів має здійснюватися на ресорному транспорті або на автокарах у горизонтальному положенні, обов'язково з прокладками між балонами. Для прокладок можуть застосовуватись дерев'яні бруси з вирізаними гніздами для балонів, а також мотузкові чи гумові кільця товщиною не менше 25 мм (по два кільця на балон) або інші прокладки, які захищають балони від ударів один об другий. Всі 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 загорожею від можливого падіння. Транспортування і зберігання балонів мають здійснюватись з накрученими ковпаками. Транспортування балонів для вуглеводних газів здійснюється відповідно до „Правил безпеки в газовому господарстві”. Зберігання наповнених балонів на підприємстві-наповнювачі до видачі їх споживачам допускається без запобіжних ковпаків. Перевезення балонів автомобільним, залізничним, водним і повітряним транспортом повинно здійснюватись згідно з галузевими правилами перевезення відповідних транспортних міністерств.

3.2.12 Безпека при експлуатації трубопроводів

Безпека експлуатації трубопроводів забезпечується їх правильним прокладанням, якісним монтажем, встановленням компенсаторів та необхідної арматури, влаштуванням у необхідних випадках обігрівання та дренажу, контролем їх технічного стану і своєчасним ремонтом.

Трубопроводи повинні мати сигнальне пофарбування в залежності від виду робочого тіла:

- вода — зелений;
- пара — червоний;
- повітря — синій;
- гази спалімі і неспалімі — жовтий;
- кислоти — оранжевий;
- луги — фіолетовий;
- рідини спалімі і неспалімі — коричневий;

- інші речовини — сірий.

Для того, щоб виділити вид небезпеки, на трубопроводи наносять сигнальні кольорові кільця. Червоні кільця означають, що транспортуються вибухонебезпечні, вогненебезпечні, легкозаймисті речовини; зелені — безпечні або нейтральні речовини; жовті — токсичні речовини. Крім того, жовті кільця вказують на інші види небезпек (високий вакуум, високий тиск, наявність радіації). При нанесенні кілець жовтого кольору на трубопроводи з розпізнавальним пофарбуванням газів і кислот та кілець зеленого кольору на трубопроводи з розпізнавальним пофарбуванням кільця мають чорні або білі кайми шириною не менше 10 мм. Число попереджувальних кілець відповідає ступеню небезпеки речовини, котра транспортується. Поряд з кольоровими сигнальними кільцями застосовуються, також, попереджувальні знаки, маркувальні щитки та надписи на трубопроводах, які розташовуються на найбільш відповідальних місцях комунікацій.

Виявити появу газу в повітрі робочої зони можна за запахом. Прокладання трубопроводів на підприємствах буває підземним у прохідних каналах (тунелях), у непрохідних каналах і безканалне безпосередньо у ґрунті. Наземне прокладання здійснюється на опорах, а надземне — на естакадах, стояках, кронштейнах, а також на колонах, стінах будинків. Трубопроводи наземного та надземного прокладання у 2,5 раза довше служать, ніж підземні. Мінімальна висота прокладання трубопроводів — не менше 2,2 м, а над дорогами — не менше 4,5 м. Трубопроводи слід прокладати з деяким уклоном, проте необхідно уникати знижених ділянок та тупиків, де залишаються рідини. Паропроводи і газопроводи, в яких може утворюватись конденсат, повинні мати дренажні пристрої для відведення конденсату та води.

З метою полегшення ремонту та монтажу фланцевих з'єднань, їх слід розташовувати у зручних місцях. Забороняється розташовувати їх над проходами, робочими місцями, над електрообладнанням. На кожному фланцевому з'єднанні трубопроводу, по якому транспортуються хімічні речовини, повинен бути захисний кожух, який запобігає викиду струменя небезпечної речовини під тиском.

З метою запобігання виникненню небезпечних теплових напружень (які можуть викликати розриви при охолодженні або вигинання при нагріванні труб, відрив фланців) на трубопроводах передбачаються компенсуючі елементи. Компенсація теплових напружень забезпечується використанням компенсаторів або влаштуванням трубопроводів із самокомпенсацією. Коли трасою трубопроводу є ламана лінія, тоді можна забезпечити самокомпенсацію за допомогою рухомих опор. Компенсатори виготовляються із зігнутих труб у вигляді літер П, У, ліроподібні. Застосовуються також спіральні, лінзові компенсатори. Компенсатори виготовляються з пружних матеріалів.

На трубопроводах повинні бути справними і належним чином відрегульованими зворотні, редуційні, запірні, запобіжні клапани.

Зворотні клапани пропускають газ або рідину лише в один бік. Зворотні клапани ємностей під тиском, в тому числі трубопроводів, запобігають зворотному ходу потоку робочого тіла у випадку початку горіння та при появі протидії (рис. 21).

Редукційні клапани підтримують встановлений тиск (рис. 22).

Важливим елементом трубопроводів є запобіжні клапани. Вони застосовуються для попередження виникнення в трубопроводі тиску, який перевищує допустимий. У випадку перевищення тиску через клапани частина газу або рідини викидається в атмосферу. Встановлення будь-якої іншої арматури між запобіжним клапаном та джерелом тиску заборонено. Запобіжний клапан повинен закриватись спеціальним кожухом, щоб запобігти самовільному регулюванню клапанів обслуговуючим персоналом. Після спрацювання запобіжного клапана оператор повинен негайно відрегулювати тиск.

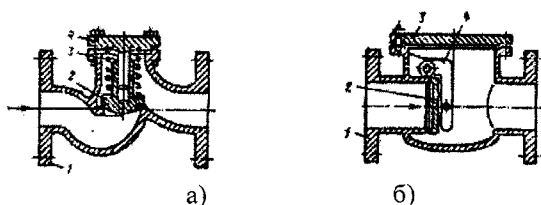


Рисунок 21 – Зворотний клапан:

а — підйомний: 1 — корпус; 2 — золотник; 3 — пружина;
4 — кришка; б — поворотний: 1 — корпус; 2 — засув; 3 — кришка;
4 — серга

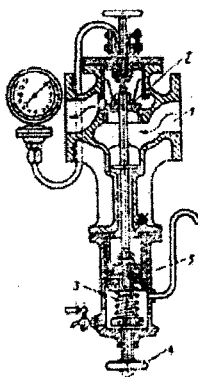


Рисунок 22 – Редукційний клапан: 1 — канал; 2 — золотник;
3 — пружина; 4 — маховичок; 5 — поршень

Найбільш поширені конструкції запобіжних клапанів прямої дії наведено на рис. 23.

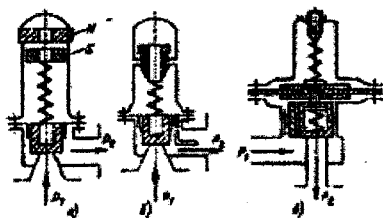


Рисунок 23 – Принципові схеми запобіжних клапанів прямої дії:
 а — магнітопружинного; б — пружинного з ежекторним пристроєм;
 в — з диференціальним поршнем

Трубопроводи періодично підлягають зовнішньому огляду та гідравлічному випробуванню. При зовнішньому огляді визначається стан зварних і фланцевих з'єднань, сальників, перевіряються ухили, прогини, міцність несучих конструкцій. Здійснюється гідравлічне випробування встановленим тиском в залежності від матеріалу трубопроводу. Результати гідравлічного випробування вважаються задовільними, якщо тиск не впав, а у зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено ознак розривів, витікань або запотівання.

3.2.13 Безпека при експлуатації кріогенної техніки

Технічне використання низьких температур тривалий час обмежувалося незначною кількістю технологічних процесів. Їх використовували переважно для виробництва кисню, азоту, гелію, вилучення водню і вуглецю з промислових газів та ін. Наприкінці ХХ ст. використання низьких температур значно розширилось – виробництво холоду, необхідне для створення сильних магнітних полів, для охолодження електронних і радіотехнічних пристроїв, космічних польотів та ін. У зв'язку з цим область кріогенної техніки, яка використовує температури нижче 80 °К, значно розширилась.

При використанні кріогенних систем виникає небезпека спалахування кріогенних речовин і вибуху кріогенного обладнання внаслідок спалахування або через використання газів при високому тиску.

При дуже низьких температурах кріогенних систем речовини можуть знаходитися не тільки в газоподібному але і в рідкому (і в твердому) стані. Характер небезпеки в різних частинах цих систем може бути різним і змінюватися в часі залежно від складу суміші пальне – окислювач – розбавлювач. Причина такого явища полягає в тому, що суспензії рідин і твердих частин в рідинах або газах можуть бути цілком однорідними за складом в різних його частинах. Таким чином, вибухонебезпека систем, пальне, окислювач залежить від фазової рівноваги, відносної щільності і відносної легкості компонентів різних фаз.

Існує деяка критична концентрація горючого в рідкому кисні,

аналогічна нижній концентраційній межі спалахування. Для добре розчинних речовин ця концентрація є межею спалахування в рідкій фазі, а для малорозчинних речовин небезпечною буде концентрація насиченого розчину.

Отже, розчинність має важливе значення. Низька розчинність характеризує більшу небезпечність. Так, ацетилен в рідкому кисні розчиняється в мізерній кількості, і тому при випаровуванні рідкого кисню легко випадає з розчину і спричиняє вибух криогенної системи.

Отже, перевищення ступеня розчинності або нижньої межі спалахування горючого в рідкому кисні створює вибухонебезпечну ситуацію.

Крім розчинності має значення леткість забруднень в рідкому кисні, від яких залежить зміна концентрацій хімічних домішок в ньому при роботі та зберіганні. Слаболеткі речовини повністю залишатимуться в рідкій фазі, а концентрація сильнолетких речовин може зменшуватись.

Речовини, які легші за кисень, переважно спливають і накопичуються на поверхні рідини. Особливо небезпечні горючі забруднення, наприклад мастило.

Розчинність кисню в рідкому водні надзвичайно мала. Небезпеку чинять тверді частинки, які можуть виноситись потоком водню і осідати на холодних ділянках криогенної техніки.

Небезпеку чинить забруднення газів, що може призвести до горіння. Ініціювати горіння можуть непередбачені хімічні реакції з утворенням чутливих хімічних сумішей, робота клапанів та інших технічних пристроїв, що створюють теплоту тертя або енергію удару, ерозія поверхонь обладнання та ін.

Бульбашки газу, що знаходяться в рідині, при адіабатичному стисненні призводять до дуже високих локальних температур. Гідравлічні ударні хвилі можуть викликати миттєве стиснення бульбашок до надзвичайно високих тисків і нагрівання газу до високих адіабатичних температур стиснення. Бульбашки і горюча система, яка з ними стикається, можуть виявитися нагрітими до температури вище точки спалахування цієї суміші.

Стиснений газ під високим тиском рухається трубопроводами з великою швидкістю і може виносити з собою іржу, пісок та інші тверді частинки. Кінетична енергія цих частинок може перейти в теплоту тертя, викликати утворення зарядів статичного струму, ініціювати хімічні реакції, викликати ерозію металу трубопроводів.

Потенційно небезпечними є стиснені до високого тиску газу внаслідок накопиченого в них великого запасу енергії стиснення. При високому ступені стиснення газу нагріваються до високих температур.

Специфічною особливістю криогенних процесів є те, що багато криогенних речовин не може існувати в рідкому стані при кімнатній температурі у відкритій апаратурі. При нагріванні закритих посудин з криогенними рідинами до температури навколишнього середовища, в них

виникає дуже високий тиск пари.

Швидкий відбір стисненого газу створює значну реактивну тягу, під дією якої трубопровід може прийти в рух і зруйнуватися.

Для безпечного протікання криогенних процесів велике значення мають конструкційні матеріали, що працюють в умовах низьких температур і високих тисків. Особливо недопустиме використання крихких матеріалів. Крихкий злам виникає при наявності одночасно трьох умов: високого напруження, місцевої текучості матеріалу і робочої температури переходу до «нульової» в'язкості.

При виборі конструкційних матеріалів враховують допустиме робоче напруження, межу міцності, межу текучості, ударну в'язкість, втомлювану міцність та ін.

Важливим чинником при виборі конструкційних матеріалів має їх хімічна стійкість, або інертність. Просочений рідким киснем асфальт вибухає при ударі. Так само поводить себе просочена рідким киснем деревина.

Дія криогенних продуктів на організм

Криогенні рідини і гази чинять шкідливу дію на організм людини, особливо на очі.

При контакті з криогенними речовинами (киплячим метаном, азотом, киснем та ін.) шкіра людини стає крихкою (ламкою), відбувається руйнування шкіряного покриву, яке подібне до опіків під дією високої температури. Холодні гази можуть і не пошкодити тканини тіла, якщо їх турбулентність невелика, але сильно турбулентний холодний газ, що омиває тіло, відбирає тепло у більшій кількості, ніж організм може забезпечити охолоджену ділянку (приблизно $2,26 \cdot 10^{-3}$ кал/см² · с).

Кожен, хто працює з криогенною технікою, повинен мати відповідний костюм, рукавиці і протигаз.

У збагаченій киснем атмосфері одяг просочується киснем і легко спалахає. Особливо небезпечно спалахування одягу в кисневій атмосфері, тому що повітряний прошарок між тілом і одягом здатний сильно збагачуватися киснем, а жирові виділення людського організму збагачують одяг горючим матеріалом. Люди з рясним волоссяним покривом обгоряють сильніше. У кисневій атмосфері порівняно з повітряною фронт полум'я рухається по одязі значно швидше, а кількість тепла, що утворюється при цьому, приблизно у 5 разів більша і температура горіння внаслідок відсутності розбавлення азотом значно вища.

При проведенні криогенних процесів і роботі з криогенним обладнанням виникають також інші небезпеки і шкідливості, пов'язані з використанням механічного обладнання, токсичних газів і рідин, інертної атмосфери, зменшенням кисню в навколишньому середовищі та ін.

Усі ці чинники мають враховуватися при розробці способів захисту.

Заходи безпеки

До обслуговування криогенної техніки допускають осіб, які пройшли спеціальне навчання, інструктаж з техніки безпеки, склали іспит і мають посвідчення на право обслуговування цих систем.

Криогенна техніка допускається до експлуатації тільки в тому випадку, якщо на ній встановлені справні і запломбовані манометри і мановакуумметри.

Ці прилади перевіряються не рідше одного разу на рік, а також після кожного ремонту. Не рідше двох разів на рік перевіряють справність і регулювання запобіжних клапанів. Вони повинні бути відрегульовані на початок відкривання з нагнітального боку при тиску 1,8 МПа, а з всмоктувального – 1,25 МПа.

Усі запірні вентилялі на нагнітальних магістралях пломбуються у відкритому положенні. Знімати пломби має право тільки відповідальна особа, за винятком аварійних випадків, коли обслуговуючий персонал має право зірвати пломбу і закрити вентиль.

Проходи біля машин і апаратів мають бути завжди вільними, а підлога – справною.

Особливо небезпечним при експлуатації холодильних установок є витікання фреону.

Витікання фреону виявляють галоїдною лампою. Якщо витікання фреону незначне, полум'я забарвлюється в зелений колір, а при значному – в синій чи блакитний.

При виявленні витікання фреону слід негайно відчинити вікна і двері та включити вентилятор. Витікання аміаку визначають спеціальними паровими індикаторами.

Відкривати фреонові апарати дозволяється тільки в захисних окулярах, а аміачні – в протигазах і гумових рукавицях, після того як тиск в системі знижено до атмосферного і залишається постійним не менше як 30 хв.

Забороняється відкривати апарати, якщо температура стінок нижча 30 °С.

У приміщенні, де встановлена криогенна техніка, забороняється користуватися відкритим вогнем і курити.

Персонал має бути ознайомлений з правилами пожежної безпеки в повному обсязі, що охоплює як нормальний хід експлуатації, так і можливі аварійні ситуації.

У процесі експлуатації потрібно постійно контролювати чистоту криогенних речовин обладнання та якість горючого.

У приміщеннях розраховують вентиляцію на аварійне забруднення повітря. Електричне обладнання має бути у вибухопожежозахищеному виконанні.

Під час заповнення криогенної системи стежать, щоб тиск з на-

гнітального боку не перевищував 0,9 МПа для фреону і 1,2 МПа для аміаку, а з всмоктувального – не більше як 0,4 і 0,6 МПа.

Балони з холодоагентом зберігають у спеціально відведеному приміщенні, в якому не повинно бути джерел тепла.

Трубопроводи холодильних установок фарбують у різні кольори (табл. 3.5).

Потенційна небезпека при використанні криогенного обладнання пов'язана з конструкційними матеріалами. Трубопроводи повинні мати ділянки з нержавіючої сталі або кольорових металів, мінімальну кількість фланців, надійне кріплення, яке виконується шляхом паяння або зварювання.

Необхідно уникати швидкої зміни тиску в апаратурі, щоб тертя при відкриванні і закриванні вентилів було мінімальним. Щоб при відкриванні вентилів перепад тиску в системі був мінімальним і не виникала ударна хвиля, великі вентиля на трубопроводах з високим тиском кисню спарюють паралельно з вентилями малого прохідного перерізу, які відкриваються раніше великих вентилів. Транспортування криогенних речовин вимагає дотримання заходів безпеки.

Таблиця 3.5 – Фарбування трубопроводів в залежності від їх типу

Трубопроводи	Колір для фреонових	Колір для аміачних
Всмоктувальні	Синій	Синій
Нагнітальні	Червоний	Червоний
Рідинні	Сріблястий	Жовтий
Розсільні	Зелений	Зелений
Водяні	Блакитний	Блакитний

3.3 Безпека при вантажно-розвантажувальних роботах і на транспорті

3.3.1 Заходи безпеки при організації вантажно-розвантажувальних робіт

Рациональна організація вантажно-розвантажувальних робіт і створення при цьому нормальних санітарно-гігієнічних умов праці є запорукою високої продуктивності праці і запобігання виробничому травматизму у цих видах виробничої діяльності.

Способи виконання цих видів робіт мають добиратися таким чином, щоб попередити або знизити дію на працівників небезпечних і шкідливих чинників шляхом механізації і автоматизації, застосування пристроїв, що відповідають вимогам безпеки, використання сигналізації, правильного розташування і складування вантажів, виконання вимог безпеки праці в охоронній зоні ліній електропередач, біля інженерних комунікацій та ін.

Навантажувальні і розвантажувальні роботи досі залишаються найбільш травмонезбезпечними і трудомісткими процесами.

Недотримування вимог безпеки при виконанні цих видів робіт, неправильне укладання, ув'язування і штабелювання вантажів або неправильне використання вантажопідіймальних пристроїв і транспортних засобів можуть призвести до тяжких нещасних випадків та аварій.

Вантажопідіймальні і транспортні засоби часто стають джерелом травмування під час маневрування під навантаження внаслідок обмеженої видимості або незадовільних шляхів під'їзду.

При вантажно-розвантажувальних роботах з використанням піднімально-транспортних машин і механізмів призначається відповідальна особа, яка перед початком робіт перевіряє справність механізмів, такелажного та іншого інвентарю.

До навантажувально-розвантажувальних робіт допускаються особи не молодші 18 років, які проінструктовані з техніки безпеки і мають дозвіл на виконання цих робіт.

У зоні роботи вантажопідіймальних і транспортних засобів забороняється знаходитись особам, які не мають прямого відношення до цих робіт.

При виконанні ручних операцій виробничі травми частіше всього виникають у працівників, які не мають достатнього досвіду і навичок. Часте піднімання і перенесення вантажів на велику відстань призводить до перевантажень організму, внаслідок чого можуть виникати фізіологічні зміни. Нещасні випадки частіше всього бувають при підніманні і перенесенні вантажу, вага якого перевищує допустиму чинним законодавством норму.

Вага вантажу, що переноситься вручну по горизонтальній площині на відстань не більше 60 м, для чоловіків становить 50 кг. Дорослі жінки можуть переносити вантаж вагою не більше 20 кг, а при роботі вдвох з використанням носилок – не більше 50 кг.

Підлітки від 16 до 18 років допускаються до розвантажування і навантаження тільки відповідних вантажів (навалочних, легковагових, штучних та ін.).

Вимоги безпеки до обладнання майданчика.

Важливу роль для забезпечення безпеки навантажувально-розвантажувальних робіт відіграє підготовка території для їх виконання. Така територія включає в себе майданчики, на яких безпосередньо відбувається навантаження вантажів на транспортні засоби чи їх розвантаження і складування.

Майданчики поділяють на постійні (бази) і тимчасові (будівельні об'єкти та ін.). На постійних майданчиках робота виконується регулярно протягом тривалого часу, на тимчасових – невеликий проміжок часу або з деякими інтервалами. Постійні майданчики обладнуються необхідними засобами механізації з урахуванням часу їх експлуатації. Територія майданчика має бути спланованою так, щоб забезпечити нормальний фронт робіт для необхідної кількості транспортних засобів.

У межах фронту робіт можна використовувати бокову, торцеву і

косокутну схеми розташування транспортних засобів під навантаження або розвантаження (рис. 24).

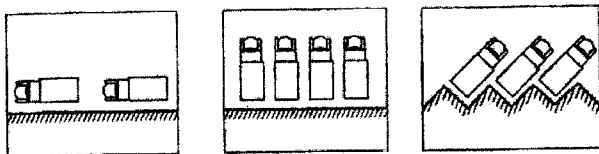


Рисунок 24 – Схеми розташування транспортних засобів

Бокове розташування транспортних засобів під навантаження або розвантаження особливо вигідне, коли використовуються автопричепа.

Торцеве розміщення транспортних засобів використовується для навантаження і розміщення вантажів на складах, які обладнані вантажними рампами, що дозволяє одночасно здійснювати роботу на декількох транспортних засобах.

Косокутне розташування транспортних засобів дозволяє виконувати роботу із заднього і бокового бортів транспортних засобів.

При установленні транспортних засобів під навантаження або розвантаження інтервал між складом і заднім бортом кузова має бути не менше 0,5 м.

Під'їзні шляхи повинні мати тверде покриття і утримуватися в справному стані. Ширина під'їзних шляхів при двобічному русі транспортних засобів повинна бути не меншою 6,2 м, а при однібічному – не менше 3,5 м. Територію і під'їзні шляхи не дозволяється захарашувати сторонніми предметами, а в зимовий період її необхідно очищати від снігу та льоду і посипати піском.

Робітники, які виконують навантажувально-розвантажувальні роботи із залізничних вагонів чи працюють біля прирейкових колій, повинні знати значення сигналізації, яку встановлено на залізниці.

Для безпечного руху транспортних засобів на майданчиках встановлюють написи «В'їзд», «Виїзд», «Розворот» та ін.

Класифікація вантажів залежно від їх небезпечності.

Для забезпечення вимог техніки безпеки при навантаженні, розвантаженні і транспортуванні вантажів необхідно знати їх фізико-хімічні і механічні властивості, розміри, способи упакування, ув'язування і їх транспортабельність.

За властивостями вантажі поділяють на такі основні класи: навалочні, штучні, наливні та спеціальні. За вагою вони поділяються на три категорії: I категорія – вантажі вагою одного місця до 80 кг, а також сипучі, штучні, що перевозяться навалом та ін., II – вантажі вагою одного місця від 80 кг до 500 кг; III – вантажі вагою одного місця понад 500 кг.

За ступенем безпеки при навантаженні, розвантаженні і

транспортуванні вантажі поділяються на сім груп:

- 1 – вантажі малонебезпечні;
- 2 – вантажі горючі;
- 3 – пилові і горючі вантажі;
- 4 – балони зі стиснутим газом;
- 5 – рідини, що викликають опіки;
- 6 – вантажі, небезпечні за своїми розмірами;
- 7 – вантажі особливо небезпечні.

Кожен вантаж має своє маркування. Знання маркування дозволяє правильно вибирати способи складування, зберігання і переміщення вантажів, а також безпечні прийоми при виконанні вказаних операцій.

Вантажі маркують шляхом нанесення фарби, паперових бірок, випалюванням на бірках та ін. Маркування вантажів буває товарним, вантажним, транспортним і спеціальним. Спеціальне маркування наноситься на вантажі, перевезення і зберігання яких вимагає особливих зусиль та уваги, у вигляді умовних знаків.

Знаки маркування небезпечних вантажів мають знати робітники, зайняті на вантажно-розвантажувальних роботах.

Загальні вимоги безпеки при перевезенні вантажів.

Безпека навантажування, розвантажування і транспортування вантажів залежить від того, наскільки правильно розміщені вантажі у кузові транспортних засобів. Вантажі вкладаються рівномірно по всій площі, щоб вони не виступали за борти, тому що при роз'їзді з зустрічним транспортом, особливо на вузьких дорогах, вони будуть чинити небезпеку.

Висота вантажу не повинна перевищувати допустиму висоту переїздів під мостами, шляхо- і трубопроводами і не може бути більшою за 3,8 м над поверхнею дороги.

При перевезенні вантажів з габаритами, на 0,5 м більшими за задній борт автомашини, обов'язково встановлюють червоні прапорці з кожної виступної сторони, а у нічний час вивішують охоронне освітлення. Вантажі мають бути укладені щільно, щоб при русі або різкому гальмуванні вони не пересувалися по кузову. На перевезення великогабаритних вантажів потрібно отримати дозвіл ДАІ.

Для перевезення вибухових, радіоактивних, легкозаймистих і отруйних речовин існують відповідні правила та інструкції.

Рідкі хімічні небезпечні вантажі перевозять у скляних суліях, в дерев'яних ящиках чи у корзинах, які надійно закріплюються в кузові. Гарячі рідини (бітум) перевозять тільки у металевій тарі чи у спеціальних цистернах.

Транспортування нафтопродуктів в автоцистернах, бензо- і паливозаправщиках являє собою певну небезпеку. Ці транспортні засоби повинні мати іскрогасники на вихлопних трубах, при наливі і зливі нафтопродуктів ємності заземлюють. Основна умова при транспортуванні нафтопродуктів – герметичність. Не дозволяється переповнювати ємності нафтопродуктами, оскільки при нагріванні вони розширюються, а це може

привести до деформації і розриву посудини.

Автоцистерни заповнюють паливом до рівня тарувального покажчика. Автоцистерни, які не мають такого покажчика, заповнюються на 95-98 %.

Якщо нафтопродукти перевозять бочками у кузові, їх укладають пробками догори, а між посудинами ставлять дерев'яні прокладки, щоб вони не бились одна об одну при транспортуванні.

На бортових транспортних засобах такі вантажі, як цемент, вапно та інші перевозять лише у щільних кузовах. Для захисту їх від розпилення кузов прикривають брезентом чи рогожею.

Ящики, бочки та інші вантажі укладають щільно, без проміжків, щоб при гальмуванні під час руху вони не пересувалися по кузову, оскільки це може порушити рівновагу транспортного засобу.

Перед пуском на лінію транспортних засобів необхідно перевірити надійність і справність рульового керування, гальм, правильність укладання і кріплення вантажу, відповідність його маси вантажопідйомності агрегату, провести інструктаж, пояснити порядок руху та особливості маршруту. Транспортні засоби повинні мати справну систему освітлення і звукову сигналізацію. Рух транспортних засобів на території підприємства регулюють знаками дорожнього руху. На під'їзних дорогах і у проїздах швидкість руху машин не повинна перевищувати 10 км/год., а в межах виробничих цехів – 2 км/год.

Якщо виникає необхідність переїзду через льодові переправи, призначається відповідальна особа, яка перевіряє переправу, вимірює найменшу товщину льоду по всій трасі для визначення допустимої маси транспортування, щоб забезпечити безаварійний переїзд.

Товщина льоду для колісного транспортного засобу при загальній масі 3,5 т має становити 0,24 м, якщо температура повітря не перевищує – 5° С, а при короткочасній відлизі – 0,31 м. Агрегати повинні рухатися на відстані не менш як 25-35 м один від одного.

Якщо біля берега лід ненадійний, зависає, має тріщини і розломи, між берегом і надійною частиною льоду необхідно обладнати дерев'яні настили.

Трасу при льодовій переправі позначають віхами, відстань між якими за шириною становить 6 м, а за довжиною – 30 м. На переправах через лід одночасно дозволяється плавно рухатись тільки в одному напрямку при швидкості не більше як 10 км/год, двері кабіни мають бути відкритими і зафіксованими. У кабіні дозволяється перебувати лише одному водію.

При переправі транспортних засобів через водні перешкоди брід треба позначити віхами, ширина його має бути не менше 3 м. Дно річки в місці переправи має бути твердим і рівним.

При переїзді транспортних засобів через річки глибина води не повинна перевищувати вісь коліс або висоту верхнього полотна гусениці. Рухатись треба на пониженій передачі і без зупинок. Переключати передачу не дозволяється. Забороняється переправа через водні перешкоди

будь-якої ширини в повінь, під час сильного дощу, снігопаду, туману, льодоходу або при сильному поривчастому вітрі.

Карта технологічних процесів вантажно-розвантажувальних робіт

У технологічних картах на виконання вантажно-розвантажувальних робіт встановлюється порядок доставки вантажів з урахуванням послідовності виконання робіт, типу транспортних засобів, характеру вантажів, якості доріг і місцевих кліматичних умов та ін.

Відстань між автомобілями, що одночасно знаходяться під навантаженням, має бути не менше 1 м, а між автомобілями, що розташовані по фронту робіт, – не менше 1,5. Наближення автомобіля до елементів будівлі дозволяється на відстані не менше 0,5 м. Відстань між автомобілем і штабелем вантажу приймають не менше 1 м.

Для безпечної організації робіт важливе значення має правильний вибір вантажопідйомних механізмів, транспортних засобів та пристосувань.

Способи складування вантажів залежать від призначення конструкцій і деталей, методів стропування і монтажу та ін. Матеріали, вироби і обладнання при зберіганні їх на будівельному майданчику слід укладати таким чином:

- цегла в пакетах на піддонах – не більше ніж у два яруси, в контейнерах – в один ярус, без контейнерів – висотою до 1,7 м;
- сваї – ярусами висотою не більше 2 м;
- ригелі і колони – в штабелі такої ж висоти на прокладках і підкладках;
- блоки фундаментні і підвальні – у штабелі на прокладках до 2,6 м; панелі стінові – в касети; плити перекриття – в штабелі висотою до 2,5 м на підкладках і прокладках;
- великогабаритне обладнання і його частини – в один ряд на підкладках;
- скло в ящиках і рулонний матеріал – вертикально в один ряд і на підкладках;
- бітум – у щільній тарі, що виключає його розтікання, або у спеціальні ями з улаштуванням надійного огороження;
- теплоізоляційні матеріали – в штабелі висотою до 1,2 м у закритому сухому приміщенні;
- сходові марші – в штабелі до 6 рядів на прокладках;
- віконні і дверні блоки – у спеціальних контейнерах у вертикальному положенні, за сортом;
- труби діаметром до 300 мм – у штабелі висотою до 3 м на підкладках з кінцевими упорами проти розкочування, а труби діаметром понад 300 мм – у такі самі штабелі у сідло без прокладок; труби чавунні – в штабелі висотою до 1 м. Технологічне обладнання і його деталі

складують, як і збірні конструкції, у відповідності з послідовністю їх монтажу на інвентарні дерев'яні прокладки.

Сипучі матеріали (пісок, гравій, щебінь та ін.), які зберігаються у штабелях, повинні мати укуси крутизною, що відповідає куту природного укусу даного виду матеріалів.

Пиловидні матеріали (цемент, алебастр та ін.) зберігають в цистернах, бункерах та інших закритих ємностях із заходами проти розпилення при навантаженні і розвантаженні.

При влаштуванні зон складування виходять з того, що ширина проходів між штабелями вказаних вище вантажів має бути не меншою 1 м.

Підвищені вимоги безпеки висуваються до зберігання отруйних, легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин. Як правило, отруйні речовини дозволяється зберігати тільки в окремих закритих приміщеннях, віддалених від житла. На вході в таке приміщення вивішують попереджувальні написи. Склади для зберігання кислот, як правило, забезпечують нейтралізаторами.

Кислоти (соляна, сірчана, карболова та ін.) необхідно транспортувати і зберігати у скляних і оплетених бутлях. Кошики для пакування бутлів повинні мати ручки для зручного перенесення і безпеки робіт. Лакофарбувальні матеріали, що мають шкідливі домішки, зберігають в герметичній закритій тарі. Фенол треба зберігати у скляному посуді або в металевих бочках. Хлорне вапно зберігають в сухому приміщенні, що добре провітрюється, у щільно закритій тарі.

Горючі і легкозаймисті рідини, а також мастильні матеріали, зберігають у приміщеннях з неспалимих конструкцій або заглиблених у землю з дотриманням правил пожежної безпеки.

Працівники, зайняті на вантажно-розвантажувальних роботах, зобов'язані проходити попередні і періодичні медичні огляди у відповідності з чинним законодавством. Особи, допущені до навантаження і розвантаження небезпечних і особливо небезпечних вантажів, проходять спеціальне навчання з наступною атестацією.

3.3.2 Безпека підйально-транспортного обладнання. Вимоги безпеки до вантажопідймальних кранів

Найбільша кількість нещасних випадків, а також аварій при експлуатації вантажопідймальних кранів, механізмів і знімних вантажозахватних пристроїв виникає внаслідок низької кваліфікації обслуговуючого персоналу і порушення діючих правил та виробничих інструкцій.

Вантажопідймальні крани за характером є рухомими машинами і у процесі експлуатації становлять небезпеку не тільки для робітників, що працюють на них, а і для інших людей, що перебувають на будівельному майданчику.

Рівень травматизму при роботі цих машин залежить від конструктивних недоліків, несправного стану, самодовільного переміщення

кранів та їх рухомих органів, втрати стійкості, поломки деяких деталей внаслідок прихованих дефектів, недотримання режимів роботи та ін.

Найнебезпечнішим з точки зору травматизму є перевертання машин, особливо тих, у яких стійкість проти перевертання забезпечується тільки їх власною масою. Особливо небезпечними є самохідні крани, на прикладі яких розглянемо питання стійкості машин.

Стійкість крана є необхідною умовою його безпечної експлуатації. Узагальнення характеристик, що діють на кран, наводиться в коефіцієнтах запасу стійкості. З метою забезпечення стійкості крана дотримується відповідна залежність між перекидним моментом M_n і утримувальним моментом M_y , тобто M_y має перевищувати M_n не менше ніж на 40 %. Коефіцієнт стійкості

$$K = \frac{M_y}{M_n} = 1,4, \quad (3.2)$$

де M_y визначається як добуток величини ваги Q крана на відстань b від центра ваги крана до ребра перекидання (ребром перекидання вважаються колеса крана при невстановлених додаткових опорах, а при встановлених додаткових опорах ребром перекидання буде додаткова опора):

$$M_n = Q \cdot b, \quad (3.3)$$

де M_n визначається як добуток ваги вантажу P на відстань a від центра ваги вантажу до ребра перекидання крана:

$$M_n = P \cdot a. \quad (3.4)$$

Крім маси крана, вантажу і вантажозахватних пристроїв, на кран діють різні зовнішні навантаження – інерційні сили, що виникають в період пуску чи гальмування механізмів крана (механізми повороту крана, висування стріли, переміщення крана); вітрове навантаження при тиску вітру на вантаж і елементи крана; доцентрові сили, що виникають при русі поворотної частини крана.

Ефект дії зовнішнього навантаження залежить не тільки від його величини, але й від точки прикладання. Що далі розміщується точка прикладання сили від ребра перевертання, то більший ефект її дії, тому дія навантаження на кран характеризується моментами діючих сил.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт автокраном (колісним та іншим з висувною стрілою) центр ваги вантажу, що піднімається, знаходиться за межами опорного контуру крана. Стійкість крана проти перекидання забезпечується тільки власною вагою.

Використання додаткових опор збільшує опорну базу і дозволяє більш повно використовувати вантажопідйомність крана. Тому під час роботи автокран необхідно установити на виносні передні і задні опори (аутригери). Під опори підкладають прокладки, щоб при підніманні вантажу або його повороті опора не могла зрушитися.

Якщо кран не встановлений на аутригери, тоді його розрахункова вантажопідйомність має знижуватись. Дотримання норм вантажопідйомності має неухильно виконуватись, бо нехтування цим положенням може призвести до перекидання крана і нещасних випадків.

Вантажопідйомність знаходиться у зворотній залежності від вильоту стріли: чим він більший, тим менша вантажопідйомність і навпаки.

Додаткові навантаження, що діють на кран, залежать також від кута нахилу площини, на якій стоїть кран.

При встановленні кранів під нахилом значно зменшується M_y внаслідок скорочення відстані від центра ваги крана до ребра перекидання. При такому установленні необхідно використовувати аутригери для горизонтального вирівнювання крана слідкуючи при цьому за показником креноміра. Нахил не повинен перевищувати 3° .

Кран перекинеться тоді, коли несприятливі чинники діють на його стійкість одночасно. Тому крани проектують з таким розрахунком, щоб за будь-яких умов як у робочому, так і у неробочому стані була забезпечена їх стійкість. При визначенні стійкості крана в розрахунках розглядаються всі чинники, що несприятливо діють на кран (перевантаження, вітрові навантаження, незадовільний стан площадки, на якій стоїть кран, де можуть виникати поздовжні і поперечні укоси, динамічні сили та ін.)

Отже, всі зовнішні навантаження, які прикладаються до крана за межами опорного контуру, створюють перекидний момент M_n відносно його контуру. Утримувальний момент, під дією якого машина перебуває у стані рівноваги, створюється власною масою крана і противагою.

При визначенні стійкості крана розрізняють вантажну і власну стійкість, які перевіряються за допомогою обчислень.

Вантажна стійкість – це здатність крана протидіяти перевертанню в бік стріли, власна здатність крана протидіяти перевертанню в бік, протилежний розташуванню стріли.

Ступінь стійкості крана в робочому стані визначається коефіцієнтом вантажної стійкості, а в неробочому – коефіцієнтом власної стійкості.

З урахуванням всіх додаткових навантажень, що діють при роботі кранів, коефіцієнт власної і вантажної стійкості вважається задовільним, коли його значення становить не менше 1,15. При визначенні коефіцієнтів стійкості не враховуються дії захоплювачів, додаткових опор і стабілізаторів.

Щоб забезпечити стійкість крана і зменшити дію додаткових навантажень, необхідно всі рухи при підніманні, опусканні, гальмуванні і повертанні вантажу здійснювати плавно.

Заходи безпеки при роботі кранів. До обслуговування вантажно-

піднімальних машин допускаються робітники після проходження ними інструктажу з техніки безпеки і перевірки їх знань і навичок кваліфікаційною комісією, в роботі якої бере участь представник органів нагляду.

Періодична перевірка знань кранівників, їх помічників і обслуговуючого персоналу (слюсарів, електромонтерів, стропальників) здійснюється кваліфікаційною комісією підприємства не рідше одного разу на 12 місяців.

Для забезпечення безпечної роботи вантажопідіймальних кранів важливе значення має правильний добір робочих параметрів.

Параметрами називаються основні технічні величини, які характеризують конструкцію крана і його можливості при роботі.

До параметрів стрілових самохідних кранів відносяться вантажопідйомність, вантажна характеристика, виліт стріли, висота підйому гака, вантажний момент, найбільший радіус поворотної рами, швидкість переміщення крана, частота обертання, загальна вага крана і т. ін.

Основним параметром кранів усіх типів є вантажопідйомність – найбільша допустима маса робочого вантажу, на піднімання якого розрахований кран. У вантажопідйомність крана включається маса вантажозахоплювальних пристроїв і тари.

Стрілові самохідні крани в паспорті машини можуть мати кілька вантажних характеристик, які залежать від вильоту стріли.

Якщо робочі параметри крана не відповідають розмірам забудови, масі вантажів (завеликі або замалі), можуть виникати небезпечні ситуації з точки зору травматизму і можливих аварій.

Для виконання робіт крани встановлюють відповідно до Правил влаштування і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів після розробки ПВР. У ПВР передбачають марку крана, характеристику вантажозахоплювальних пристроїв і перелік вантажів із зазначенням маси; вимоги до встановлення крана; відстань до ЛЕП; умови роботи біля укосів котлованів, місця складування, схеми стропування та ін. Розробка ПВР відповідно до Правил дозволяє підвищувати активну безпечність машин у процесі виконання ними відповідних робіт.

Перевірку надійності установа крана здійснюють шляхом піднімання максимально допустимого вантажу на висоту 5 см і повороту стріли з вантажем в обидві сторони на 180-200°. При просіданні коліс або аутригерів потрібно змінити місце установа крана або утрамбувати і укріпити площадку.

Встановлювати кран на краю траншеї дозволяється при дотриманні відстані від брівки укусу або траншеї до найближчої опори згідно з даними, наведеними у табл. 3.6.

Установлювати стрілові самохідні крани (автомобільні, гусеничні, пневмоколісні) і працювати на них під проводами ліній електропередачі (ЛЕП) будь-якої напруги не дозволяється. У випадку необхідності виконання робіт краном біля ліній електропередачі на відстані ближче 30 м

від крайнього проводу необхідно видати наряд-допуск, який визначає безпечні умови роботи.

Таблиця 3.6 – Найменша допустима відстань від брівки укусу до найближчої опори крана, м

Глибина	Грунт насипний				
	піщаний і гравійний	супіщаний	суглинок	глина	ліс сухий
1	1,5	1,25	1,0	1,0	1,0
2	3,0	2,4	2,0	1,5	2,0
3	4,0	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5,0	4,4	4,0	2,0	3,0
5	6,0	5,3	4,75	2,25	3,5

Виконання робіт біля ЛЕП дозволяється при дотриманні відстаней по горизонті між крайньою точкою ферми стріли крана і найближчим проводом електропередачі, що наведені в табл. 3.7.

Кран перед початком роботи необхідно заземлити і установити на всі опори, під які покласти надійні підкладки.

При переміщенні (транспортуванні) кранів під ЛЕП необхідно дотримуватися відстані (по вертикалі) від проводів до конструкції крана (табл. 3.8).

Переміщення крана під ЛЕП або біля неї дозволяється тільки з опущеною стрілою.

Козлові крани більш стійкі порівняно з автомобільними пневмоколісними та іншими кранами, що мають виносну стрілу. Ці крани мають три робочі рухи (переміщення крана по підкранових шляхах переміщення возика по фермі або балці і рух гака вгору і вниз), що дозволяє переміщувати вантаж у будь-яке місце вантажно-розвантажувального майданчика.

Таблиця 3.7 – Безпечні відстані по горизонталі при виконанні робіт біля ЛЕП

Напруга ЛЕП, кВТ	1	1 - 20	35 - 110	154	220	330 – 550
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	9

Таблиця 3.8 – Безпечні відстані по вертикалі при переміщенні кранів під ЛЕП

Напруга ЛЕП, кВТ	1	1 - 20	35 - 100	154 - 200	300	500
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	4	5	6

Перед початком роботи необхідно здійснити огляд крана і пере-

вірити на холостому ході справність вантажно-підйомного механізму і його кінцевих вимикачів; справність звукового сигналу освітлювальної мережі і аварійного вимикача; справність механізму переміщення крана і гальмів (гальмівний шлях має бути не більше 1 м). Усі виявлені несправності вносяться у вахтовий журнал.

Важливою умовою в забезпеченні безпечної роботи вантажопідйомальних кранів та інших механізмів є надійність гальмівних пристроїв як механізму піднімання вантажу, так і механізму переміщення возика і крана.

При огляді гальм необхідно звернути увагу на відсутність заїдання у шарнірах, на стан швів і колодок і не допускати на їх поверхні осідання мастил.

У випадку припинення живлення крана струмом необхідно поставити штурвали в нульове положення і виключити рубильник у кабіні. При відновленні роботи треба подати попереджувальний сигнал.

Козлові крани рухаються по рейкових коліях, які закріплені на півшпалах, укладених на баласт. Для захисту машиніста від ураження електричним струмом крани підлягають заземленню.

Заземлення козлових кранів здійснюють через підкранові рейки, при цьому стики мають бути надійно з'єднані. Обидві колії з'єднують перемичками з круглої або смугової сталі. Заземлення здійснюють за допомогою сталевих труб, з'єднаних трикутником. Для покращення електропровідності ґрунту в труби заливають 2-3 %-й розчин солі.

При силі вітру понад 6 балів (що відповідає швидкості вітру 12 м/с) або наблизенні грози роботу потрібно припинити, а кран закріпити протиугонними захоплювачами за рейки.

При обслуговуванні козлових кранів необхідно слідкувати за станом підкранових колій. Перекіс крана, тобто забігання вперед однією стороною може бути від неточної роботи привода або неоднакового зносу ходових коліс.

Внаслідок перекоосу кран може зійти з рейок підкранової колії.

Після закінчення роботи кран необхідно установити на місце, що визначене для стоянки, а гак підняти у верхнє положення. При покиданні кабіни штурвал поставити в нульове положення, вимкнути рубильник захисної панелі і закрити кабіну.

Запобіжні пристрої та прилади. Активну безпечність вантажопідйомальних машин у процесі експлуатації підвищують прилади та пристрої безпеки. За призначенням прилади і пристрої безпеки поділяють на три групи:

- обмежувачі руху (пересування крана, обертання крана, підйому вантажів, вильоту стріли);
- пристрої, що забезпечують стійкість машин (протиугонні захоплювачі, виносні опори, обмежувачі вантажопідйомності);
- пристрої, що сигналізують про стан стійкості (вітроміри, покажчики нахилу), прилади освітлення та сигналізації.

Обмежувачі висоти підйому обойми гака призначені для вимикання механізму піднімання вантажів на кранах при підході обойми гака до крайнього верхнього положення і вимикання механізму зміни вильоту стріли під час її опускання, якщо при цьому обойма гака досягає крайнього верхнього положення. Підіймати гак вище допустимої межі не можна, бо підтягування його до нерухомої конструкції підйомного механізму може призвести до обриву каната і падіння вантажу. Автоматичне обмеження висоти піднімання вантажу і зупинення гака або іншого захоплювального органу має працювати надійно: зупинка здійснюється на відстані 200 мм у кранів і на відстані 50 мм у електротельферів.

Обмежувач зміни вильоту стріли призначається для вимикання механізму зміни вильоту стріли в її крайніх положеннях і попереднього включення гальм для зниження швидкості її руху. У граничних положеннях стріли, небезпечних для стійкості крана, двигун стрілової лебідки автоматично вимикається за допомогою кінцевих вимикачів важільного типу.

Покажчики вантажопідйомності показують граничне значення вантажопідйомності самохідного стрілового крана залежно від вильоту стріли. Їх встановлюють у нижній частині стрілового обладнання в полі зору машиніста, що дозволяє візуально визначити, який вантаж можна підняти краном при даному вильоті стріли. Для кожного виду стрілового обладнання виготовляють свою шкалу, яка відповідає вантажній характеристиці крана з цим видом обладнання.

Обмежувач поворотів крана призначений для запобігання перекручуванню і обриву пучка канатів і забезпечення обертання крана лише на 720° (два обороти). За 30° до спрацювання обмежувача, що вимикає поворот в одну чи іншу сторону, в кабіні машиніста загоряється застережне світлове табло.

Обмежувач руху крана служить для відключення приводу механізму руху, при підході баштового чи козлового крана до обох кінців підкранового шляху. При цьому відстань між тупиками і будь-якою ходовою частиною крана становить не менше як 1 м з урахуванням гальмівного шляху.

Покажчики нахилу, чи креноміри, показують нахил машини відносно горизонту. На автокранах використовують покажчики нахилу, принцип дії яких ґрунтується на властивості вільно підвішеного маятника зберігати вертикальне положення (маятникові) або на властивості вільної поверхні рідини зберігати горизонтальне положення (рідинні).

На автокранах встановлюють автоматичні сигналізатори небезпечної напруги (АСНН), що попереджають машиніста включенням аварійної і звукової сигналізації про наближення стріли крана на небезпечну відстань до лінії електропередач. Прилад складається з антени, підсилювального блока і блока сигналізації.

Для запобігання перевертанню стрілових кранів їх обладнують обмежувачами вантажопідйомності чи вантажного моменту. Ці

обмежувачі автоматично вимикають механізми піднімання вантажу, маса якого перевищує номінальну вантажопідйомність більше як на 10 %. Крім того обмежувачі вантажопідйомності кранів мають попереджувати про втрату стійкості не при нормальному розрахунковому вантажі, а за умов небезпечних чинників: вітрового навантаження, нахилу шляху, динамічних та інерційних навантажень.

Обмежувачі мають зелену і червону сигнальні лампи. При нахилі крана загоряється червона лампа. Крім того, при перенавантаженні електричне коло управління краном розмикається, вмикається звуковий сигнал і робота крана призупиняється. Обмежувачі вантажопідйомності бувають як механічні, так і електричні. Більшість кранів мають електричні обмежувачі.

На кранах із змінною вантажопідйомністю встановлюють обмежувачі вантажного граничного моменту, наприклад, для запобігання аваріям при підніманні примерзлого до землі вантажу.

На кранах, що працюють на відкритому повітрі і піддаються великим вітровим навантаженням, встановлюють прилади автоматичної вітрової сигналізації і захисту від вітрових перенавантажень.

На баштових та порталних кранах встановлюється сирена при досягненні швидкості вітру в 5 балів, а при силі вітру у 6 балів розмикається автоматичне коло управління краном.

До пристроїв, що забезпечують стійкість машин, належать протиугінні захоплювачі для прикріплення крана до рейок у неробочому стані. Під дією сильного вітру гальма не можуть утримати кран від мимовільного переміщення. Якщо не закріпити кран протиугінними захоплювачами, він почне рухатись і, дійшовши до кінцевого упору підкранового шляху, зупиниться або перевернеться залежно від швидкості руху в момент зупинення. Дія протиугінних захоплювачів базується на принципі кліщового рейкового захоплювача. При дуже сильному вітрі баштові крани закріплюють розвилками.

Для встановлення стрілових кранів велике значення має майданчик, тобто основа під краном. Один із чинників, що призводить до нахилу крана, є нерівномірне просідання підкранового шляху, особливо коли цей шлях влаштований на свіжонасипних ґрунтах, де ще не закінчився процес природного ущільнення. Для встановлення кранів добирають надійну ґрунтову основу чи влаштовують її, укладаючи ґрунт шарами товщиною 200-300 мм із обов'язковим ущільненням кожного шару.

Для збільшення стійкості стрілових самохідних кранів використовують допоміжні опори, а саме висувні балки чи кронштейни (аутригери). Під допоміжні опори підкладають міцні інвентарні підкладки. Використовувати прокладки із випадкових предметів забороняється.

Державний і відомчий нагляд за вантажопідйомними кранами і механізмами.

Експлуатація вантажопіднімальних кранів і механізмів, підконтрольних Держнаглядохоронпраці, здійснюється у відповідності до

Правил улаштування безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

Згадані Правила розповсюджуються на такі вантажопідіймальні машини:

- на крани всіх типів, включаючи автомобільні;
- електричні й ручні талі та лебідки, призначені для піднімання вантажів і людей;
- екскаватори, призначені для роботи з гаком, грейфером або магнітом у тих випадках, коли стріла, а також гак або грейфер підвішені на канатах;
- змінні вантажозахоплювальні органи і вантажозахоплювальні пристосування (стропи, траверси, тара, кліщі), що навішуються на гак вантажопідіймальної машини.

Державний нагляд за технічним станом і експлуатацією вантажопідіймальних машин здійснюють органи Держнаглядохоронпраці.

Перед пуском машин у роботу їх необхідно зареєструвати. Згідно з Правилами, реєстрації підлягають такі вантажопідіймальні машини: крани всіх типів; екскаватори, призначені для роботи з гаком, грейфером або магнітом, вантажопідйомність яких перевищує 1 т, а також крани мостового типу (мостові, козлові, крани-балки), управління яких здійснюється з підлоги вантажопідйомністю більше 10 т.

Не підлягають реєстрації в органах нагляду такі вантажопідіймальні машини: крани всіх типів з ручним приводом, а також ті, у яких при ручному приводі використовуються пневматичні підіймальні циліндри; якими керують з підлоги або за допомогою пульта; одноблокові крани мостового типу вантажопідйомністю до 10 т; стрілові крани вантажопідйомністю до 1 т включно, а також крани з постійним вильотом стріли без вантажного возика, не забезпечені механізмом повороту незалежно від вантажопідйомності.

Згадані вантажопідіймальні машини, а також змінні вантажозахоплювальні пристосування забезпечуються індивідуальним номером і записуються в журнал обліку вантажопідіймальних машин і змінних пристосувань. Дані про машини заносяться в журнал із їх паспорта, а про змінні вантажозахоплювальні пристосування – на підставі їх маркування.

Реєстрація вантажопідіймальних кранів і механізмів здійснюється на підставі письмової заяви власника і паспорта машини. В заяві вказується, що нагляд за машинами буде здійснюватись відповідно до діючих Правил, що технічний стан машини, яка реєструється, допускає безпечну її експлуатацію, і що для її обслуговування є навчений персонал.

При реєстрації мостового крана до паспорта додається креслення його установаження із вказанням щодо розташування головних проводів і посадкової площадки для входу на кран. Для реєстрації кранів, що переміщуються по надземних рейкових коліях, має бути довідка про те, що підкрановий шлях розрахований на їх роботу.

Дозвіл на пуск у роботу кранів видається за результатами їх технічного опосвідчення і перевірки стану крана, проведеного інспектором

органу державного нагляду.

Дозвіл на пуск у роботу крана записується в його паспорт. У паспорт крана заноситься також прізвище особи, яка призначена відповідальною за виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Указана особа повинна мати відповідне посвідчення і періодично проходити перевірку знань Правил – не менше одного разу на 3 роки.

Особа, відповідальна за роботу крана, має слідкувати за утриманням його у справному стані, за правильним використанням кранових механізмів і пристосувань, дотриманням графіка регулярних оглядів і ремонтів, проведенням випробувань, журналом періодичних оглядів, виконанням обслуговуючим персоналом виробничих інструкцій.

При роботі вантажопіднімальних кранів адміністрація призначає стропальників, кількість яких визначається обсягом робіт. При обслуговуванні крана двома і більше стропальниками, один з них призначається старшим, він несе відповідальність за правильність виконання стропальних робіт.

Машиністами кранів, слюсарями, електромонтерами, стропальниками і сигнальниками можуть бути особи не молодші 18 років, що пройшли медичний огляд, а також атестацію. Атестація машиністів та їх помічників проводиться у присутності представника Держнаглядохоронпраці. Повторну перевірку знань правил техніки безпеки проводить кваліфікаційна комісія не рідше одного разу на 12 місяців.

Технічний огляд вантажопіднімальних машин.

Вантажопіднімальні машини допускаються до експлуатації тільки при їх повній справності. Справність машини визначається технічним оглядом.

Перед пуском у роботи всі вперше встановлені вантажопіднімальні машини, механізми, а також вантажозахоплювальні пристосування, на які поширюється дія Правил, підлягають технічному огляду, а ті машини, що знаходяться у роботі – періодичному технічному огляду.

Технічний огляд машин буває повним і частковим. Повний технічний огляд полягає у зовнішньому обстеженні машин, статичному і динамічному випробуванні. Частковий технічний огляд – це обстеження машин без випробування їх вантажем. Повний технічний огляд машин здійснюють раз на три роки, а частковий – через 12 місяців.

Позачерговому технічному огляду підлягають крани у таких випадках: після монтажу або перевезення їх на інше місце, після реконструкції або капітального ремонту металевих конструкцій чи піднімального механізму; після зміни гака, а також вантажних, стрілових, несучих або вантових канатів та після аварій.

Технічний огляд покладається на особу, яка здійснює державний нагляд за кранами і механізмами, і проводиться у присутності особи, яка відповідає за їх справний стан.

Технічний огляд вантажопіднімальних машин складається з ретельного огляду механізмів машини і її окремих вузлів, статичного і

динамічного випробування вантажем. У процесі опосвідчення оглядаються і перевіряються в роботі механізми, машини і електрообладнання, запобіжні і блокувальні прилади, прилади і пристрої безпеки, гальма і апарати управління, а також освітлення і сигналізація.

Крім цього, перевіряється стан металоконструкцій, клепані й зварні з'єднання. При огляді звертається увага на наявність тріщин, деформацій, послаблення клепальних з'єднань та інші дефекти. Перевіряється стан гака, деталі його підвіски.

Результати огляду і перевірки кранів оформляються актом, складеним особою, яка відповідає за справний стан вантажопіднімальних машин. Згаданий акт прикладається до паспорта крана і зберігається до наступного технічного опосвідчення.

При статичному випробуванні перевіряється міцність крана і механізмів, їх окремих вузлів і елементів, а у стрілових кранах – також вантажна стійкість. Статичне випробування при первинному технічному огляді й при огляді капітально відремонтованих кранів і механізмів здійснюється навантаженням, що перевищує нормальну вантажопідйомність на 25 %.

Статичне випробування мостових і козлових кранів здійснюється таким чином. Кран встановлюється над опорами підкранових колій, а його возик з гаком – по чергово всередині прогону і на консолях.

При статичному випробуванні вантаж піднімають гаком на висоту 200 - 300 мм від рівня землі або майданчика і витримують у підвішеному стані протягом 10 хв; потім його опускають і оглядають кран з метою виявлення залишкових деформацій.

Для вимірювання залишкової деформації перед підніманням вантажу до металоконструкції крана закріплюють на тонкій дротині вантаж вагою 100-200 г і відмічають його положення. При випробуванні крана вантаж на дротині у випадку відсутності залишкової деформації займе попереднє положення. Якщо є деформація, тоді з'ясовують її причини. Кран до роботи в цей час не допускається.

Випробування автомобільних баштових і гусеничних кранів, що мають механізм для зміни вильоту стріли, здійснюють при найменшому і найбільшому вильотах стріли.

При статичному випробуванні стрілових кранів стріла їх встановлюється у положення, що відповідає найменшій стійкості крана. Періодичне випробування стрілових кранів, що мають постійний виліт стріли, здійснюється при встановленому на момент випробування вильоті. Вантаж також піднімається на висоту 200-300мм, після чого перевіряється положення опор.

Кран вважається таким, що витримав випробування, якщо протягом 10 хв. піднятий вантаж не опустився на землю і не виявлені тріщини, залишкові деформації або інші пошкодження.

Якщо результати статичного випробування позитивні, тобто немає деформації, тоді проводять динамічне випробування.

Динамічне випробування кранів здійснюється вантажем, що на 10 % перевищує вантажопідйомність крана. Дозволяється також випробування робочим вантажем, при цьому здійснюють повторне піднімання і опускання вантажу.

При динамічному випробуванні перевіряється надійність всіх механізмів крана в роботі. Особливу увагу звертають на дію гальм, апаратів управління, приладів, що забезпечують безпеку піднімання вантажу та ін.

У вантажопіднімального крана, який має два і більше механізмів піднімання, випробовують кожний механізм. Величина вантажу при статичному і динамічному випробуванні цих кранів визначається залежно від умов їх роботи і може бути сумісною або роздільною.

Результати технічного опосвідчення записуються в паспорті крана особою, яка проводила опосвідчення, і вказується термін наступного опосвідчення. Такий запис в паспорті свідчить про те, що кран відповідає вимогам діючих Правил і знаходиться у справному стані.

Вимоги безпеки до канатів. Відповідальною частиною вантажопіднімальних машин і механізмів щодо безпеки робіт є сталі канати, що використовуються в ролі вантажних, стрілових, вантових, несучих, тягових і чальних тросів.

Сталі канати повинні відповідати державним стандартам і мати заводський сертифікат відповідно до ГОСТу «Канати сталі. Технічні вимоги». У сертифікаті зазначають підприємство, що виготовило канат, його призначення, вид покриття, діаметр, напрямок скручення (ліве чи праве), масу каната, довжину (500-1000 м), розривне зусилля, матеріал сердечника (пластмасовий, органічний, металевий) і дату виготовлення.

За конструктивними ознаками канати бувають одинарного, подвійного і потрійного скручення. При подвійному скрученні спочатку скручують окремі сталки у джгути, а потім джгути скручують у канат. За способом скручення канати бувають такі, що розкручуються, і такі, що не розкручуються. За механічними властивостями дроту канати бувають високої якості, нормальної якості марки I; канати марки II і бензельні канати для перев'язування вантажів. За призначенням канати поділяють на вантажопасажирські, вантажні і бензельні.

Сталі канати відрізняються кількістю джгутів, діаметром жил і кількістю жил у кожному джгуті. За типом звивання канати бувають хрестового і одностороннього скручування. На кранах переважно використовують сталі канати з органічним сердечником, хрестового скручування з кількістю жил $6 \times 19 = 114$; $6 \times 37 = 222$; $6 \times 61 = 366$; $18 \times 19 = 342$.

Сталі канати, що установлюють на вантажопіднімальних машинах і механізмах, перевіряють на міцність таким розрахунком:

$$\frac{P}{S} \geq K, \quad (3.5)$$

де K – коефіцієнт запасу міцності каната (3-9);

P – розривне зусилля каната, кгс;

S – найбільше натяжіння витка каната, кгс.

Кріплення і розташування канатів на вантажопіднімальній машині повинно виключати його зміщення або спадання. При оглядах крана необхідно перевіряти кріплення кінців каната.

Петля на кінці каната для кріплення його на машині або для з'єднання з елементами стропів виконується за допомогою заклепування. У місці кріплення канат згинають у петлю, в неї встромляють коуш і ставлять затискачі (рис. 25).

Кількість затискачів залежить від діаметра каната, але має бути не менше трьох (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Кількість затискачів

Діаметр каната, мм	8,8	15,5	17	19,5	22	24	28	35	37
Число затискачів	3	3	3	4	4	5	5	7	8

Крок розташування затискачів і довжина вільного кінця каната від останнього затискача дорівнює не менше 6 його діаметрів.

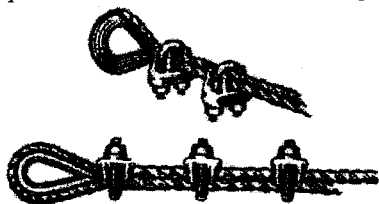


Рисунок 25 – Кріплення канатів

Із сталених канатів виготовляють стропа. Стропами називають відрізки канатів, що забезпечують швидке, зручне і безпечне закріплення вантажів.

Існує кілька різновидів вантажних строп (рис. 26). На монтажних роботах використовуються стропа канатні (СК), ланцюгові (СЛ) та універсальні (УСК).

За кількістю витків стропа поділяють на одновиткові (1СК), двовиткові (2СК), тривиткові (3СК), чотиривиткові (4СК), двопетельні (СКП), кільцеві (СКК).

Багатовиткові стропа служать для піднімання вантажів за 2, 3 чи 4 точки. При стропуванні чотиривитковим стропом потрібно слідкувати за тим, щоб вони працювали в рівних умовах і навантаження передавалось на всі витки рівномірно.

Канатні стропа виготовляються із суцільного куска каната. Перед розрубкою сталений канат необхідно у двох місцях на відстані 3-3,5 діаметра каната обмотати м'яким дротом по довжині 5-6 діаметрів каната і тільки після цього розрубати зубилом. Зрошення канатів не допускається. При виготовленні витків строп кінці канатів закріплюються способом

заплітання, гільзоклиновим з'єднанням або за допомогою алюмінієвої втулки.

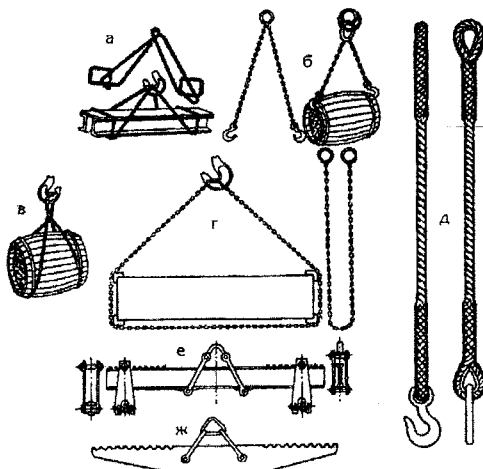


Рисунок 26 – Стропи і траверси: а – строп для обв'язування довгих вантажів; б– ланцюговий строп з гачками; в – петельний строп; г – ланцюговий строп з двома кільцями; д – одновитковий строп; е, ж – траверси

Правильний добір канатно-чальних пристосувань дуже важливий з точки зору безпеки робіт. Ці пристосування мають бути міцними, зручними, легкими, забезпечувати надійне зачеплення вантажу і добре триматися на гаку. Стропи і ланцюги добирають такої довжини, щоб кут між їх витками не перевищував 90° . Для обв'язування вантажів добираються чальні пристосування, які відповідають вазі вантажу з урахуванням витків каната і кута їх нахилу.

Збільшення кута між витками до 120° дозволяється тільки у крайніх випадках, коли висота піднімання не дозволяє використати більш довгі стропи. При розрахунку стропів, призначених для піднімання вантажів з обв'язуванням або зачепленням гаками чи кільцями, коефіцієнт запасу міцності канатів береться не менше 6. Запас міцності таких деталей стропів, як гаки і кільця при розрахунках на згин, має бути не менше 1,25 від межі текучості металу, а на розрив – не менше 5.

Навантаження S (кгс), що припадає на один строп (рис. 27), залежно від кута нахилу визначається за формулою:

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{P}{a} = m \cdot \frac{P}{n}, \quad (3.6)$$

де n – число строп;

P – вага вантажу, кг;

m – коефіцієнт, що враховує кут нахилу стропа до вертикалі

(при $\alpha = 45^\circ$, $m = 1$; $\alpha = 30^\circ$, $m = 1,15$; $\alpha = 45^\circ$, $m = 1,42$; $\alpha = 60^\circ$, $m = 2$).

Зачаловання вантажів здійснюють тільки випробуваними стропами, що мають бірки, де вказано термін випробування і вантажопідйомність.

Змінні вантажозахоплювальні пристосування (стропи, ланцюги, траверси, кліщі та ін.) після виготовлення підлягають технічному огляду на заводі, який їх виготовив. При цьому вони підлягають огляду і випробуванню навантаженням, що в 1,25 раза перевищує їх номінальну вантажопідйомність. Випробування проводиться протягом 10 хв.

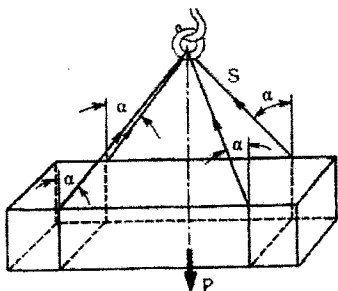


Рисунок 27 - Розрахунок навантаження, що припадає на один строп

Конструкція траверс, стропів, кліщів для піднімання вантажів повинна виключати їх довільне відчиплення і зберігати стійкість вантажу під час його піднімання і переміщення.

Перед початком робіт потрібно оглянути чально-стропальні пристосування і не допустити до роботи ті з них, які не відповідають технічним вимогам і вазі вантажу. Типи вузлів для підв'язування тросів і канатів при підніманні показані на рис. 28.

Обв'язування (зачіплення) вантажів стропами має виключати можливість зісковзування їх з вантажем, при цьому стропи накладаються без вузлів, скруток і петель.

Для забезпечення безпечної роботи при навантажуванні і розвантажуванні встановлюється єдина сигналізація.

Сигналізація може подаватися прапорцем або руками, подача сигналів голосом, крім сигналу «Стоп», забороняється. Сигнал «Стоп» кранівник зобов'язаний виконати незалежно від того, хто його подав.

При використанні строп з гаками вантаж підвішують до стропа за петлі, скоби, рами. При підніманні вантажів з гострими ребрами, підкладають спеціальні підкладки з дерева, тканини, а на вузли встановлюють спеціальні металеві кутики, які дозволяють уникати перетирання каната.

Стропальник має правильно накладати канат на гак, а якщо є петлі, то надівати їх по вісі пащі гака. Основні прийоми накладання стропа на гак показані на рис. 29.

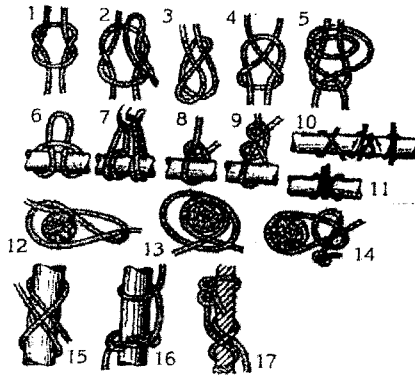


Рисунок 28 - Типи вузлів для підв'язування тросів і канатів при підніманні вантажів: 1 – прямий вузол для з'єднання двох кінців одного каната або кінців двох канатів; 2 – рифтовий вузол для тієї ж мети, що і прямий вузол; 3 – подвійна петля; 4 – одинарний і 5 – подвійний шкотові вузли для з'єднання канатів різної товщини і для закріплення кінців каната в петлі; 6 – проста, 7 – подвійна петля; 8 – простий, 9 – подвійний вузли для підв'язування вантажів, закріплених в горизонтальному положенні; 10 – вантовий вузол; 11 – подвійний вантовий вузол; 12-15 – морські вузли; 16 – зашморг для піднімання валів або колод, закріплених вертикально; 17 – вузол для підв'язування каната до кінця троса

Однією з причин травматизму є завчасна подача сигналу на піднімання вантажу, коли стропальник ще не забрав рук зі строп. Внаслідок натягування строп можливо прищипування пальців. Тому дії кранівника і стропальника мають бути чітко узгоджені.

Піднімання вантажів краном дозволяється тільки тоді, коли відома їх вага, яка не може перевищувати вантажопідйомність крана і стропів. При обв'язуванні вантажу стропи накладаються на основний масив відносно його центра ваги. Для піднімання вантажу несиметричної форми попередньо визначають центр ваги і відповідно з цим здійснюється стропування вантажу; при цьому гак крана має знаходитись над центром ваги.

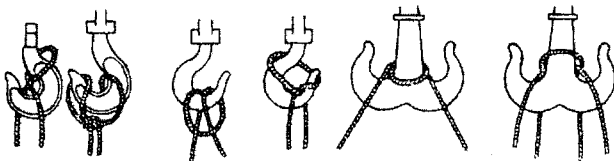


Рисунок 29 – Способи закріплення стропів на гак

Для збереження рівноваги при підніманні довгомірних і важких

вантажів кріплення здійснюється не менш ніж двома стропами.

Під час піднімання великогабаритних і довгомірних вантажів для запобігання їх розгойдуванню, особливо при вітрі, слід використовувати з двох боків відтяжки з конопляних канатів діаметром не менше 25 мм або з тонкого сталюого троса.

При підніманні великогабаритних і важких вантажів попередньо вантаж піднімають на висоту не більше 200-300 мм від землі і оглядають закріплення його стропальником. Після впевнення у надійності накладання строп, а також справної дії гальм, подається сигнал для піднімання вантажу.

Вантаж, який переміщується у горизонтальному напрямку, необхідно підіймати на 0,5 м вище предметів, які зустрічаються на його шляху, і не дозволяється переносити його над людьми.

При вантажно-розвантажувальних роботах забороняється знаходження в зоні дії стріли не тільки сторонніх людей, але і стропальника. Після стропування вантажу стропальник відходить на безпечну відстань і тоді подає сигнал кранівнику. Попередньо визначається центр ваги і відповідно з цим здійснюється стропування вантажу, при цьому гак крана має знаходитись над центром ваги.

Бракування сталюих канатів і ланцюгів. Термін служби сталюих канатів може коливатись від кількох тижнів до кількох років. Оцінка придатності каната до роботи значною мірою залежить від досвіду обслуговуючого персоналу.

Сталюі канати руйнуються поступово: спочатку розриваються окремі жили на поверхні каната, а потім у середині.

Найхарактернішими дефектами стропів є обрив жил чи сталок сталюого каната, недоброякісне заплітання кінців каната, розплющення і розплетення джгутів, знос жил і корозійне пошкодження джгутів каната, тріщини, розплющення, надриви і корозійні раковини на поверхні підвіски, гака, втулки, зрощення кінців канатів за допомогою вузлів. При роботі бувають випадки падіння вантажів внаслідок висмикування каната із затискувачів, якими він закріплюється за кран, або його розривання.

На передчасний знос канатів впливає безліч чинників, у тому числі частота і кількість згинів, тертя, вплив вологості, тепла та ін. Велике значення має правильне навішування вантажів і своєчасне проведення опосвідчення.

У процесі роботи всі вантажозахоплювальні пристрої, що знаходяться в експлуатації, підлягають огляду: стропи через 10 днів, захоплювачі через 1 місяць, траверси через 6 місяців експлуатації. Результати оглядів заносять у журнал обліку вантажозахоплювальних пристроїв. Під час огляду звертають увагу на те, щоб на них не було вузлів, перекручування, ознак поверхневого зносу, розірваних жил і джгутів. Зовнішні ознаки зносу каната з'являються в процесі роботи на його поверхні у вигляді розірваних жил та ін.

Бракування канатів, що знаходяться у роботі, здійснюють за числом

обривів жил на повному кроці скручування і порівнюють їх з нормою.

Кроком скручування називається довжина каната, на якій джгут робить повне обертання навколо його вісі.

На поверхні каната, де виявлено найбільшу кількість обірваних жил, відмічають крок скручування шляхом нанесення мітки.

Крок скручування визначають таким чином: на поверхні однією сталки каната крейдою наносять мітку, потім вздовж осі каната відраховують число сталок, з яких він складається, і на наступному витку наносять другу мітку. Відстань між мітками і буде кроком скручування. При цьому кроці підраховують кількість обривів і порівнюють з нормативними даними.

Якщо число обривів на кроці скручування більше за допустиме, канат бракують, тобто знімають з експлуатації. При цьому враховується також корозія і поверхневий знос каната. У випадку зменшення діаметра жил внаслідок корозії чи поверхневого зносу, число допустимої кількості обірваних жил зменшується.

Поверхневий знос чи корозію жил визначають за допомогою мікрометра чи штангенциркуля. Якщо за сертифікатом діаметр жил мав 1 мм, а після вимірювання встановлено, що він має 0,85 мм, поверхневий знос становить 15 %. У такому разі відповідно зменшується число обривів на одному кроці скручування.

Канат необхідно вибраковувати при поверхневому зносі або корозії, якщо вони досягли 40 % початкового діаметра жил. При виявленні обірваної цілої сталки, канат також підлягає вибраковуванню.

Своєчасне і правильне змащування сталених дротових канатів значною мірою подовжує термін їх служби.

Ланцюги змінних вантажозахоплювальних пристосувань підлягають вибраковуванню, якщо знос ланки перевищує 10 % початкового діаметра ланцюга.

3.3.3 Безпека внутрішньозаводського і внутрішньоцехового транспорту. Внутрішньозаводські проїзди, дороги і тротуари

На території підприємства потрібно створювати найпростішу схему магістральних транспортних шляхів.

Схема транспортних шляхів підприємства має відповідати характеру виробництва, забезпечувати зручний і найкоротший зв'язок між будівлями і спорудами.

Транспортні шляхи на території підприємства проектуються з мінімальною кількістю перетинів і зворотних рухів. Бажано, щоб транспортні шляхи по можливості поділяли територію підприємства на рівновеликі ділянки, були прямолінійними та забезпечували переміщення працюючих по найкоротшій відстані від прохідної до основних цехів.

Транспортні магістралі не дозволяється суміщати з доріжками, по яких проходять працюючі. Напрямок наскрізних проїздів має відповідати

напрямку панівних вітрів.

Ширина магістральних шляхів має відповідати спеціальним вимогам і бути кратною шести або трьом. У всіх випадках ширину проїжджої частини доріг з двостороннім рухом приймають рівною не менше 6 м.

Відстань від будівель до проїжджої частини дороги має бути не більше 25 м. Особливу увагу при проектуванні магістральних шляхів звертають на правильний вибір радіусів заокруглення і поворотів, маючи на увазі ті транспортні засоби, які використовують у межах даного виробництва.

При неправильному виборі радіуса заокруглення створюється небезпека заносу або перекидання транспортних засобів.

На основних внутрішньозаводських магістральних проїздах необхідно уникати розміщення залізничних шляхів. Ширина проїжджої частини автомобільних доріг у місцях перетину із залізничними коліями приймається рівною 10 м.

Внутрішньозаводські залізничні колії (1,52 м) прокладають, дотримуючись відстані 6 м від осі залізничного шляху до стін споруд і будівель, які мають виходи.

Тротуари на території підприємства розміщують уздовж проїздів шляхом забезпечення зручного і безпечного пішохідного руху між прохідними і окремими будівлями.

Ширину тротуару проектують кратною смузї руху шириною 0,75 м. Кількість смуг руху залежить від чисельності працюючих. Мінімальна ширина тротуару приймається рівною 1,5 м.

Тротуари і пішохідні доріжки розміщують з відступом від проїжджої частини дороги до краю тротуару (не менше 2 м). Як виняток, при тісних умовах забудови дозволяється примикання тротуарів до проїжджої частини дороги. При цьому тротуари мають бути на рівні верху бортового каменя і відокремлені від дороги смугою зелених насаджень.

Розміщення тротуарів біля стіни будівлі допускається тоді, коли здійснюється відведення води від покрівлі будівлі. При відсутності відведення води тротуар розміщують не менше ніж на 1,5 м від будівлі.

Правила техніки безпеки і виробничої санітарії передбачають, що швидкість руху внутрішньоцехового транспорту не повинна перевищувати 5 км/год, а транспортні засоби мають бути забезпечені відповідною сигналізацією.

Безпечна експлуатація рейкових засобів. На промислових підприємствах використовуються різноманітні види транспортних засобів: рейкові, автомобільні, монорейкові, електровози, електрокари, конвеєри, пневматичний транспорт. Різні види транспорту, що використовується на промислових підприємствах, створюють потенційну небезпеку виникнення нещасних випадків.

Використання залізничних транспортних засобів є причиною виникнення більш небезпечних ситуацій порівняно з безрейковим транспортом, використання якого значно знижує потенційну небезпеку

травматизму. При безрейкових транспортних засобах немає перехресних залізничних колій, виключається затримка вантажів через маневрування поїздів.

При перетині внутрішньозаводських залізничних колій автодорогами і пішохідними доріжками необхідно установити переїзди і переходи зі світло-звуковою сигналізацією. Переїзди, які охороняються повинні мати закриті шлагбауми з ліхтарем і добре освітлення вночі. З обох боків переїзду встановлюють попереджувальні знаки на відстані гальмівного шляху. Освітленість залізничних колій і переїздів повинна бути не менше 0,5 лк.

Залізничні платформи і вагони вздовж фронту розвантаження (навантаження) мають переміщуватися локомотивами або мотовозами. Забороняється переміщення їх машинами нерейкового транспорту. При зупиненні залізничних поїздів під уклін крім включення гальм під колеса вагонів підкладають гальмівні башмаки.

Стан залізничних колій, стрілок має щоденно перевірятися із занесенням результатів перевірки до шляхового журналу. Працівники, які обслуговують залізничний транспорт, мають бути навчені правилам охорони праці.

Для переміщення вантажів всередині цеха досить поширеними є вузькоколіїні шляхи, їх укладають на міцну основу з точним дотриманням стикування рейок.

Нахил вузькоколіїних шляхів всередині цеху не допускається, а поза цехом він має бути не більше 0,02. Вузькоколіїні шляхи повинні утримуватися у справному стані і регулярно перевірятися. Для вимкнення довільного переведення стрілок при проході по них рухомого складу їх забезпечують контрвантажами. Для запобігання сходженню вагонеток з колій у кінці вузькоколіїного шляху установлюють упори. Вагонетки мають бути у справному стані, з визначенням їх граничної вантажопідйомності.

Вагонетки з перекидним кузовом розвантажуються спеціальними пристосуваннями для запобігання їх падінню, люди при цьому мають знаходитись у боці, протилежному перекиданню. Між вагонетками, які рухаються в одному напрямку, допускається відстань на горизонтальних ділянках 20 м, на похилих – 30 м.

Забороняється їздити на підніжках як порожніх, так і навантажених вагонеток, тягнути їх на себе; вагонетки штовхають тільки вперед та ін.

Крім наземних рейкових транспортних засобів в умовах виробництва використовуються підвісні шляхи монорейкового транспорту. Для їх безпечної експлуатації необхідно, аби підвісні шляхи були надійно закріплені до будівельних конструкцій з дотриманням точності стискування рейок.

При влаштуванні монорейкових шляхів не дозволяється їх нахил. Передаточні возики, круги і стрілки монорейкового транспорту повинні мати пристосування для фіксування стиків монорейкових шляхів аби

уникнути сходження вагонеток з колії. У процесі експлуатації необхідно регулярно перевіряти стан фіксаторів, а при виявленні несправності заборонити їх використання. Перевідні стрілки монорейкових шляхів мають вільно переводитись, а зазор на стиках рейок передатного моста або перевідної стрілки не повинен перевищувати 10 мм.

Вагонетки монорейкового транспорту забезпечують спеціальними затворами, які утримують їх від самодовільного перекидання.

У процесі експлуатації монорейкових шляхів їх вантажопідйомність і швидкість руху встановлюють за розрахунковими даними відповідно до місцевих умов виробництва.

Безпечна експлуатація транспортних засобів безперервної дії. Монтаж і безпечна експлуатація стрічкових конвеєрів здійснюється відповідно до вимог ГОСТу та їх паспортних даних.

Усі обертові частини конвеєра мають бути огороженими. Якщо конвеєр розміщений над проходами і проїздами, обертові частини його мають бути захищені навісами, прокладеними за габарити конвеєра на 1 м.

Для обслуговування конвеєра ширина проходів має бути не меншою 0,7 м – при його обслуговуванні з одного боку; 1,0 м – між паралельно встановленими конвеєрами.

Ширина проходу між паралельно встановленими конвеєрами, закритими по всій трасі жорсткими або сітковими огороженнями, може бути зменшеною до 0,7 м; при обслуговуванні конвеєра з обох боків ширину проходів встановлюють до 1,2 м.

Висота проходів має бути не менше 2,2 м для конвеєрів, установлених у виробничих приміщеннях; 1,8 м – для конвеєрів, установлених в галереях, тунелях і на естакадах.

Для зручності ходіння вздовж конвеєра до настилу естакад і галерей закріплюються поперечні дерев'яні планки на відстані 0,3– 0,5 м одна від одної.

Для негайного зупинення конвеєра по всій його довжині прокладають тросик, з'єднаний з пусковим пристроєм. Підключають і експлуатують електричну частину конвеєра відповідно до правил електробезпеки.

Електричні дроти на конвеєрі і від конвеєра до рубильника захищають додатковою гумовою ізоляцією. Рама конвеєра заземлюється. Конвеєри повинні мати пристрої для вимкнення їх при обриванні стрічки або канатонатягувальних пристроїв. Для розвантажувального возика на конвеєрах передбачаються кінцеві вимикачі.

При експлуатації конвеєрів в умовах, коли вся траса не проглядається, з місця пуску встановлюють звукову і світлову сигналізацію, зблоковану з пусковим пристроєм таким чином, щоб виключалась можливість пуску даного обладнання без попередньої подачі сигналу. Пряму сигналізацію з поста конвеєра дозволяється використовувати у тих випадках, коли конвеєр проглядається на всю довжину.

Забороняється експлуатація конвеєрної установки за відсутності або несправності огороження барабанів, роликів опор або відхилення

роликів, без заземлення електрообладнання і рами конвеєра, без сигналізації і освітлення, без ходових трапів, засобів боротьби з пилом та ін.

При одночасній роботі декількох послідовних конвеєрів або в поєднанні конвеєрів з іншим технологічним обладнанням двигуни всіх машин мають бути зблоковані.

Конвеєри мають автоматично зупинитись при завантаженні бункерів сипучими матеріалами до верхнього рівня. Виконання будь-яких ремонтних робіт на конвеєрі під час його руху забороняється. Конвеєри, віддалені від робочих місць, обслуговуються двома робітниками.

Ланцюгові конвеєри обладнують бортами висотою не менше половини граничних габаритів транспортованих матеріалів. При нахилі конвеєрів понад 6° передбачається спеціальне гальмівне пристосування, що запобігає зворотній ході стрічки.

Для переходу над трасою конвеєра в необхідних місцях влаштовують перехідні містки шириною 1 м, огорожені поручнями висотою не менше 0,9 м.

Якщо конвеєри прокладено над проходами, їх огороджують суцільною обшивкою, яка виключає можливість падіння матеріалів, що транспортуються, і довільного торкання людини до стрічки.

Під час роботи конвеєра не допускається усувати буксування стрічки шляхом підсиання піску між стрічкою і барабаном, натягувати стрічку, переставляти ролики. Ці операції здійснюють при виключеному електродвигуні та вивішеному написі: «Не вмикати – працюють люди!»

Очищення стрічки конвеєра від налиплих матеріалів, що транспортуються, здійснюють на холостій вітці механічними і пневматичними пристосуваннями при повному зупиненні конвеєра.

3.4 Електробезпека

3.4.1 Електрика промислова, статична і атмосферна

Промислова електрика – це електрична енергія, яка виробляється промисловими установками, приладами, індивідуальними (гальванічними) джерелами струму для використання на виробництві і в побуті.

Для живлення промислових та побутових споживачів використовуються такі основні значення напруги: 12, 42(36), 127, 220, 380, 660 В; 6, 10 кВ тощо.

Сукупність машин, ліній, допоміжного обладнання призначених для виробництва, трансформації, передачі, розподілу електроенергії та перетворення її у інший вид енергії називається електроустановками.

Статична електрика – це заряди електрики, які накопичуються на тілі, одязі людини, виробничому обладнанні, речах побуту внаслідок контактного або індуктивного впливу. Сила струму даного виду електрики, як правило, дуже мала, але величина напруги може бути дуже великою. Внаслідок цього статична напруга може стати небезпечною для людини.

Атмосферна електрика – це електрична енергія, яка виникає в результаті розрядів блискавки, накопичення її в кульовій блискавці або іонізації повітря. Електричний розряд атмосферної електрики буває дуже високим і досягає такої величини, яку навіть на промислових установках виробити важко. Розряди грози, заряди кульових блискавок можуть принести людині велику шкоду (руйнування), якщо не вжити заходів захисту і не дотримуватися правил поведінки людини під час грози.

3.4.2 Електротравматизм та його особливості

Електротравма – травма, викликана впливом електричного струму або електричної дуги.

Електротравматизм – це явище, яке характеризується сукупністю електротравм.

Електротравматизм у порівнянні з іншими видами травматизму має деякі особливості.

1. Організм людини не наділений властивістю (органом), з допомогою якої можна було б дистанційно (на відповідній відстані) визначити наявність електричного струму (напруги), як, наприклад, механічну небезпеку (деталі, що переміщуються), теплову, світлову енергію тощо.

2. Основною особливістю електротравматизму є те, що електричний струм, проходячи через тіло людини, діє не тільки в місцях контактів (як поріз, укол), а і на шляху проходження через організм і викликає рефлекторне ураження органів: порушення нормальної діяльності серця, зупинка системи дихання тощо.

3. Електротравма може виникнути без безпосереднього контакту зі струмопровідними частинами устаткування – ураження через електричну дугу, напругу кроку, електромагнітне поле тощо.

Аналіз загальної кількості нещасних випадків на виробництві показує, що електротравматизм складає близько 1-2%, але серед нещасних випадків зі смертельним наслідком електротравми складають до 40%, займаючи одне з перших місць. При цьому близько 90% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою 127-380 В.

3.4.3 Вплив електричного струму на організм людини

Електричний струм, проходячи через організм людини, викликає термічний, електролітичний, механічний і біологічний вплив.

Термічний вплив – нагрівання тканин людини майже до опіків.

Електролітичний вплив – порушення складу рідини організму, розкладання крові.

Механічний вплив – ушкодження, які виникають в результаті мимовільних судомних скорочень при проходженні струму через тіло людини (розриви шкіри, кровеносних судин і нервів, вивихи суглобів, переломи кісток).

Біологічний вплив (властивий тільки живій тканині) – порушення біологічних процесів, руйнування і збудження тканин, скорочення м'язів.

Перелічена дія електричного струму на організм людини приводить до різних електротравм, які умовно діляться на місцеві та загальні.

До місцевих електротравм відносяться: електричні опіки; електричні знаки; електрометалізація шкіри; механічні ушкодження; електроофтальмія.

Електричні опіки бувають поверхневі і внутрішні. Поверхневі – ураження шкіри. Внутрішні – ураження внутрішніх органів і тканин тіла. За умовами виникнення опіки поділяються на контактні, дугові і змішані. Електричні опіки виникають в результаті нагрівання тканин тіла людини при проходженні струму.

Електричні знаки (мітки струму) – плями сірого або блідо-жовтого кольору у вигляді мозолів на поверхні шкіри в місці контакту зі струмопровідними елементами. Електричні знаки безболісні і через певний час сходять.

Електрометалізація шкіри – це просочування поверхні шкіри частками металу при його випаровуванні чи розбризкуванні під впливом електричного струму. Уражена ділянка – шорстка на дотик і має забарвлення, характерне для кольору металу, що потрапив у шкіру. Електрометалізація шкіри, як і електричні знаки, не є небезпечною (за винятком очей) і з часом зникає.

Електроофтальмія – запалення очей в результаті впливу ультрафіолетових променів електричної дуги.

До загальних електротравм відноситься електричний удар.

Електричний удар – збудження електричним струмом живих тканин у вигляді судомних скорочень м'язів. Електричні удари поділяються на чотири групи:

- удари, що призвели до судомних скорочень м'язів без втрати свідомості;
- удари, що призвели до судомних скорочень м'язів із втратою свідомості, але з роботою легенів і серця;
- удари з втратою свідомості і порушенням діяльності органів дихання і серця (того та іншого разом або окремо);
- удари, які викликали клінічну смерть.

Особа, яка надає долікарську допомогу, повинна визначити вид електротравми і в залежності від цього приймати відповідні рішення щодо надання першої допомоги.

3.4.4 Фактори, які впливають на ступінь ураження людини електричним струмом

Фактори, які визначають безпеку ураження електричним струмом, поділяються на три групи:

- електричного характеру (напруга, величина струму, рід і частота струму, опір тіла людини електричному струму);

- неелектричного характеру (індивідуальні особливості людини, її увага, шлях проходження струму через тіло людини, тривалість дії струму);
- фактори навколишнього середовища.

Фактори електричного характеру. Струм, який проходить через тіло людини, є основним фактором ураження при електротравмі.

Виділяють такі порогові значення струму:

- пороговий струм відчуття;
- пороговий струм невідпускання;
- пороговий струм фібриляції.

Пороговий струм відчуття – найменше значення відчутного струму, який при проходженні його через тіло людини викликає відчуття подразнення (0,6-1,5 мА при змінному струмі частотою 50 Гц і 5-7 мА при постійному струмі).

Пороговий струм невідпускання – найменше значення електричного струму, що викликає при проходженні через організм людини непереборні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснений провідник (10-15 мА при змінному струмі частотою 50 Гц і 50-80 мА при постійному струмі).

Пороговий струм фібриляції – найменше значення електричного струму, який викликає при проходженні через організм людини фібриляцію (хаотичні скорочення) серця (100 мА при змінному струмі частотою 50 Гц і 300 мА при постійному струмі).

Напруга, яка виникає на тілі людини, впливає на наслідки ураження і визначається опором тіла людини і струмом, що через нього протікає в момент ураження.

Гранично допустима напруга на людині при нормальному (неаварійному) режимі електроустановок не повинна перевищувати таких значень: 2 В при змінному струмі і 8 В при постійному струмі.

При високих температурі (більше 35°C) і вологості (більше 75%) критичні значення струму і напруги необхідно зменшувати у три рази.

Опір тіла людини умовно можна розділити на три складові: два однакових опори зовнішнього шару шкіри і опір внутрішніх органів.

Різні тканини людини по-різному проводять струм. Найбільшим електричним опором відзначається шкіра людини і, особливо, верхній ороговілий її шар, в якому немає кровоносних судин (70-80% загального опору).

В практичних розрахунках приймається, що опір тіла людини активний лінійний та дорівнює 1000 Ом. При зволоженні, забрудненні чи ушкодженні шкіри опір людини різко зменшується.

Опір електричного тіла людини являє собою складний опір, в який включаються послідовно: опір тіла людини, опір одягу та опір взуття.

Фактори неелектричного характеру. На тяжкість ураження людини електричним струмом впливає тривалість його дії:

- зі збільшенням часу проходження струму через організм людини опір тіла зменшується (через зволоження шкіри від поту), тому струм збільшується;

- зі збільшенням часу впливу струму на організм людини зменшуються захисні сили організму, які протидіють електричному струму.

На кінцевий результат ураження (травми) істотно впливає шлях струму через тіло людини. Особливо велика небезпека виникає тоді, коли струм проходить через основні органи: серце, головний мозок, легені.

З усіх випадків електротравматизму найчастіше зустрічаються такі шляхи струму: права рука – ноги, рука – рука. Згідно з аналізом випадків з важкими і смертельними результатами слід виділити такі:

- рука – рука (45% випадків);
- права рука – нога (25%);
- ліва рука – ноги (15%);
- нога – нога (5%).

За висновками лікарів, найбільш небезпечні шляхи струму: голова – рука, голова – ноги, рука – рука. Ці шляхи струму проходять через основні органи людини, ураження яких призводить до тяжких наслідків.

Індивідуальні психологічні і фізіологічні особливості людини мають значний вплив на результат ураження електричним струмом, наприклад, струм невідпускання для одних людей не становить небезпеки, у інших – викликає електротравми.

Характер впливу струму однієї і тієї ж величини залежить від маси тіла людини, її фізичного розвитку, стану нервової системи і всього організму. Так, у стані хвороби (особливо нездорової шкіри, хвороби нервової і серцево-судинної систем, органів дихання і под.), депресії, збудження нервової системи, алкогольного сп'яніння людина більш чутлива до проходження струму і порогові значення знижуються. Особливу роль відіграє фактор уваги. Якщо людина чекає електричного удару і підготувала себе до нього, то ступінь небезпеки різко знижується і результат впливу буде менш значним. А раптовий удар призводить до гірших наслідків. Для чоловіків порогові значення в 1,5 раза вищі, ніж для жінок.

Виробничі приміщення за ступенем електробезпеки. До несприятливих факторів навколишнього середовища відносяться виробничі приміщення.

Виробничі приміщення за ступенем небезпеки згідно з ПУЕ поділяються на три категорії:

- а) приміщення з підвищеною небезпекою;
- б) особливо небезпечні приміщення;
- в) приміщення без підвищеної небезпеки.

1. Приміщення з підвищеною небезпекою – це такі, які характеризуються наявністю однієї із таких умов ураження електричним струмом:

- вологи (відносна вологість повітря тривало перевищує 75% або пара та сконденсована волога у вигляді дрібних крапель);
- підвищеної температури (температура повітря тривало перевищує 35 градусів, короткочасно – 40 градусів)
- струмопровідних основ (металевих, земляних, залізобетонних);
- струмопровідного пилу (технологічний або атмосферний пил, проникаючи в середину агрегатів, технологічного обладнання, осідаючи на дротах, струмопровідних частинах і відкладаючись на електроустановках, погіршує умови охолодження та ізоляції, але не викликає небезпеки аварії);
- можливість одночасного дотику до з'єднаних із землею металоконструкцій, будинків, механізмів тощо і до металевих корпусів, огорож електрообладнання.

2. Особливо небезпечні приміщення – це такі, які характеризуються наявністю однієї із умов ураження електричним струмом:

- підвищеної вологості (відносна вологість повітря близько 100%, стеля, підлога, стіни покриті вологою);
- хімічно активного або органічного середовища (у приміщенні є агресивні випари, гази, підлога, стіни покриті вологою);
- одночасно двох або більше умов підвищеної небезпеки.

3. Приміщення без підвищеної небезпеки, в яких відсутні перераховані вище умови.

Відкриті чи зовнішні електроустановки, які використовуються на відкритому повітрі чи під навісами, прирівнюються до електроустановок в приміщеннях з підвищеною небезпекою.

3.4.5 Основні причини електротравматизму

Прийнято розрізняти технічні, організаційно-технічні та організаційні причини електротравм.

До технічних причин електротравм відносять несправність електроустановок та захисних засобів, які виникли під час експлуатації; невідповідність типу електроустановки і захисних засобів умовам використання; дефекти електроустановок та захисних засобів; використання електроустановок, які не прийняті в експлуатацію, і захисних засобів у яких вийшов час періодичних випробувань.

До організаційно-технічних причин електротравм відноситься невиконання технічних заходів безпеки при експлуатації електроустановок; помилкова подача напруги на електроустановки де працюють люди; несвоєчасна заміна несправного обладнання та ін.

До організаційних причин електротравм відноситься неправильне виконання організаційних заходів безпеки; недостатнє навчання

персоналу; неправильне оформлення роботи; невідповідність роботи завданню; допуск до роботи з електроустановками осіб молодше 18 років та ін.

Основні причини за яких людина попадає під напругу є: дотик до відкритих струмоведучих частин, які знаходяться під напругою (55,9 %); дотик до металевих частин обладнання, яке виявилось під напругою внаслідок пошкодження ізоляції (22,8%); дотик до ізоляції струмоведучих частин, яка втратила свої ізоляційні властивості (17,7%); дотик до стін, підлоги та конструктивних деталей приміщення, які опинилися під напругою (2,4%); ураження через електричну дугу (1,2%).

3.4.6 Організація безпечної експлуатації електроустановок

Електробезпека повинна забезпечуватись завдяки: спеціально підготовленому електротехнічному персоналу; організації виконання робіт (організаційні та технічні заходи); безпечному стану електроустановок, дотриманню стандартів і технічних умов на електротехнічні вироби, державних будівельних норм (ДБН), правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ); забезпеченню персоналу випробуваними засобами захисту.

Розглянемо ці умови більш детально.

Вимоги до електротехнічного персоналу. Електротехнічний персонал повинен відповідати таким вимогам:

- особи з числа електротехнічного персоналу повинні пройти відповідну теоретичну і практичну підготовку і перевірку знань. Працівнику, який пройшов перевірку знань, видається посвідчення встановленої форми. Посвідчення про перевірку знань працівника є документом, який дає право на самостійну роботу в електроустановках на зазначеній посаді. За відсутності посвідчення або за наявності посвідчення з простроченими термінами перевірки знань працівник до роботи не допускається. Якщо працівник одночасно пройшов перевірку знань на право виконання спеціальних видів робіт, то про це робиться відмітка в журналі перевірки знань і у графі посвідчення "Свідоцтво на право ведення спеціальних робіт";

- особи віком молодше 18 років до самостійної роботи в електроустановках не допускаються, особам молодше 18 років не дозволяється присвоювати групу з електробезпеки вище II;

- особи з числа електротехнічного персоналу не повинні мати каліцтв і хвороб стійкої форми, які заважають виробничій діяльності.

Працівники, що обслуговують електроустановки, зобов'язані знати Правила відповідно до займаної посади чи роботи, яку вони виконують, і мати відповідну групу з електробезпеки згідно з такими вимогами:

1) для одержання групи 1, незалежно від посади і фаху, необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи з даною

електроустановкою з оформленням в журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

Інструктаж з електробезпеки для I групи має проводити особа, відповідальна за електрогосподарство, або, за її письмовим розпорядженням, особа зі складу електротехнічних працівників з III групою.

Мінімальний стаж роботи в електроустановках і видання посвідчень працівникам з групою I не вимагається;

2) для присвоєння чергової групи з електробезпеки необхідно мати мінімальний стаж роботи в електроустановках за попередньою групою;

3) для одержання груп II-III працівники мають: чітко усвідомлювати небезпеку, пов'язану з роботою в електроустановках; знати і уміти застосовувати на практиці правила безпеки в обсязі, потрібному для роботи, яка виконується; знати будову і улаштування електроустановок, засоби захисту і заходи, які забезпечують безпечні виконання робіт в електроустановках; уміти практично надавати першу допомогу потерпілим у разі нещасних випадків, в тому числі застосовувати способи штучного дихання і зовнішнього масажу серця.

Організаційні заходи безпеки при роботі в електроустановках.

Роботи в електроустановках, в залежності від заходів безпеки, поділяються на три категорії: зі зняттям напруги; без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них; без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під напругою.

Організаційними заходами, за допомогою яких досягається безпека робіт в електроустановках, є:

- затвердження переліку робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації;
- призначення осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- оформлення робіт нарядом, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- підготовка робочих місць;
- допуск до роботи;
- нагляд під час виконання робіт;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв в роботі та її закінчення.

Допуск до роботи в електроустановках здійснюється тільки після перевірки виконання технічних заходів з підготовки робочого місця.

Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт.

1. Для підготовки місця до роботи, яка вимагає зняття напруги, слід вжити у вказаному порядку такі технічні заходи:

- здійснити необхідні відключення і вжити заходів, що перешкоджають помилковому або самочинному ввімкненню комутаційної апаратури;
- вивісити заборонні плакати на приводах ручного та ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою:

- перевірити відсутність напруги на струмопровідних частинах, які слід заземлити, для захисту людей від уражень електричним струмом;
- встановити заземлення (ввімкнути заземлювальні ножі, встановити переносні заземлення);
- огородити, за необхідністю, робочі місця або струмопровідні частини, що залишаються під напругою, і вивісити на огорожах плакати безпеки.

2. Згідно з вимогами правил безпеки під час роботи в електроустановках без зняття напруги на струмопровідних частинах чи поблизу них необхідно:

- виконати огороження інших струмопровідних частин, які залишилися під напругою і до яких можливий випадковий дотик;
- працювати в діелектричному взутті чи стоячи на ізольованій підставці або діелектричному килимі;
- застосовувати інструмент з ізольованими ручками, за відсутності такого інструмента слід користуватися діелектричними рукавичками.

Технічні засоби, що забезпечують електробезпеку. Технічні засоби захисту, які забезпечують електробезпеку, повинні застосовуватися з урахуванням: номінальної напруги, роду і частоти струму електроустановки; способу електропостачання (від стаціонарної мережі або автономного джерела електроспоживання); режиму нейтралі джерела живлення електричною енергією (ізольована, заземлена нейтраль); виду виконання (стаціонарні, пересувні, переносні); умов навколишнього середовища.

Для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмопровідних частин необхідно застосовувати: захисні оболонки; захисні огорожі (тимчасові або стаціонарні); безпечне розташування струмопровідних частин; ізоляцію струмопровідних частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна); ізоляцію робочого місця; малу напругу; захисне відключення; попереджувальну сигналізацію; блокування; знаки безпеки.

За ступенем захисту всі електротехнічні вироби поділяються на 5 класів:

0 – вироби, які мають робочу ізоляцію і не мають елементів для заземлення, якщо ці вироби не відносяться до класу II чи III;

01 – вироби, які мають робочу ізоляцію, елемент для заземлення і провід без заземлювальної жили для приєднання до джерела живлення;

I – вироби, що мають робочу ізоляцію та елемент для заземлення. При наявності проводу для приєднання до джерела живлення провід має заземлювальну жилу і вилку із заземлювальним контактом;

II – вироби, які мають подвійну чи підсилену ізоляцію і не мають елементів для заземлення;

III – вироби, які не мають ні внутрішніх, ні зовнішніх електричних кіл з напругою понад 42 В. До цього класу можуть бути віднесені і вироби, приєднані безпосередньо до джерела живлення напругою до 42 В.

Для забезпечення захисту від уражень електричним струмом при дотику до металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою в разі пошкодження ізоляції, застосовують: захисне заземлення; занулення; вирівнювання потенціалів; захисне відключення; ізоляцію неструмопровідних частин; електричне розділення мережі; малу напругу; контроль ізоляції; компенсацію струмів замикання на землю.

Занулення – з'єднання металевих неструмопровідних частин електрообладнання з нульовим проводом мережі для забезпечення спрацювання пристроїв захисного відключення в результаті перетворення замикання фази на корпус в однофазне коротке замикання.

Захисне заземлення – з'єднання металевих неструмопровідних частин електрообладнання із "землею" чи її еквівалентом для зниження напруги дотику до допустимих значень при замиканнях на корпус. Захисне заземлення і занулення виконують з метою: забезпечення нормальних режимів роботи установки; забезпечення безпеки людей при порушенні ізоляції мережі, струмопровідних частин; захисту електроустаткування від перенапруги; захисту людей від статичної електрики; захисту будинків і споруд від блискавки.

Електрозахисні засоби захисту. Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх механічну справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Електрозахисні засоби поділяються на основні та допоміжні.

Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотик до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

3.4.7 Захист від статичної електрики

На електронно-променевих трубках моніторів діагностичної та фізіотерапевтичної апаратури часто накопичується електростатичний заряд. Як показують вимірювання, у момент включення напруженість поля миттєво зростає до максимуму, а потім поступово зменшується до стабільного рівня. Після вимикання моніторів реєструють негативну

напруженість поля, яка поступово зменшується. Значення напруженості електростатичних полів від різних моніторів можуть знаходитись в межах від 8 до 75 кВ/м.

Заряди статичної електрики накопичуються як на моніторі, так і на обслуговуючому персоналі, особливо під час користування одягом із штучного волокна, вовни, шовку, взуттям з підощвами, що не проводять електричного струму.

На людину дія статичної електрики незначна через невелику силу струму і відчувається як слабкі уколи.

Заходами захисту від статичної електрики є:

- найпростіший і найнадійніший спосіб захисту – заземлення технологічного устаткування;
- застосування загального і місцевого зволоження повітря;
- іонізація повітря, застосування індукційних або тканинних нейтралізаторів, антистатичні настили;
- застосування антистатичного одягу.

3.4.8 Основні вимоги електробезпеки до приміщень, де встановлена електрична апаратура та обладнання

При проектуванні та реконструкції систем електропостачання, монтажу силового електрообладнання та електричного освітлення будівель та приміщень з електричною апаратурою та обладнанням (бойлери, калорифери, автоклави, стоматологічне обладнання тощо) необхідно дотримуватись вимог нормативних актів, де розглядаються питання електробезпеки: ПУЕ, ППЕ, ПБЕ та інших.

Лінія електромережі для живлення цієї апаратури та обладнання, виконується трипровідною шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Не дозволяється використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника. Усі провідники повинні відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, температурному режиму, та типам апаратури захисту.

Апаратура та обладнання повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення.

Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Конструкція їх має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Необхідно унеможливити з'єднання контактів фазових провідників з контактами нульового захисного провідника.

Штепсельні з'єднання та електророзетки для напруги 12 В та 42(36) В за своєю конструкцією повинні відрізнятися від штепсельних з'єднань для напруги 127 В та 220 В.

Апаратура і обладнання медичних закладів повинні відповідати I чи II класу захисту; мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції.

Тимчасова електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у конструкціях машин, приладів та меблях.

Є неприпустимими:

- експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцію; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;

- застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до переносних електропроводок;

- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання;

- користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення;

- використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємства.

4 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

4.1 Основні поняття та визначення пожежної безпеки

4.1.1 Загальні відомості про пожежі

Вагомий вклад у зміцнення державної економіки вносить пожежна охорона, яка надійно захищає від вогню створені народом цінності. Пожежі завдають великих матеріальних збитків і майже завжди супроводжуються нещасними випадками, а іноді – людськими жертвами.

Основний напрямок діяльності пожежної охорони полягає у профілактиці пожеж та обмеженні їх розмірів.

Отже, пожежна безпека тісно пов'язана з технікою безпеки, оскільки на пожежах гинуть не тільки матеріальні цінності, а й люди. Проектуючи, будуючи та експлуатуючи виробничі процеси, обладнання й машини, потрібно враховувати вимоги пожежної безпеки нарівні з вимогами охорони праці.

Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної політики щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства й навколишнього природного середовища.

Незважаючи на всі зусилля, спрямовані на попередження пожеж, ця проблема за своїми масштабами є глобальною й зачіпає не тільки національні, а й міжнародні інтереси. Про це свідчать пожежі на нафтових і хімічних об'єктах, горіння тисяч гектарів лісових масивів та ін.

Щорічно на планеті виникає близько 6 мільйонів пожеж, мільйони людей стають каліками й дістають тяжкі опікові травми, десятки тисяч гинуть. Щорічно в Україні виникає понад 50000 пожеж, на яких гинуть понад 3500 людей. За останні 10 років кількість пожеж зросла майже втричі, кількість знищених вогнем будівель – більше ніж у 8 разів, а динаміка загибелі людей на пожежах має загальну тенденцію до зростання.

Тільки протягом однієї доби в Україні виникає в середньому 110-120 пожеж, на яких гинуть 5-7 осіб, а 4-6 – отримують травми. Кожні 2 хв. 36 с підрозділи Державної пожежної охорони виїжджають за сигналом «Тривога», щоб врятувати людей, матеріальні цінності або запобігти трагедії. У 2002 р. на пожежах загинули 3619 осіб; 6620 осіб було врятовано. Збережено матеріальних цінностей на суму понад 516 млн грн. Відносні показники пожеж в Україні та в деяких інших країнах наведено в табл. 4.1.

На ліквідацію пожеж витрачаються колосальні кошти. Загальні показники пожеж складаються з економічних, соціальних та екологічних наслідків.

До екологічних наслідків пожеж належать такі: забруднення продуктами горіння й пожежогоасіння атмосфери, водного середовища, ґрунтів, надр, загибель флори та фауни. Продукти горіння потрапляють в атмосферу, димові гази містять токсичні речовини, а сам процес горіння супроводжується поглинанням повітря, а також тепловим випромінюванням. Так, наприклад, під час згорання 1 кг кам'яного вугілля поглинається 8,0 м³ повітря, а об'єм продуктів горіння становить 11,5 м³.

Таблиця 4.1 – Відносні показники кількості пожеж та їх наслідки (1997-1998 рр.)

Країни	Кількість пожеж на 10 тис. населення, од.	Кількість загиблих на 1 млн населення, осіб	Прямі збитки на 1 млн населення, млн доларів
Росія	18,5	93,6	1,61
Білорусія	14,8	70	0,36
Україна	8,2	43,6	0,20
США	88	23	32,4
Японія	5	16	Немає даних

Лісові й ландшафтні пожежі справляють руйнівний вплив на фауну та флору, знищують родючий шар ґрунту, перетворюючи лісові масиви на пустилю.

Гасіння пожеж вимагає великих витрат води. Підраховано, що на ліквідацію пожеж у світі щорічно витрачається близько 300 млн м³ води.

До прямих і побічних економічних наслідків пожеж відносять витрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням матеріальних цінностей, з відновленням функціонування об'єктів, пошкоджених під час пожеж. Сюди також відносять збитки, пов'язані з простоем виробничих об'єктів, виплатою допомог з тимчасової непрацездатності й т. ін.

До соціальних наслідків, пов'язаних з пожежами, слід віднести загибель і травмування людей, погіршення їхніх психофізіологічних показників, посилення соціальної напруженості внаслідок втрати житлового фонду, зростання захворюваності та зменшення тривалості життя. В Україні, за даними статистики, щотижня пожежі руйнують або пошкоджують 600-700 жилих будівель.

Отже, кожна пожежа має негативні наслідки як безпосередньо для людини, що постраждала, так і для суспільства в цілому. Тому з точки зору екологічних, економічних та соціальних наслідків актуальним стає забезпечення ефективного протипожежного захисту, безпеки людей та матеріальних цінностей. В умовах сучасного техногенного середовища фінансові, трудові та матеріальні збитки від пожеж стають обтяжливими для економіки держави. З кожним роком для забезпечення ефективного протипожежного захисту держава має виділяти все більше коштів на фундаментальні дослідження, утримання пожежної охорони, профілактику пожеж.

Всесвітній центр пожежної статистики, що діє в рамках ООН, щорічно публікує звіти, в яких наводяться порівняльні дані про затрати, пов'язані з ліквідацією наслідків пожеж у різних країнах світу. Наслідки пожеж визначаються в результаті аналізу сукупності прямих і побічних збитків.

Прямі збитки – це втрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням вогнем, водою, димом і високою температурою основних фондів та іншого майна установ та організацій, а також втрати громадян, якщо вони мають

прямий причинний зв'язок з пожежею.

Побічні збитки – це втрати, пов'язані з ліквідацією пожежі, простоем виробництва в період його відновлення та іншими втраченими вигодами внаслідок пожежі.

Світова статистика свідчить, що прямі збитки від пожеж в середньому становлять 0,2-0,3 % валового внутрішнього продукту відповідної країни.

Побічні збитки можуть бути меншими за прямі або навпаки значно їх перевищувати.

Загальносвітова статистика свідчить, що в середньому на одного загиблого припадає 25-30 травмованих, які дістали опіки різного ступеня. Витрати на лікування людей, що зазнали опікових травм на пожежах і потребують тривалого та дорогого лікування, становлять близько 2 % загальних збитків, завданих пожежами.

Враховуючи наведені дані, слід зазначити, що як держава, так і суспільство мають бути зацікавлені в зменшенні кількості пожеж, що завдають шкоди здоров'ю людей та здатні призводити до великих матеріальних збитків.

4.1.2 Основні нормативні акти, що регламентують вимоги пожежної безпеки

За останні роки в державі розроблено ряд цілеспрямованих заходів щодо створення загальнодержавної системи забезпечення пожежної безпеки. Основним заходом у цьому напрямку було прийняття Закону «Про пожежну безпеку», який набрав чинності з дня його опублікування 29 січня 1994 р.

Згідно із Законом забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною державної політики щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього природного середовища. Цей Закон визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території держави, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон «Про пожежну безпеку», Правила пожежної безпеки та інші Закони України, постанови Верховної Ради, укази й розпорядження Президента, декрети, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів, стандарти, будівельні норми та правила, відомчі нормативи, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

До компетенції центральних органів державної виконавчої влади в галузі пожежної безпеки належать:

- проведення єдиної політики в галузі пожежної безпеки, визначення основних напрямів розвитку науки й техніки, координація державних,

міжрегіональних заходів, наукових досліджень у цій галузі та керівництво відповідними науково-дослідними установами;

- організація навчання спеціалістів у галузі пожежної безпеки, керівництво пожежно-технічними навчальними закладами;
- оперативне управління силами й технічними засобами, які залучаються до ліквідації великих пожеж; координація робіт щодо створення та випуску пожежної техніки та засобів протипожежного захисту.

До компетенції органів державної виконавчої влади в галузі пожежної безпеки входить розробка та затвердження державних стандартів, нормативних актів та правил пожежної безпеки, а також встановлення єдиної системи обліку пожеж.

Нормативні акти, стандарти, технічні умови, інші нормативно-технічні документи на пожежонебезпечні технологічні процеси та вироби мають включати вимоги пожежної безпеки та узгоджуватися з органами державного пожежного нагляду. Узгодженню підлягають також проектні рішення, на які не встановлено норми та правила.

Вимоги пожежної безпеки, що містяться у відомчих нормативних актах, не повинні суперечити державним стандартам, нормам і правилам.

Виробничі, житлові, інші будівлі та споруди, обладнання й машини, що вводяться в експлуатацію після завершення будівництва або реконструкції, мають відповідати вимогам пожежної безпеки. Забороняється будівництво, реконструкція, технічне переоснащення об'єктів виробничого та іншого призначення, впровадження нових технологій, випуск пожежонебезпечної продукції без попередньої експертизи, проектної та іншої документації.

Проектні організації мають здійснювати нагляд за дотриманням проектних рішень з пожежної безпеки при будівництві, реконструкції, технічному переоснащенні та експлуатації запроектованих ними об'єктів.

Введення в експлуатацію новостворених підприємств і реконструйованих об'єктів, впровадження нових технологій, нових зразків машин, механізмів, устаткування та продукції без дозволу органів державного пожежного нагляду забороняється.

Машини, механізми, технологічні процеси й транспортні засоби, що впроваджуються у виробництво, в стандартах на які є вимоги пожежної безпеки, повинні мати сертифікат, що засвідчує безпеку їх використання.

Дозвіл на початок роботи підприємств та експертизу проектів щодо пожежної безпеки здійснюють органи державного пожежного нагляду, які також беруть участь у прийнятті об'єктів, що передаються в експлуатацію.

Проектування, реконструкція, технічне переоснащення та будівництво об'єктів мають відповідати чинним нормативним актам.

Забороняється застосовувати в будівництві та виробництві матеріали й речовини, на які немає даних щодо пожежної безпеки.

На виробництво пожежної техніки, протипожежного устаткування та виконання робіт протипожежного призначення мають право підприємства, які одержали на це дозвіл. Усі види пожежної техніки та устаткування, що

застосовуються для запобігання пожежам і їх гасіння, повинні мати державний сертифікат якості. Порядок отримання сертифікатів якості та термін їх дії визначає Кабінет Міністрів.

Загальні вимоги до пожежної безпеки об'єктів усіх галузей народного господарства наведено в ГОСТ 12.1.004-85.

Усі технічні рішення щодо забезпечення пожежного захисту об'єктів народного господарства підлягають нормуванню.

4.1.3 Поняття про пожежу та пожежну безпеку

Пожежам передуює початкове розігрівання джерелом теплоти горючої речовини, хоча б у одній точці, до такої температури, при якій її молекули починають з'єднуватися з молекулами кисню. Подальше розігрівання можливе як при постійній наявності джерела теплоти, так і у тому випадку, коли початково набута теплота достатня для подальшого нагрівання прилеглих шарів горючої речовини аж до появи вогню. Вогонь, що вийшов з-під контролю, здатний створити осередок пожежі.

Пожежа являє собою процес неконтрольованого горіння поза спеціальним вогнищем, що розвивається в часі й просторі і є небезпечним для людей, матеріальних цінностей та навколишнього середовища.

Початок розвитку пожежі можна уявити собі так. Холодна горюча речовина при введенні теплового імпульсу розігрівается, інтенсивно окислюється киснем з подальшим виділенням теплоти. Це призводить до розігрівання сусіднього шару горючої речовини, в якому також протікає інтенсивна хімічна реакція. Швидкість такого пошарового розігрівання визначає інтенсивність пожежі, що є найважливішою її характеристикою.

Вузьку зону, у якій протікає хімічна реакція і підігрівается горюча речовина, називають фронтом пожежі. Процес пошарового розігрівання, окислення й згорання триває доти, поки не вигорить весь об'єм горючої речовини. Як правило, процес горіння спричинюють речовини, що мають підвищену вогнебезпечність. Тривалість пожежі, а також матеріальні збитки залежать від характеру горючої речовини й величини пожежного навантаження, тобто маси горючих матеріалів на одиницю площі.

Простір, у якому розвивається пожежа, умовно поділяють на три зони: зону горіння, зону теплової дії і зону задимлення.

Зоною горіння називається частина простору, у якому відбуваються процеси термічного розкладання чи випаровування речовин і матеріалів.

Зона теплової дії – це простір, де відбувається процес теплообміну між поверхнею полум'я та горючою речовиною, що прилягає до межі зони горіння, де тепла дія створює умови, неможливі для перебування людей без протитеплового захисту.

Кількість тепла, що виділяється під час пожежі, і температура навколишнього середовища значною мірою залежать від теплоти згорання горючої речовини. Теплота згорання горючої речовини залежить від її

властивостей і складу. Для нафти й нафтопродуктів вона становить понад 45 000 Дж/кг, для кам'яного вугілля – понад 30 000 Дж/кг, а для деревини – понад 16 000 Дж/кг. Тепло, що виділяється під час пожежі, призводить також до руйнування обладнання й будівельних конструкцій, спричинює розповсюдження пожежі в суміжних приміщеннях, а також заважає діям, спрямованим на гасіння пожежі.

Щоб оцінити характер теплових змін під час пожежі, введено поняття «температурний режим», під яким слід розуміти зміни в часі середньої температури в зоні теплової дії (у приміщенні).

Зоною задимлення називається частина простору, що межує із зоною горіння й заповнена димовими газами в концентрації, що становить загрозу для життя й здоров'я людей. Ця зона включає в себе всю зону теплової дії і значно її перевищує.

У всіх випадках для горіння характерні такі три стадії: виникнення, поширення та згасання. Найбільш загальною властивістю горіння є здатність осередку вогнища, що виникло, пересуватися шляхом передавання тепла від зони горіння в суміжні зони.

Наслідки пожежі бувають особливо тяжкими, коли стався вибух. Вибух може бути не тільки наслідком пожежі, але і її причиною. Проблема запобігання вибухам безпосередньо пов'язана з пожежною безпекою.

Пожежі та вибухи можуть виникати за таких обставин:

- у початковий період експлуатації виробництва – період притирання елементів технологічного обладнання (наслідок недоліків, допущених у проектній документації, неякісного виконання монтажних робіт і т. ін.);
- в основний період експлуатації виробництва (через несправність контрольно-виміральної апаратури та елементів обладнання, порушення правил безпеки, недостатній нагляд і контроль, незадовільний ремонт і т. ін.);
- у період так званого «старіння» елементів технологічного обладнання (через зношеність деталей, корозію матеріалів, відсутність поточних і капітальних ремонтів і т. ін.).

Залежно від характеру горючої речовини всі пожежі поділяються на п'ять класів:

- перший клас – пожежі звичайних горючих речовин та матеріалів, при горінні яких утворюється попіл (деревина, гума, папір та ін.);
- другий клас – пожежі горючих рідин, при горінні яких утворюються горючі гази. Сюди відносяться пожежі деяких твердих речовин, які при горінні плавляться і при згорянні не утворюють попелу (нафта, мастила, нафталін та ін.);
- третій клас – пожежі горючих газів, які можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші;
- четвертий клас – пожежі електрообладнання, що знаходиться під напругою, для гасіння яких потрібні тільки неструмопровідні речовини;
- п'ятий клас – пожежі металів з низькою або високою темпера-

турою плавлення.

Пожежну небезпеку вищеназваних матеріалів і речовин визначає сукупність їхніх характерних особливостей під час горіння; умови, що сприяли виникненню й розвитку пожежі; можливі масштаби та негативні наслідки.

Тому для оцінки пожежної небезпеки того чи іншого виробництва необхідно знати, які горючі речовини та в якій кількості використовуються або утворюються на підприємстві і за яких причин вони можуть викликати пожежу або вибух. При цьому потрібно визначити всі виробничі дільниці, де можуть виникати аварійні ситуації, та встановити характеристику їх пожежної небезпеки при нормальному та аварійному режимах роботи, за яких умов та з яких причин може виникати пожежа та які можуть бути шляхи її розповсюдження й негативні наслідки.

Такий аналіз допоможе розробити структуру заходів щодо забезпечення ефективного функціонування системи пожежної безпеки в умовах конкретного виробничого об'єкта.

Система пожежної безпеки — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збиткам від неї.

Пожежна безпека — це стан об'єкта, коли пожежа унеможливується, а у випадку її виникнення виключається дія на людей небезпечних чинників пожежі й забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежної безпеки можна досягти завдяки створенню системи заходів пожежної профілактики та активного пожежного захисту.

Пожежна профілактика — це комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на запобігання можливому виникненню пожежі чи зменшення її наслідків.

Система активного пожежного захисту — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів для боротьби з пожежами й запобігання дії на людей небезпечних та шкідливих чинників пожежі, а також для обмеження матеріальних збитків від неї.

У багатьох галузях виробничої сфери є підприємства, які за своєю специфікою не вимагають особливої пожежної безпеки, але, з іншого боку, є виробництва з високим ступенем пожежної небезпеки, які вимагають дотримання підвищеного протипожежного режиму. У процесі проектування, будівництва та експлуатації потрібно реалізувати комплекс заходів протипожежної безпеки, передбачений нормативними актами та іншими документами.

Щоб запобігти пожежам на підприємствах, розробляють організаційні, технічні, режимні, пожежно-евакуаційні, тактико-профілактичні, будівельно-конструктивні заходи та засоби запобігання пожежам і мобілізаційний план гасіння пожежі у випадку її виникнення.

До організаційних заходів має включатися правильний вибір технологічних процесів, недопущення захаращення приміщень і території, відповідний нагляд і контроль за правильним виконанням робіт, спеціальне розміщення матеріальних базових складів, відповідне

зберігання горючих речовин, знання працівниками правил пожежної безпеки й т. ін.

До технічних належать заходи, що стосуються правильного добору й монтажу електрообладнання, розробки відповідних режимів експлуатації машин та обладнання, за яких при роботі повністю виключалась би можливість виникнення іскор і полум'я або контакт нагрітих поверхонь обладнання з горючими матеріалами.

До заходів режимного характеру відноситься заборона куріння, запалювання вогню, правильне зберігання промаслених ганчірок, постійний контроль за зберіганням матеріалів, що можуть призвести до самозаймання, і т. ін.

Тактико-профілактичні заходи передбачають швидку дію пожежних команд, забезпечення об'єктів первинними засобами пожежогасіння, а також постійне підтримування в справному стані водопровідних мереж і т. ін.

Заходи будівельно-конструктивного характеру вживають у процесі проектування й будівництва споруд, створення протипожежних конструкцій будівель, а також при конструюванні нових машин технологічного обладнання.

Отже, основним напрямом забезпечення пожежної безпеки є усунення умов та обставин виникнення пожежі й розробка заходів щодо зменшення її шкідливих та негативних наслідків.

Описані основні напрями забезпечення пожежної безпеки не вирішують усієї проблеми щодо запобігання пожежам, у цьому питанні потрібні нові науково-технічні рішення, бо процеси горіння досить складні та різноманітні.

4.1.4 Основні причини пожеж

Причини виникнення пожеж дуже різноманітні. До них можна віднести недоліки в будівельних конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, облаштуванні комунікацій, дефекти обладнання, неправильну організацію або порушення режимів технологічних процесів, неправильне виконання робіт, необережність персоналу й т. ін.

Тільки з аналізу розслідування обставин, що призвели до виникнення пожеж, можна зробити правильні висновки щодо причин, які їх зумовили. Причини пожеж різноманітні, але можна поділити їх на дві великі групи.

Причини першої групи пов'язані з недопустимою з точки зору пожежної безпеки появою горючого середовища в умовах, де є джерело займання. Це може бути, наприклад, використання або зберігання горючих речовин і матеріалів у тих місцях, де їх наявність суперечить нормам пожежної безпеки. Причини першої групи часто зумовлені також аварійним станом обладнання та наявністю горючих речовин, наприклад розрив трубопроводів у котельнях, що працюють на рідкому паливі, підтікання паливних ліній двигунів внутрішнього згорання, переливання

або викиди розплавленої маси при варінні бітуму й т. ін.

До причин другої групи відносять недопустиму за умов пожежної безпеки появу джерела загоряння при обов'язковій наявності горючої суміші, тобто горючої речовини й кисню (повітря).

Друга група причин пожеж і вибухів є, власне, найбільш розповсюдженою й особливо характерною для більшості великих промислових об'єктів, забудов і т. ін. До другої групи відносяться причини пожеж, обумовлені такими чинниками:

- неправильним проведенням технологічних процесів, вибухами в технологічному та інженерно-технічному обладнанні;
- недоліками електрообладнання, електропроводки, електроапаратури та їх експлуатації (коротке замикання, перенавантаження проводів, іскріння, несправності в контактних з'єднаннях, електричні розряди);
- недоліками в облаштуванні та обслуговуванні опалювальних установок та приладів;
- недопустимим підвищенням температури при адіабатичному стисненні (головним чином при роботі компресорного устаткування);
- перегрівом речовин, що обробляються, коли їх температура досягає температури самозаймання; порушенням режиму зберігання та обробки самозаймистих речовин;
- розрядом блискавки, занесенням високих потенціалів у виробничі приміщення;
- необережним поводженням з вогнем, незнанням правил і вимог пожежної безпеки, недбалим ставленням до їх виконання, навмисними підпалами й т. ін.

Аналіз обставин пожеж та вибухів дає підстави стверджувати, що однією з основних причин їх виникнення є людський фактор. Якщо в електроустановках неправильно розраховано плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі, то при перенавантаженнях і коротких замиканнях унаслідок зростання величини струму можливе загоряння ізоляції і виникнення пожежі. Погані контакти в місцях з'єднання проводів спричинюють створення великих перехідних опорів і внаслідок цього – перегрівання й займання навіть при струмах, що не перевищують номінального значення.

Небезпека вибухів і пожеж виникає при неправильному виборі електрообладнання, коли в пожежонебезпечних і вибухонебезпечних приміщеннях використовуються електродвигуни та апаратура у відкритому виконанні. Під час роботи несправних електродвигунів можливе іскріння, що в ряді випадків призводить до займання.

Причиною пожеж і вибухів у вибухопожежонебезпечних приміщеннях може бути наявність електростатичних розрядів.

Однією з причин пожеж може бути неправильна експлуатація електрозварювальної і паяльної апаратури, коли сама технологія робіт пов'язана з використанням відкритого полум'я електричної дуги або паяльної лампи.

Причиною пожеж і вибухів можуть також бути недоліки в облаштуванні та експлуатації освітлювальної мережі, такі як невідповідність облаштування мережі технологічним вимогам (наприклад, використання відкритої апаратури замість необхідної для даного середовища вибухозахищеної арматури), іскріння у вимикачах, у контактах проводів з патронами і патронів з лампами розжарювання, перегрівання колб у лампах, а іноді і їх вибух.

Існує ще ряд інших причин, але через вищезгадані причини виникає понад 90 % усіх пожеж, які розслідуються та беруться на облік.

Отже, безпосередньою причиною пожежі є поява того чи іншого компоненту, який бере участь у процесі горіння в тих випадках, коли це недопустимо з точки зору вимог пожежної безпеки. Тому профілактика пожеж має зводитися переважно до різних форм запобігання появі таких умов, які можуть призвести до появи неконтрольованого горіння або вибуху.

Причини пожеж і явищ, які їх супроводять, вивчає Науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС і пожежно-технічні управління в містах. Облік пожеж по Україні в цілому здійснює Головне управління державної пожежної охорони МНС.

4.1.5 Негативні та шкідливі чинники, пов'язані з пожежами

Аналіз статистичних даних свідчить про те, що кількість пожеж постійно зростає. Різне збільшення обсягів використання, зберігання та транспортування вибухопожежонебезпечних речовин призводить одночасно до зростання економічних та екологічних втрат та кількості жертв через наслідки пожеж. Процес неконтрольованого горіння супроводжується появою значної кількості токсичних речовин, небезпечних та шкідливих як для людей, що ліквідують пожежу, так і для тих, що перебувають у зоні її впливу.

Причиною підвищеного рівня дії небезпечних та шкідливих чинників, пов'язаних з пожежами, є зростання енергонасиченості виробництв, збільшення щільності інженерно-транспортних комунікацій, підвищення рівня температур та тиску в технологічному устаткуванні, використання нових видів полімерних матеріалів з підвищеним рівнем пожежної безпеки. Усе це збільшує масштабність пожеж та тяжкість їх наслідків.

Тяжкість впливу негативних та шкідливих чинників, пов'язаних з пожежами, зумовлена зростанням концентрації горючих або легкозаймистих речовин і матеріалів, що припадають на одиницю площі (пожежне навантаження), а також недостатньою захищеністю виробничих будівель системами протипожежного захисту та сигналізаційними оповісниками.

Причиною зростання кількості жертв на пожежах стає те, що

технічні можливості пожежної охорони значно відстають від сучасних вимог і недостатньо укомплектовані засобами пожежогасіння та засобами для рятування людей.

Великою небезпекою для людей на пожежах є відкритий вогонь, іскри, підвищена температура повітря, дим, токсичні продукти горіння речовин та матеріалів, пожежна концентрація кисню, руйнування будівельних конструкцій через втрату вогнестійкості.

Відкрите полум'я під час горіння – це наслідок розжарення вогнетривких продуктів. Полум'я являє собою оболонку із змінною температурою. У найбільш гарячій частині полум'я температура становить 1100-1300 °С.

Випромінювання тепла під час горіння може викликати больові відчуття та опіки шкіри, які починають проявлятися вже через 3 секунди. Больові відчуття не виникають, якщо відстань до полум'я становить більш як $1,6h$, де h – висота полум'я.

Час, протягом якого людина може дістати опіки другого ступеня, в умовах пожежі становить усього 20 с при температурі середовища 71 °С, 15 с – при температурі 100 °С та всього 7 с – при температурі 176 °С. У людини, що дістала опіки другого ступеня на значній частині поверхні тіла, дуже мало шансів вижити. Тривалість часу, протягом якого людина може переносити критичні значення променевих потоків, становить 10-15 с.

Більшість людей гине під час пожеж унаслідок отруєння токсичними продуктами горіння. За токсичністю продуктів горіння полімерні матеріали поділяють на надзвичайно небезпечні (з показником токсичності до 13 г/м³); високонебезпечні (з показником токсичності до 40 г/м³); помірно небезпечні – до 120 і малонебезпечні – понад 120 г/м³.

Під час пожежі внаслідок горіння полімерних та токсичних матеріалів виділяється іноді до сотні різних видів хімічних сполук – оксиди вуглецю, сірки, аміак, газоподібна содова та синильна кислоти й т. ін. Однак найбільше людей гине під час пожеж унаслідок отруєння оксидом вуглецю.

Оксид вуглецю небезпечний тим, що він у 200-300 разів сильніше, ніж кисень, реагує з гемоглобіном крові, через що червоні кров'яні тіลця втрачають здатність забезпечувати організм людини киснем. Кисневе голодування організму призводить до особливого стану запаморочення, коли людину охоплює цілковита байдужість, у неї помітно послаблюється інстинкт самозбереження, з часом зупиняється дихання, і, якщо потерпілому вчасно не надано допомогу, настає смерть. Концентрація CO 6 мг/л вважається смертельною через 5-10 хв., а 2,4 мг/л є небезпечною через 30 хв.

При концентрації CO₂ 150-180 мг/л настає втрата свідомості й смерть, а при 360 мг/л відбувається параліч життєвих центрів.

Велику небезпеку для людей становить виникнення диму – суміші дрібних твердих аерозольних продуктів згорання з повітрям. Вміст диму в

1 м³ при згорянні 1 кг речовини різних: 1 кг паперу – 4,2; деревини – 4,9; ацетону – 8,1; гуми – 10,8; бензину – 12,6; гасу – 12,8 мг/л.

За димоутворюючою здатністю матеріали поділяються на три групи:

- з малою димоутворювальною здатністю ($D < 50$);
- з помірною димоутворювальною здатністю ($50 < D < 500$);
- з високою димоутворювальною здатністю ($D > 500$). Визначають

димоутворювальну здатність шляхом реєстрації послаблення освітленості при проходженні світлового променя через задимлений простір.

У задимлених приміщеннях різко знижується видимість. Втрата видимості через задимлення створює загрозу й перешкоду для здійснення швидкої евакуації людей, що знаходяться в зоні горіння. Під час евакуації людина повинна бачити показники виходів та евакуаційні шляхи. Через задимленість така можливість втрачається, організований рух порушується, стає хаотичним, унаслідок паніки кожна людина починає рухатися в довільному напрямі, що нерідко призводить до трагічних наслідків.

Під час великих пожеж висока температура та задимленість можуть бути небезпечними навіть у проміжках між будівлями, на прибудинковій території та в інших віддалених місцях. Задимленість та висока температура є особливо небезпечними в підвалах та на верхніх поверхах будівель. У зоні задимленості при видимості менше 10 м входить в зону горіння небезпечно.

Під час пожежі внаслідок горіння різних речовин і будівельних конструкцій у повітрі знижується концентрація кисню. Зниження в повітрі концентрації кисню лише на 30 % призводить до погіршення координації рухів і розумової діяльності, інших негативних наслідків. Небезпечним під час пожежі вважається зниження концентрації кисню до 14-16 %. При вмісті кисню 10-12 % смерть настає протягом кількох хвилин.

Небезпечним для людини під час пожежі є вдихання нагрітого до 60 °С навіть незадимленого повітря. Вплив на людину повітря, нагрітого під час пожежі до температури понад 100 °С, призводить до втрати свідомості, а відтак і загибелі вже через кілька хвилин. Вдихання розігрітого повітря призводить до некрозу верхніх дихальних шляхів та опіків легеневої тканини. Небезпечною для людини температурою повітря під час пожежі в приміщеннях вважають температуру, що перевищує 55 °С.

І, нарешті, будівельні конструкції, обладнання й матеріали при відповідній температурі за межею вогнестійкості втрачають механічну міцність і руйнуються, унаслідок чого можливе травмування людей уламками або навіть їх загибель.

Отже, пожежі на виробництві не тільки призводять до матеріальних збитків, а й можуть стати причиною смерті та нещасних випадків унаслідок опіків, удушення або отруєння продуктами горіння.

4.2 Пожежонебезпечні властивості матеріалів та речовин

4.2.1 Теоретичні основи процесу горіння

Багато процесів у природі, техніці і повсякденному житті відбувається у вигляді екзотермічних реакцій, що супроводжуються виділенням теплоти. Під час процесів окислення завжди виділяється теплота, але не кожне окислення закінчується горінням.

Теорію процесів окислення розробив академік А. М. Бах у кінці XIX ст. Він установив, що процеси окислення самочинно відбуваються в природних умовах.

Пізніше, вивчаючи цю проблему, академік М. М. Семенов науково обґрунтував дію каталізаторів та антиокислювачів у процесах окислення, за що йому в 1956 р. було присвоєно Нобелівську премію.

Згідно з теорією М. М. Семенова процес горіння – це ланцюгова реакція самозаймання. При нагріванні горючої речовини її молекули вступають у реакцію з молекулами кисню. Молекули кисню містять енергію активації. Вони набувають активного стану, тобто один за одним виникають активні центри, які внаслідок ланцюгової реакції створюють нові активні центри, що спричинює подальше окислення нових порцій горючої речовини.

Доповненням до теорії ланцюгової реакції процесу горіння є перекисна теорія, згідно з якою молекули горючої речовини від надлишку теплоти розпадаються на атоми й радикали. Проміжні продукти, що виникають при цьому, мають підвищену хімічну активність і можуть продовжувати ланцюгову реакцію доти, поки не вичерпається весь об'єм горючої речовини.

Тривалість ланцюгової реакції залежить від фізико-хімічних властивостей горючої речовини, кількості кисню та інших чинників, що обумовлюють швидкість протікання процесу горіння.

Горіння – це фізико-хімічний процес взаємодії горючої речовини з киснем повітря, унаслідок чого виділяється тепло й випромінюється світло.

Основою процесу горіння є комплекс екзотермічних окислювально-відновлювальних реакцій горючої речовини з окислювачем.

За звичайних умов горіння являє собою процес окислення або з'єднання горючої речовини з киснем повітря. Однак деякі речовини (стиснений ацетилен, хлористий азот, озон) можуть вибухати і без кисню з утворенням тепла й полум'я. Отже, горіння може бути результатом не тільки реакції з'єднання, а й реакції розпаду речовин. Водень і деякі метали можуть горіти в атмосфері хлору, мідь – у парах сірки, магній – у діоксиді вуглецю. Найбільш небезпечним є горіння, що виникає при окисленні горючої речовини киснем повітря.

Процес горіння потребує поєднання трьох компонентів: речовини, що здатна горіти; джерела вогню з необхідним запасом енергії горіння й певної кількості окислювача.

Окислювачем є кисень. Найбільш бурхливо відбуваються процеси

горіння в чистому кисні. Однак окислювачем можуть бути кисневмісні речовини, такі як марганцевокислий калій KMn_2O_4 , селітра KNO_3 , $NaNO_3$, азотна кислота HNO_3 та ін.

При зменшенні концентрації кисню в повітрі інтенсивність горіння різко знижується, а при вмісті його в повітрі до 14 % для більшості речовин припиняється.

Найбільш розповсюдженими джерелами вогню є

- іскри, що з'являються в несправному електрообладнанні, при ударах металевих частин, зварюванні;
- теплота, що виникає внаслідок тертя;
- технологічні нагрівальні апарати й пристрої;
- апарати вогневої дії;
- теплота адіабатичного стиснення;
- іскрові розряди статичного струму;
- нагрівання електричних контактів;
- хімічні реакції, що відбуваються з виділенням теплоти та ін.

Температура нагрівання горючої речовини від цих джерел різна. Так, іскра, що виникає від удару металевих частин, може мати температуру до $1900\text{ }^\circ\text{C}$, полум'я сірника – близько $800\text{ }^\circ\text{C}$, ведучий барабан стрічкового конвеєра при пробуксовці – до $600\text{ }^\circ\text{C}$, при електричних розрядах температура сягає $10\ 000\text{ }^\circ\text{C}$.

Горючі речовини можуть перебувати в трьох агрегатних станах: рідкому, твердому та газоподібному. Тверді горючі речовини залежно від їхнього складу й будови в процесі нагрівання поведуться по-різному. Деякі з них (наприклад, нафталін, сірка, каучук) плавляться й випаровуються, інші (деревина, торф, кам'яне вугілля, папір) розкладаються та утворюють газоподібні продукти й твердий залишок.

Рідкі горючі речовини в процесі нагрівання випаровуються, а деякі можуть і окислюватися.

Отже, більшість горючих речовин незалежно від первісного агрегатного стану внаслідок нагрівання перетворюються на газоподібні продукти, які, стикаючись з повітрям, утворюють горючу суміш. Горючі суміші можуть також виникати і в результаті розпилення твердих та рідких речовин.

Якщо речовина утворила з повітрям горючу суміш, вона вважається готовою до горіння. Горюча суміш становить велику пожежну небезпеку, бо не потребує потужного й тривалодіючого джерела запалювання – вона швидко займається навіть від малопотужної іскри. Важливою якісною характеристикою горючої суміші є процентне співвідношення горючої речовини й кисню в повітрі.

Горючі суміші залежно від співвідношення пального та окислювача поділяються на такі види:

- бідні, що мають у достатній кількості окислювач і невелику кількість горючої речовини;
- багаті, що мають надлишок горючої речовини.

Якісні показники горючої суміші визначаються хімічною структурою горючої речовини і її здатністю змішуватися з киснем повітря.

Залежно від швидкості хімічної реакції та умов утворення горючої суміші горіння поділяють на декілька видів.

4.2.2 Класифікація видів горіння

Горіння являє собою організований процес, необхідний для задоволення різноманітних потреб людини в побуті і на виробництві. Тільки тоді, коли цей процес виходить з-під контролю людини й завдає їй лиха, він називається пожежею, а не горінням.

Процес горіння може бути повним і неповним. При надмірній кількості кисню в повітрі горіння буде повним. При повному згорянні утворюються продукти, які не можуть більше горіти, – вуглекислий або сірчаний газ, пара води, азоту. При недостатній кількості кисню горіння буде неповним. Неповне згорання супроводжується утворенням продуктів неповного окислення, які є вибухонебезпечними й токсичними речовинами, – оксиди вуглецю, альдегіди та ін. Так, при неповному згорянні деревини утворюються оксид вуглецю, пари метилового спирту, ацетону та оцтової кислоти, які при зміні умов горіння можуть самі спалахувати або, у відповідних концентраціях, чинити отруйну дію на організм людини.

Залежно від швидкості хімічної реакції та утворення горючої суміші горіння може відбуватися у вигляді тління (швидкість до декількох см/с), власне горіння (швидкість до декількох м/с), вибуху (швидкість до декількох сотень м/с) і детонацій (швидкість до декількох тисяч м/с).

Швидкість горіння залежить від кількісних і якісних показників горючої суміші та імпульсу запалювання, які в процесі горіння можуть змінюватися або залишатися постійними. Так, наприклад, при збільшенні дисперсності твердої горючої речовини або її здатності виділяти горючі газу й пару стрімко зростає і швидкість горіння. Крім того, горіння речовини може відбуватися інтенсивніше при збільшенні її питомої поверхні.

Залежно від швидкості розповсюдження полум'я горіння класифікується як дефлаграційне, що відбувається з дозвуковими швидкостями, або як детонаційне, що має надзвукові швидкості. Однак такий поділ процесів горіння є досить умовним.

Нормальною швидкістю горіння називається швидкість переміщення полум'я по нерухомій суміші вздовж нормалі до її поверхні. При дефлаграційному горінні ця швидкість, як правило, становить від декількох сантиметрів до декількох метрів на секунду. Наприклад, нормальна швидкість горіння метану (10,5 %) з повітрям становить 37 см/с.

Повільне рівномірне розповсюдження горіння стійке лише в тому випадку, коли воно не супроводжується підвищенням тиску. Якщо горіння

відбувається в замкнутому просторі, то тоді за рахунок теплопровідності й високої температури незгорілий газ починає рухатися. Невпорядкований рух газів у суміші, що горить, викликає значне збільшення поверхні фронту полум'я, що призводить до вибуху. Реальні вибухи горючих сумішей мають переважно дефлаграційний характер.

Вибух – це швидке перетворення речовини (вибухове горіння), що супроводжується виділенням енергії та утворенням стиснених газів.

У процесі горіння подальше розповсюдження полум'я посилює стиснення незгорілого газу перед фронтом полум'я. Це стиснення відбувається у вигляді послідовних слабких ударних хвиль. Кожна наступна ударна хвиля проходить з більшою швидкістю, ніж попередня, і, відповідно, її доганяє. На деякій відстані перед фронтом полум'я ударні хвилі з'єднуються в одну потужну ударну хвилю. Така ударна хвиля призводить до сильного стиснення й розігрівання газу. Коли температура в ударній хвилі стає досить високою, виникає новий стійкий режим – детонація. При детонаціях передача теплоти здійснюється вже не шляхом повільного процесу теплопровідності, а шляхом розповсюдження ударної хвилі.

Детонація – це горіння, що розповсюджується зі швидкістю, яка перевищує швидкість звуку (тисячі метрів за секунду).

Детонація характеризується різким стрибком тиску до 20-30 кПа в точці утворення ударної хвилі. Детонація в газових сумішах може відбуватися тільки за наявності відповідного мінімально необхідного початкового тиску й відповідної концентрації горючої речовини в суміші. Наприклад, детонація ацетиленоповітряної суміші може статися тільки при об'ємному вмісті ацетилену від 6,5 до 15 %. Дозвукове горіння поділяється на ламінарне та турбулентне.

Ламінарне горіння характеризується пошаровим поширенням фронту полум'я по свіжій горючій суміші, турбулентне – змішуванням шарів потоку.

Горючі системи можуть бути хімічно однорідними й неоднорідними, тому горіння їх буває гомогенним і гетерогенним.

При гомогенному горінні реагуючі речовини перебувають в однаковому агрегатному стані – це суміші горючих газів, пари або пилу з повітрям, у яких рівномірно перемішані горюча речовина й повітря.

Гомогенне горіння, швидкість якого визначається також швидкістю хімічної реакції, називають ще кінетичним.

Кінетичне горіння – це горіння заздалегідь підготовленої горючої суміші.

Якщо горюча речовина й окислювач не перемішані між собою, відбувається дифузійне горіння. У цьому випадку процес горіння лімітується дифузиею кисню в зону полум'я. Це спостерігається тоді, коли речовини перебувають у різних агрегатних станах і між ними є межа поділу фаз у горючій системі (рідкі й тверді горючі речовини). Таке горіння дістало назву гетерогенного.

Гетерогенне горіння відбувається тоді, коли утворюється потік горючих газоподібних речовин. Таке горіння одночасно є дифузійним. Дифузія як процес протікає повільно.

Більшість пожеж характеризується переважно гетерогенним дифузійним горінням, яке лімітується дифузією кисню повітря в осередок горіння.

Важливою особливістю всіх видів горіння є самоприскорювальний характер хімічних реакцій, які можуть відбуватися за тепловими або ланцюговими механізмами.

Час, протягом якого повністю згоряє вся горюча суміш, складається з часу, необхідного для виникнення контакту між горючою речовиною та окислювачем, і часу, протягом якого відбувається хімічна реакція окислення.

Залежно від співвідношення складових цього часу класифікуються і види горіння, описані в даному розділі.

4.2.3 Група горючості матеріалів та речовин

До показників, які характеризують пожежовибухову небезпеку в умовах виробництва, належить група горючості матеріалів та речовин.

Пожежовибухонебезпечність речовин та матеріалів – це сукупність властивостей, що характеризують їх здатність до виникнення й поширення горіння.

Усі матеріали та речовини, які використовуються в умовах виробництва, переробляються, зберігаються, транспортуються, а також використовуються при будівництві будівель і споруд, у пожежному відношенні характеризуються показником горючості.

Горючість – це здатність матеріалів та речовин спалахувати під дією джерела запалювання, продовжувати горіти після його вилучення.

За горючістю всі матеріали й речовини відповідно до протипожежного нормування поділяються на негорючі, важкогорючі та горючі. Негорючі (неспалимі) – це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури не спалахують, не тліють і не обуглюються. До негорючих матеріалів належать усі природні й штучні неорганічні матеріали, а також метали, які, тривалий час перебуваючи у вогні, не зазнають значних деформацій. До таких матеріалів належать алебастр, гіпс, залізобетон, пемзобетон, метал, мармур та ін.

Важкогорючі (важкоспалимі) – це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обуглюються й продовжують горіти, тліти або обуглюватися за наявності джерела запалювання, а після його вилучення горіння або тління припиняється.

До важкогорючих належать матеріали, які складаються із спалимих і неспалимих складових частин (наприклад, гіпсові й бетонні матеріали з вмістом органічного наповнювача, мінеральні плити з бітумним заповнювачем, глиноземні матеріали, повсть, змочена глиняним розчином,

глибоко просочена антипіренами деревина, цементний фіброліт, полімерні матеріали, саман, гіпсова штукатурка, асфальтобетон та ін.).

Горючі (спалимі) – це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються й продовжують горіти, тліти або обвуглюватися після вилучення джерела загоряння.

До горючих належать усі матеріали, що не відповідають вимогам, яким відповідають негорючі й важкогорючі матеріали. Горючі матеріали займаються не відразу, але, зайнявшись, порівняно швидко руйнуються. Горючими є всі органічні матеріали (лісоматеріали, волок, папір, соломит й ін.), які не піддаються просочуванню вогнезахисними речовинами.

Тління матеріалів починається за температури, при якій відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій окислення, що закінчується виникненням горіння.

Дані про температури тління використовують при експертизах причин пожеж, при виборі вибухозахищеного електрообладнання й розробці заходів для забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004–85 «Протипожежні норми».

Групи горючості матеріалів визначаються експериментальним методом.

Негорючі матеріали випробовуються в трубчастій печі протягом 20 хв. під дією температури 800–850 °С. У цей час реєструють температуру за показниками термопари, а також відмічають місце, час і тривалість спалахування зразка. Спалахування вважають стійким при наявності полум'я протягом 10 с і більше. Після випробовування визначають масу кожного зразка. Якщо втрата маси дорівнює нулю, матеріал вважають негорючим.

Випробовування на визначення важкогорючих матеріалів проводять у шахтній печі під дією полум'я газового пальника протягом 10 хв. Час самостійного горіння має становити 30 с.

Випробовування на визначення горючих (спалимих) матеріалів здійснюють на приладі «вогняна труба» під дією полум'я газового пальника. Максимальний час загоряння зразка не повинен перевищувати 2 хв. при температурі 1000–1100 °С. Випробовування проводиться на шести зразках довжиною 150 мм, шириною 35 мм і товщиною 10 мм. Після випробовування визначають втрату маси в процентах. Матеріал відноситься до горючих за самостійним горінням полум'я протягом 60 с і втратою маси понад 20 %.

Групу горючості матеріалів встановлюють також калориметричним методом, який полягає у визначенні відношення кількості теплоти, що виділяється підпаленим взірцем, до кількості теплоти, яку виділяє джерело підпалювання.

Показники горючості використовуються для аналізу пожежної безпеки.

4.2.4 Показники пожежної та вибухової небезпеки матеріалів і речовин

Показники пожежної і вибухової небезпеки речовин і матеріалів – це сукупність властивостей, які характеризують їх здатність до виникнення й поширення горіння.

Оцінка вибухопожежонебезпеки речовин і матеріалів проводиться відповідно до стандарту ГОСТ 12.1.044-89 «Пожежовибухонебезпека речовин матеріалів. Показники і методи їх визначення».

За агрегатним станом усі матеріали й речовини поділяються на газоподібні, рідкі й тверді. Тверді речовини в тонкодисперсному стані (розмір частинок до 850 мкм) виділено в самостійну групу – групу пилу – унаслідок специфічної їх поведінки під час горіння.

Будь-яка тверда, рідка або газоподібна речовина, що здатна горіти, називається горючою речовиною.

Основними показниками пожежовибухонебезпеки горючих речовин і матеріалів є такі: група горючості, температура спалаху, температура спалахування, температура самоспалахування, концентраційні межі вибуху, умови теплового самозаймання, мінімальна енергія запалювання, швидкість вигорання, швидкість розповсюдження полум'я, коефіцієнт димоутворення.

Горіння, яке виникає внаслідок дії відкритого вогню на невелику частину горючої речовини (локально), називається спалахуванням. Щоб речовина спалахнула й почала горіти, її необхідно підігріти до температури спалахування.

Температура спалахування – це найменша температура горючої речовини, при якій вона починає займатися від імпульсу запалювання й продовжує горіти після його вилучення.

Спалахування – це початкова стадія процесу горіння, коли на горючу речовину діє джерело запалювання. Спалахування полягає в тому, що горюча речовина локально, тобто в невеликій частині об'єму, нагрівається до температури спалахування. Після спалахування горючої речовини в локальному об'ємі теплота від нагрітих шарів внаслідок ланцюгової реакції горіння розповсюджується на всю іншу частину горючої речовини. При цьому в шарі горючої системи, який безпосередньо межує із зоною горіння, відбувається прискорена хімічна реакція горіння, що призводить до самоспалахування всього об'єму горючої речовини.

Самоспалахування – це процес горіння, який виникає без впливу відкритого полум'я, тобто спричинюється дією зовнішнього нагрівання.

Самоспалахування характеризується тим, що при нагріванні речовини різко збільшується швидкість екзотермічних реакцій, що призводить до її загоряння.

На відміну від процесу спалахування, коли загоряється лише обмежена частина об'єму, самоспалахування виникає по всьому об'єму горючої речовини й характеризується температурою самоспалахування.

Температура самоспалахування – це найменша температура, до якої

необхідно нагріти горючу речовину, щоб унаслідок подальшого самоокислення виникло горіння.

Згідно з тепловою теорією горіння самоспалахування – це процес горіння горючої речовини, що виникає під впливом зовнішнього тепла, але без контакту з джерелом відкритого вогню.

Температура самоспалахування однієї і тієї ж самої горючої речовини не є постійною. Вона може змінюватися залежно від умов навколишнього середовища, тиску, теплопровідності матеріалів і т. ін. Наприклад, стандартна температура самоспалахування для метану +537 °С, ацетону +465 °С, дизельного палива +250 °С.

Дані про температуру спалахування й самоспалахування використовують для встановлення групи горючості речовини, оцінки вибухопожежонебезпеки речовин і матеріалів, а також пожежної небезпеки обладнання й технологічних процесів, пов'язаних із використанням і переробкою горючих речовин.

Показники пожежної вибухової небезпеки речовин і матеріалів визначають з метою отримання вихідних даних для розробки та створення системи забезпечення пожежної безпеки.

Значення пожежних і вибухових показників включаються до стандартів і технічних умов на речовини та матеріали, а також вводяться в паспорти підприємства при атестації виробництва.

Для виникнення процесу горіння необхідний мінімальний імпульс запалювання. Мінімальна енергія запалювання – це найменше значення енергії джерела запалювання, за якого можливе спалахування суміші горючої речовини в повітрі за встановлених умов.

Значення мінімальної енергії запалювання використовують при розробці заходів для забезпечення пожежовибухобезпечних умов при переробці горючих речовин та електростатичної іскробезпеки технологічних процесів.

Показниками пожежовибухової небезпеки горючих речовин є швидкість вигорання, швидкість розповсюдження полум'я і коефіцієнт димоутворення.

Швидкість вигорання – це кількість горючої речовини, що згорає за одиницю часу на одиниці площі. Швидкість вигорання характеризує інтенсивність процесу горіння горючих рідин. Значення даного показника використовують при розрахунках визначення тривалості горіння рідин у резервуарах, інтенсивності тепловиділення й температурного режиму пожежі, інтенсивності подавання вогнегасних речовин при гасінні пожежі.

Швидкість розповсюдження полум'я – це швидкість поширення фронту полум'я відносно незгорілого газу в напрямі, перпендикулярному до його поверхні. Значення швидкості розповсюдження полум'я використовують у розрахунках швидкості зростання тиску вибуху газу та пароповітряних сумішей у негерметичному устаткуванні й приміщеннях при розробці та облаштуванні брендмауерів, легкоскладаних конструкцій та інших пристроїв, при розробці заходів для забезпечення

пожежовибухобезпеки технологічних процесів.

Коефіцієнт димоутворення – це показник, що характеризує оптичну густину диму, який виникає під час горіння певної кількості горючої речовини. Цей коефіцієнт використовується для класифікації матеріалів за димоутворювальною здатністю. Оптична густина диму – це десятковий логарифм відношення потоку, що надходить, до світлового потоку, який пройшов крізь дим, віднесений до шляху проходження світла.

Методи визначення та розрахунку показників пожежовибухонебезпеки горючих речовин і матеріалів наведено в ГОСТ 12.1.044-89.

Визначення інших показників пожежовибухонебезпеки розглядається нижче в матеріалах про здатність та особливості горіння горючих матеріалів і речовин у різних агрегатних станах.

4.2.5 Особливості горіння твердих горючих матеріалів

Пожежонебезпечні властивості твердих горючих матеріалів і речовин характеризуються здатністю до займання, особливістю горіння та властивістю піддаватися гасінню тими чи іншими способами.

Різні за хімічним складом тверді матеріали й речовини горять неоднаково. Імовірність загоряння залежить від характеру, маси, стану твердої речовини та способу, за допомогою якого запалюється тверда горюча речовина. Тверда горюча речовина, нагріта до відповідної температури, може загорітися за умови, що тепло не буде досить швидко розсіюватися в навколишнє середовище.

Горіння твердих горючих речовин має багатостадійний характер. Прості тверді речовини (сажа, кокс, антрацит й ін.), що являють собою хімічно чистий вуглець, розжарюються або тліють без утворення іскор, полум'я і диму, оскільки їм не потрібно розкладатися, перед тим як вступити в реакцію з киснем повітря. Таке горіння без полум'я відбувається, як правило, повільно й називається поверхневим.

Горіння складних за хімічним складом твердих горючих речовин – таких, як дерево, бавовна, каучук, гума, пластмаси та ін. – відбувається у дві стадії: термічне розкладання з утворенням летких та твердих продуктів і їх наступне окислення та горіння, що супроводжується виникненням полум'я та випромінюванням світла.

Самі складні речовини не горять – горять продукти їх розкладання. Самостійне горіння твердих горючих речовин продовжується за умови, що кількість теплоти, яку видає поверхня, що горить, за одиницю часу в навколишнє середовище, не перевищує кількості теплоти, накопиченої цією поверхнею.

Отже, під дією зовнішньої теплоти відбувається нагрівання твердої фази, що супроводжується виділенням газоподібних продуктів, які потім спалахують і горять. Тепло, що утворилося внаслідок спалахування, діє на поверхню твердої речовини й знову викликає надходження в зону горіння нових порцій летких речовин. Парогазова суміш продуктів термічного

розкладу твердих горючих речовин є горючою. Наприклад, термічний розклад деревини починається при температурах 200 °С. Розкладаються вуглеводи, водень, оксид вуглецю та пара органічних речовин. При досягненні певної концентрації та при наявності джерела запалювання вони займаються, що зумовлює подальше зростання температури та перехід процесу до екзотермічної стадії. Процес термічного розкладу буде продовжуватися доти, доки не вичерпається весь об'єм горючої речовини.

Тверді горючі речовини можуть займатися як від відкритого джерела вогню, так і від нагрітих предметів і горючих газів. Наприклад, за певних умов спостерігається самозаймання деревини при температурі вищій за 330 °С. Проте в умовах тривалого нагрівання самозаймання може спостерігатися при значно нижчих температурах.

Після займання температура поверхневого шару деревини підвищується до 400 °С. При цьому вихід газоподібних продуктів стає максимальним, що забезпечує подальший розвиток процесу горіння. Як результат – верхній шар деревини перетворюється на вугілля, яке за даних умов ще не може горіти, оскільки кисень повітря витрачається на реакцію, що відбувається в газовій зоні й не досягає поверхневого шару. При підвищенні температури до 500-700 °С збільшується шар вугілля й одночасно починається горіння твердої фази.

Отже, процес горіння деревини складається з двох основних періодів: горіння пари й газів, що утворюються при розкладанні деревини, та горіння вугілля, що утворилося при цьому.

Температуру спалахування твердих горючих матеріалів визначають експериментальним шляхом. Найнижча температура, за якої займаються продукти розкладу, є температурою спалахування для даної речовини. Температура спалахування твердих горючих речовин за довідковими даними становить 50-580 °С. Найбільш низьку температуру спалахування має камфора, найвищу – ксилоліт. Для більшості деревних порід ця температура становить 270-300 °С.

Швидкість вигорання твердих матеріалів залежить від вологості матеріалу, його об'ємної ваги, питомого навантаження (кількості матеріалу, що припадає на 1 м² площі підлоги), відношення площі поверхні матеріалу до його об'єму, від доступу повітря й напрямку вітру та інших чинників.

Сухі волокнисті, розрихлені й пилоподібні горючі тверді речовини мають велику поверхню стикання з киснем повітря, тому вони вигоряють значно швидше, ніж вологі та ущільнені матеріали з великою об'ємною вагою. Кіноплівка на нітрооснові, целулоїд, порошок, вибухові тверді речовини мають найбільшу швидкість горіння серед твердих горючих речовин, оскільки вони утримують достатню кількість кисню для повного їх згорання. Вони можуть горіти під водою, під землею і в герметично закритих ємностях.

Характерною особливістю горіння складних за хімічним складом твердих горючих речовин є утворення полум'я і диму. На пожежах залежно

від складу горючих речовин, ступеня їх згоряння утворюється дим, що має відповідний колір і запах.

Каучук, гума, смоли, пластмаси виділяють чорний дим, бездимні порохи – жовто-бурі продукти горіння. Деревина в процесі горіння виділяє сірувато-чорний дим і т. ін.

За кольором полум'я на пожежах орієнтовно можна визначити температуру горіння: червоний відповідає температурі 550 °С; темно-червоний – 700 °С; вишнево-червоний – 900 °С; оранжевий – 1100 °С, а білий – 1400 °С і більше.

При пожежах майже завжди утворюються продукти неповного згоряння, серед яких іноді трапляються токсичні та отруйні речовини.

Показником токсичності продуктів горіння є відношення кількості речовини до одиниці об'єму замкнутого простору, у якому газоподібні продукти горіння спричинюють так звану D_l (дозу літала) до 50 %.

За значенням показника токсичності продуктів горіння матеріали поділяються на чотири класи: надзвичайно небезпечні, високонебезпечні, помірно небезпечні та малонебезпечні.

Даний показник слугує для оцінки полімерних матеріалів, які використовуються для облицювання та теплоізоляційних робіт. Цей показник вводиться до технічних умов і стандартів на полімерні матеріали.

Особливості горіння твердих горючих матеріалів і речовин мають значення для оцінки їх пожежної небезпеки при будівництві та організації технологічних процесів, а також для розробки засобів та способів їх вогнезахисту та вогнегасіння.

4.2.6 Особливості горіння рідких речовин

Рідкі горючі речовини є більш пожежовибухонебезпечними, ніж тверді горючі матеріали: вони легко спалахують, інтенсивніше горять та утворюють вибухонебезпечні пароподібні суміші, які погано піддаються гасінню водою.

Горіння рідких речовин являє собою складний фізико-хімічний процес, що відбувається при взаємному впливі кінетичних, теплових і гідродинамічних явищ.

Кінетика процесу горіння рідше характеризується швидкістю вигорання, яка не є фізико-хімічною константою, оскільки залежить від властивостей горючої рідини, умов зберігання та умов тепло- та масообміну в зоні горіння.

Горіння рідин відбувається в газовій фазі. У результаті випаровування рідини над її поверхнею утворюється паровий струмінь, який, змішуючись із киснем, забезпечує формування зони горіння. З поверхні рідини надходять горючі пари, а з повітря дифундує кисень, що створює зону горіння. Стехіометрична суміш, що виникає при цьому, згоряє за частки секунди.

Концентрація насичених парів рідини над її поверхнею перебуває в

прямій залежності від її складу та температури. З підвищенням температури рідини зростає тиск її парів, а відтак і концентрація їх у повітрі. При відповідній температурі кількість парів над поверхнею рідини стає достатньою для утворення горючої суміші, яка спалахує, якщо є джерело тепла.

Основною характеристикою рідини стосовно пожежної небезпеки є температура спалаху.

Температурою спалаху називається найменша температура рідини, за якої над її поверхнею утворюється суміш парів з повітрям, що здатна до спалаху від зовнішнього джерела запалювання.

Температура спалаху показує, за якої температури рідина стає вибухонебезпечною при появі первинної пароповітряної суміші відповідної концентрації.

Усі горючі рідини за температурою спалаху поділяються на два класи: легкозаймисті (ЛЗР) й горючі рідини (ГР).

Рідини, які при відкритому зберіганні здатні без попереднього нагрівання спалахнути за короткочасної дії джерела запалювання, вважаються легкозаймистими. Легкозаймисті рідини мають температуру спалаху до 61 °С (у закритому тиглі) або 66 °С (у відкритому тиглі), а горючі рідини мають температуру спалаху понад 61 °С.

Легкозаймисті рідини поділяються у свою чергу на три групи: I – особливо небезпечні ЛЗР з температурою спалаху до 18 °С у закритому тиглі або 13 °С і нижче у відкритому тиглі; II – постійно небезпечні ЛЗР з температурою спалаху від 18 до 23 °С; III – небезпечні за підвищеної температури повітря з температурою спалаху від 23 до 61 °С.

До легкозаймистих рідин належать бензин, ацетон, нафта, бензол, метиловий спирт, гас та ін. До горючих рідин належать дизельне паливо, рослинні олії, мазут, мастила, гліцерин та ін. Треба враховувати те, що 1 м³ легкозаймистих нафтопродуктів за вогнебезпечними властивостями прирівнюється до 5 м³ горючих нафтопродуктів.

За температури спалаху рідина ще не горить, відбувається лише спалах утвореної суміші парів рідини з повітрям. Стабільне горіння рідини починається лише тоді, коли її підігріти до температури спалахування. Найменша температура рідини, за якої полум'я не гасне, називається температурою спалахування. За цієї температури швидкість випаровування та утворення горючої суміші дорівнює швидкості згоряння.

У легкозаймистих рідин ця температура відрізняється від температури спалаху на 1-5 °С, а для горючих рідин ця різниця становить 30-35 °С.

Чим нижча температура спалаху, тим меншою стає ця різниця. Так, для бензину, бензолу, ацетону та інших рідин, що мають температуру спалаху нижче 0 °С, ця різниця становить 1 °С, у відкритій посудині практично важко розрізнити температуру спалаху й температуру спалахування.

Легкозаймисті рідини можуть утворювати вибухонебезпечні

суміші, тому вони належать до вибухопожежонебезпечних рідин, а горючі рідини – до пожежонебезпечних.

При згорянні парів рідини на її поверхні відбувається передача тепла від полум'я до самої рідини, що призводить до поступового прогрівання її на глибині. При нагріванні рідини до температури кипіння відбувається інтенсивне виділення пари, що призводить в деяких випадках до викидання рідини з резервуара. Особливо це стосується схильних до закипання нафтопродуктів.

Швидкість прогрівання нафтопродуктів та інтенсивність їх випаровування при горінні залежать від вмісту вологи. Чим більше вологи в нафтопродуктах, тим швидше вони нагріваються, оскільки пара інтенсифікує процес конвекції. Прогрівання нафтопродуктів на велику глибину під час пожежі нерідко викликає кипіння, а іноді спалахування великої маси нафтопродуктів й викидання їх у повітря. Закипання пояснюється наявністю в нафтопродуктах дрібних крапель води, що перетворюються на пару. Причиною викидів є водяна подушка резервуара під нафтопродуктами. Викиди відбуваються тоді, коли шар нафтопродуктів, що стикається з водою, нагрівається значно вище за 100 °С. Вода при цій температурі миттєво перетворюється на пару, яка виштовхує нафтопродукти з резервуара. Температура горіння рідин при пожежах досягає 800-1300 °С.

Характерною особливістю легкозаймистих і горючих рідин є те, що багато з них (бензин, бензол, скипидар, етиловий спирт і деякі інші) мають низьку електричну провідність і під час руху незаземленими трубопроводами або в ємностях накопичують статичний струм, що може призвести до іскріння й спалахування рідин.

Процес горіння рідин характеризується швидкістю їх вигорання, яка не є фізико-хімічною константою; швидкість залежить від властивостей горючої рідини, діаметра посудини, в якій вона зберігається, і умов тепло-й масообміну в зоні пожежі.

Зоною горіння рідин є тонкий випромінюваний шар газу, до якого з поверхні рідини надходять горючі пари, а з повітря дифундує кисень, створюючи стехіометричну суміш.

Оскільки швидкість хімічних перетворень у зоні горіння залежить від швидкості надходження реагуючих компонентів до поверхні полум'я шляхом молекулярної чи кінетичної дифузії, процес горіння рідин називається дифузійним горінням.

4.2.7 Особливості горіння пилоповітряної суміші

Порошкоподібні, волокнисті й сипучі матеріали, здатні утворювати пил, характеризуються в пожежному відношенні мінімальною енергією запалювання в аерозольному стані й мінімальним вибухонебезпечним вмістом кисню в ньому. Пил деяких твердих негорючих речовин (алюмінію, цинку) в суміші з повітрям також може утворювати

пожежовибухонебезпечні концентрації.

Чим дрібніші частинки пилу, тим більша площа його поверхні і тим він небезпечніший, коли йдеться про спалахування та вибух. 1 кг кам'яного вугілля в пилоподібному стані спалахує за частки секунди. Алюміній, магній, цинк у монолітному стані не горять, а у вигляді пилу в повітрі згоряють з великою швидкістю.

Пил може перебувати в аерозольному або аерогельному стані.

Залежно від стану пил однієї і тієї ж речовини має різні температури спалахування. Наприклад, пил деревного борошна в аерозольному стані має температуру спалахування 775 °С, а в аерогельному – 275 °С, тобто у 2,8 раза меншу. Зрозуміло, що більш пожеженобезпечним є осілий пил, оскільки він має значно нижчу температуру спалахування.

Горіння осілого пилу викликає спалахування пилу, що перебуває в аерозольному стані. Під дією теплового потоку з високотемпературної зони фронт полум'я поширюється однорідною пиловою хмарою. Залежно від концентрації пилу в аерозольному стані горіння відбувається у вигляді вибуху. Чим вища концентрація пилу, тим він вибухонебезпечніший.

Очевидно, що найбільшу небезпеку вибуху несе аерозольний пил. Він має більшу питому поверхню й більшу хімічну активність: 1 см³ твердої монолітної речовини має поверхню 6 см², а 1 см пилу дисперсністю в 1 мм – 60 000 см². Наявність великої поверхні пилу обумовлює його високі адсорбційні властивості, що дозволяє адсорбувати з навколишнього середовища кисень повітря.

Кількість кисню, адсорбованого пилом, буває в десятки разів більшою за об'єм самого адсорбенту. Так, 50 см³ сажі можуть утримувати 950 см³ адсорбованого повітря, що в 19 разів більше за об'єм самого адсорбенту. Кількість кисню, адсорбованого пилом, недостатня для його повного згоряння, але його завжди вистачить для проходження початкових процесів окислення.

Пожежовибухонебезпечні властивості пилу характеризуються нижньою і верхньою межами спалахування (НМС та ВМС).

Нижня межа спалахування аерозолів твердих речовин – це найменша концентрація речовини в повітрі, при якій суміш здатна до спалахування з наступним поширенням полум'я на весь об'єм суміші.

Для пилу переважно визначаються лише НМС. При концентрації пилу, яка відповідає нижній межі спалахування, предмети стають невидимими вже на відстані 2-4 м. Такі концентрації можуть виникати при виконанні підричних робіт, у гірничих виробках, в апаратах та устаткуванні або біля них.

У виробничих умовах верхня межа спалахування практично не досяжна. Наприклад, для цукрового пилу ВМС становить 13 500 г/м³, для торф'яного – 2200 г/м³. Тому при класифікації виробництва за пожежною небезпекою враховують показник тільки нижньої межі спалахування.

Залежно від нижньої межі спалахування пил твердих речовин, що перебуває в аерозольному стані, поділяється на такі групи:

- особливо вибухонебезпечний з НМС < 15 г/м³;
- вибухонебезпечний з НМС < 65 г/м³;
- пожежонебезпечний з НМС > 65 г/м³.

Нижня межа спалахування для торф'яного пилу дорівнює 17,6 г/м³, деревної муки – 12,5 г/м³, ебоніту – 7,6 г/м³, сірки – 2,3 г/м³, цукру – 15 г/м³, залізного порошку – 100 г/м³, вугілля – 114 г/м³.

Значення нижньої межі спалахування для різних видів пилу змінюється залежно від вологості, дисперсності, вмісту легких фракцій, зольності, температури, теплової потужності джерела запалювання та інших чинників.

Найнебезпечнішим у пожежному відношенні є високодисперсний пил, бо він має велику сумарну поверхню, що адсорбує кисень і створює підвищену хімічну активність. Чим вища температура спалахування, тим нижча концентрація пилу є достатньою для вибуху.

Збільшення вологості повітря й пилу зменшує інтенсивність вибуху. Торф'яний пил не спалахує, якщо в повітрі менше 16 % кисню.

Щоб запобігти вибуховості пилу й зменшити пожежну небезпеку, важливо не допускати накопичення пилу у виробничих приміщеннях, оскільки осілий пил при вибуху миттєво переходить в аерозольний стан. У виробничих приміщеннях концентрація аерозольного пилу значно менша за нижню межу спалахування внаслідок порівняно швидкого осідання пилу. Однак при несвоєчасному прибиранні виробничих приміщень за випадкового виникнення протягів або сильних завихрювань потоків повітря концентрація пилу в повітрі може досягти і навіть перевищити нижню межу спалахування, що за наявності відкритого джерела вогню може призвести до вибуху.

4.2.8 Особливості горіння газів

Концентрація горючих газів у виробничих умовах може утворювати будь-які співвідношення.

Горючі гази при певних концентраціях можуть згоряти зі швидкістю вибуху, спричиняючи великі руйнування, пожежі та нещасні випадки.

Вибух – це миттєве згоряння горючої речовини з виділенням великої кількості енергії. Тиск і температура під час вибуху миттєво зростають. Швидкість поширення вогню при вибуху залежить від природи горючого газу, температури навколишнього середовища й тиску. Ці чинники визначають швидкість розширення газів, а також збитки, які здатні спричинити вибух або пожежа.

Вибухи супроводжуються виникненням у навколишньому середовищі особливого руху збурення – вибухової хвилі, яка характеризується великою швидкістю поширення газів. Наприклад, швидкість поширення вибухової хвилі при вибуху воднево-повітряної суміші сягає 3500 м/с при температурі 3100 °С.

У технологічних процесах, де застосовуються горючі гази, вони

можуть перемішуватися з повітрям і утворювати вибухонебезпечні суміші.

Вибухонебезпечність суміші горючого газу з повітрям характеризується нижньою концентраційною межею вибуховості (НКМВ) і верхньою концентраційною межею вибуховості (ВКВ). Для газів НКМВ і ВКВ – це процентний вміст горючого газу в об'ємі повітря.

Нижньою концентраційною межею вибуху газоповітряної суміші називається найменша кількість горючого газу в об'ємі повітря, за якої вже може статися вибух при наближенні джерела вогню.

Верхньою концентраційною межею вибуху газоповітряної суміші називається найбільша кількість горючого газу в об'ємі повітря, вище від якої вибух не відбудеться.

При концентрації газоповітряної суміші, що перевищує верхню межу, суміш стає лише пожежонебезпечною, а не вибухонебезпечною. При збільшенні концентрації газу в повітрі зменшується кількість окислювача, що зменшує здатність суміші до вибуху.

Суміш, яка відповідає нижній концентраційній межі вибуху, є бідною, вона має надлишок кисню й характеризується малою швидкістю поширення полум'я і низьким тиском вибуху. При збільшенні концентрації суміші збільшується інтенсивність поширення полум'я і тиску вибуху. Суміш, що відповідає верхній концентраційній межі вибуху, є багатою; вона має надлишок газу й нестачу окислювача, тому здатна тільки горіти.

Зону, розміщену між нижньою і верхньою концентраційними межами вибуху, називають зоною спалаху. На практиці нижню й верхню межі спалаху називають межею вибуху.

Для оцінки витрат повітря при горінні використовують поняття стехіометричної суміші. Стехіометрична суміш – це така горюча суміш, яка не має в надлишку ані горючого компонента, ані окислювача. При надлишку палива суміш називається багатою, а при надлишку окислювача – бідною.

Газ із повітрям будь-якої концентрації спалахує при контакті з наявним джерелом запалювання.

Межі вибуховості газоповітряних сумішей можна визначити як розрахунковим, так і експериментальним методом. За довідковими даними, нижня межа вибуховості для бензину становить 0,76 %, верхня – 5,4 %, для бутану – 1,86-8,4, для ацетону – 2,5-12,8, для ацетилену – 2,5-80,8 %. Теоретично найсильніший вибух виникає за стехіометричної концентрації, яку можна визначити розрахунковим шляхом.

Під час пожеж при горінні газоповітряних сумішей температура, як правило, не перевищує 1400 °С, а при вибухах досягає 3000 °С.

Для запобігання утворенню вибухових газоповітряних сумішей дуже важливо знати, у яких частинах приміщення ті чи інші гази можуть накопичуватися. Гази, що мають щільність, більшу за повітря, накопичуються переважно в нижніх зонах приміщення, у підвалах, колодязях, а ті, що мають меншу щільність, – у верхніх зонах.

Профілактичними заходами проти вибухів є запобігання утворенню

небезпечних концентрацій газоповітряних сумішей у виробничих приміщеннях.

4.2.9 Умови самозаймання речовин

Деякі речовини, в основному органічного походження, мають здатність спонтанно загорятися за відсутності зовнішнього джерела запалювання, тобто самозайматися.

Самозаймання – це процес горіння, який виникає через теплоту, що утворюється в речовині внаслідок самоініційованих екзотермічних процесів.

У більшості випадків самозаймання – це тривалий процес горіння, що відбувається за звичайних або трохи підвищених температур навколишнього середовища.

Матеріали, здатні до самозаймання, мають велику пористість, волокнистість, а відтак і велику площу поверхні для окислення. Вони становлять велику пожежну небезпеку. Процес самозаймання може відбуватися за температури 10-20 °С. Чим нижча температура, за якої відбувається процес самозаймання речовин, тим більше вони пожежонебезпечні.

Умови, необхідні для процесу самозаймання: достатня подрібненість горючої речовини, що збільшує поверхню стикання її з киснем повітря; легка горючість самої речовини; виділення такої кількості теплоти, яка перевищує тепловіддачу в зовнішнє середовище.

На виникнення процесу самозаймання впливає будова речовини, її хімічний склад. Наприклад, встановлено, що із збільшенням молекулярної маси в гомологічному ряді температура самозаймання зменшується. Температура самозаймання ізомерів вища, ніж у речовин з нормальною будовою; у твердих тіл вона нижча, ніж у газів і рідин. При подрібненні твердих речовин температура самозаймання знижується. Багато неорганічних продуктів у порошкоподібному стані можуть самозайматися. Деякі метали за звичайних умов не горять, а при подрібненні також можуть самозайматися.

Залежно від причин виникнення розрізняють три види самозаймання: теплове, хімічне та мікробіологічне.

Теплове самозаймання. Теплове самозаймання виникає в масі речовини за умови її помірного нагрівання. Початок саморозігрівання матеріалів або речовин пов'язаний зі збільшенням швидкості екзотермічного окислення повітря, що знаходиться в їхніх порах. Найбільш інтенсивне саморозігрівання матеріалів відбувається в місцях, де якнайкраще акумулюється теплота. Такі умови виникають у глибинних шарах речовини, найбільш віддалених від зовнішньої поверхні, яка віддає тепло в навколишнє середовище.

Теплове самозаймання характеризується температурою середовища, температурою самонагрівання й тління речовини. Суть самозаймання в

тому, що за певних умов у речовині відбуваються зміни, які внаслідок розкладання, адсорбції або окислювальних процесів викликають саморозігрівання речовини.

Наприклад, нітроцелюлозні матеріали (кіно- й фотоплівка, бездимний порох) за температури 40-50 °С розкладаються з підвищенням температури до самозаймання. Напівзасохла рослинна олія (соняшникова, бавовняна та ін.), оліфа, скипидарні лаки, фарби й ґрунтовки можуть самозайматися за температури середовища 80-100 °С. Деревина й тирса, а також паркет, картон, лінолеум, тремоліт і деякі інші матеріали можуть самозайматися при температурі понад 100 °С.

Випробування матеріалів на здатність до теплового самозаймання проводиться за допомогою термостатів, які дають змогу встановити залежність між температурою навколишнього середовища, розмірами зразка й часом його самозаймання. Чим меншими є ці величини, тим більша здатність даного матеріалу до самозаймання.

За певної температури в матеріалі починаються екзотермічні фізико-хімічні перетворення й він саморозігрівається. Залежно від умов акумуляції тепла саморозігрівання може спричинити або рівновагу між теплом, що утворюється в матеріалі, і тепловіддачею в навколишнє середовище, або досягнення певної температури, за якої зростає швидкість реакції, що викликає горіння.

Хімічне самозаймання. Хімічне самозаймання виникає внаслідок екзотермічної взаємодії речовин. Наприклад, самозаймання може виникати внаслідок дії на речовини кисню повітря, води чи при стиканні або змішуванні речовин між собою.

До речовин, що займаються при стиканні з повітрям, належать рослинні олії, тваринні жири й продукти, виготовлені на їх основі чи з їх додаванням (оліфи, лаки, фарби та ін.).

Досить часто пожежі виникають унаслідок самозаймання промаслених ганчірок, паклі, вати й навіть металевих стружок. Це пояснюється тим, що більшість рослинних олій і тваринних жирів – це суміш гліцеридів жирних кислот, серед яких трапляються насичені (пальмітинова, стеаринова) і ненасичені (олеїнова, ленолева, лінолева) сполуки.

Згідно з теорією процесів окислення ненасичені сполуки мають значну вільну енергію та активізують кисень повітря, вступаючи з ним у взаємодію. При цьому окислення й полімеризація відбуваються з виділенням теплоти. Якщо ця теплота відводиться, процес іде шляхом полімеризації і висихання з утворенням твердої плівки. Якщо теплота не відводиться, вона акумулюється і температура сполук підвищується до їх самозаймання. Отже, процес самозаймання олій і жирів можливий за відповідних умов: утримання достатньої кількості ненасичених сполук, наявність великої площі поверхні окислення, мала тепловіддача в навколишнє середовище.

Схильність олій і жирів до самозаймання визначають дослідним

шляхом.

Оліфи, отримані шляхом спеціальної обробки олії способом проварювання й додавання до неї солей кобальту, марганцю, свинцю або кальцію, називають сикативами. Вони більш здатні до samozаймання порівняно з натуральними оліями та жирами.

Найнебезпечнішими щодо samozаймання є натуральні лляні, конопляні та інші оліфи, менш небезпечні напівнатуральні оліфи й натуральні олії (лляні, конопляні), а також лаки, фарби, шпаклівки й харчові жири на олійній основі. Не здатні до samozаймання тверді жири та олії, оскільки вони складаються з гліцероїдів граничних кислот. Штучні синтетичні олії можуть samozайматися, тому промаслені ганчірки, аби запобігти виникненню пожежі, треба зберігати в металевих ящиках.

При взаємодії матеріалів і речовин з киснем повітря за звичайних умов samozаймаються сульфіди заліза FeS , FeS_2 , Fe_2S_3 (соли заліза і сірководневої кислоти). Відомі випадки samozаймання піриту FeS_2 на заводах сірчаної кислоти, на родовищах і на складах. Samozайманню піриту сприяє підвищена вологість. Залізний купорос, що утворюється при цьому, збільшується в об'ємі, викликає розтріскування піриту і його подрібнення, що в результаті призводить до samozаймання.

Сульфати Fe_2S_3 і FeS утворюються внаслідок дії сірководню на продукт корозії заліза. Вони неодноразово ставали причиною пожеж та вибухів залізничних цистерн та резервуарів при звільненні їх від нафтопродуктів, а також при ремонті нафтоперегонної апаратури.

Щоб запобігти пожежам через samozаймання сульфідів заліза, слід подбати про антикорозійне покриття апаратів і ємностей для нафтопродуктів. В іншому випадку після звільнення від нафтопродуктів їх необхідно продути паром або продуктами горіння та заповнити водою.

Багато речовин, що мають низьку температуру samozаймання, легко samozаймаються на повітрі. До таких речовин належать порошкоподібні метали (алюміній, цинк, титан), білий, жовтий та червоний фосфор. Порошкоподібні речовини із сильно розвиненою поверхнею сорбують кисень. Тому за звичайних або трохи підвищених температур усі ці речовини активно окислюються киснем. Коли з'являються умови акумуляції теплоти, відбувається саморозігрівання цих речовин до температури samozаймання. Тому, щоб запобігти негативним наслідкам, білий фосфор розфасовують і зберігають під водою.

До речовин, які samozаймаються під дією води, належать натрій, калій, фосфорний кальцій, карбід кальцію, лужні метали, гідрати лужних металів, негашене вапно та ін.

Карбіди лужних металів при взаємодії з водою samozаймаються в атмосфері вуглекислого газу CO_2 і діоксиду азоту NO_2 . При взаємодії карбіду кальцію з недостатньою кількістю води утворюються ацетилен, оксид кальцію; температура підвищується до $1000\text{ }^\circ\text{C}$ (температура samozаймання ацетилену $300\text{--}360\text{ }^\circ\text{C}$).

У практиці траплялися випадки виникнення пожежі внаслідок

спалахування горючих матеріалів від теплоти, що виділялася при реакції негашеного вапна з водою.

Як зазначалося, самозайматися можуть не лише органічні горючі речовини, а й неорганічні негорючі речовини. Самозаймання таких речовин при взаємодії з кисневіддаючими сполуками та іншими окислювачами відбувається настільки швидко, що його практично неможливо зупинити.

Наприклад, самозаймання може відбутися при змішуванні стисненого кисню та азотної кислоти. У деяких випадках при цьому реакція має характер вибуху. Стиснений кисень викликає самозаймання мінерального мастила. Скипидар та етиловий спирт самозаймаються при стиканні з азотною кислотою.

При змішуванні самозаймаються газоподібні жирні й тверді окислювачі, ацетилен, водень, метан, етилен та ін.

Мікробіологічне самозаймання. До мікробіологічного самозаймання належать випадки саморозігрівання з подальшим горінням тих матеріалів, у середовищі яких можуть бурхливо розвиватися мікроорганізми, які в процесі своєї життєдіяльності виділяють теплову енергію.

Мікробіологічне самозаймання полягає в тому, що при відповідній вологості й температурі в природних органічних матеріалах рослинного походження (торф, стружка, тирса та ін.) інтенсифікується життєдіяльність мікроорганізмів та утворюється грибок. При цьому підвищується температура й змінюються форми мікроорганізмів. Коли температура підвищується до 75 °С, мікроорганізми гинуть, але вже починаючи з температури 60 °С відбувається їх окислення та обуглення деяких органічних сполук з утворенням дрібнопористого вугілля. Утворене вугілля за рахунок адсорбції кисню повітря розігрівається до температури розкладу та активного окислення органічних сполук, що призводить до самозаймання. Усі види торфу незалежно від їх походження та умов утворення здатні до самозаймання. Найбільш здатним до самозаймання є низинний торф. У контакт з киснем він окислюється, а його здатність до наступного самозаймання знижується.

Були випадки самозаймання торф'яних брикетів при перевезенні їх у трюмах кораблів. Це пояснюється тим, що при транспортуванні брикети руйнувалися з утворенням дрібного кришива. Брикетний, а також фрезерний торф, що має вологість 50 %, не здатний до самозаймання.

Щоб запобігти самозайманню фрезерного торфу, його зберігають у штабелях, обмежуючи розміри, добре ущільнюють та контролюють температурний режим.

Природні органічні матеріали в основному є багатокомпонентними системами. З рослинних продуктів до мікробіологічного самозаймання здатне свіжозаскирдоване в сирому вигляді сіно, конюшина, різні кормові трави та їх суміші, солома, хміль, а також солод та силосна маса.

У процесі мікробіологічного самозаймання відбувається велика кількість послідовних, описаних вище, реакцій. Так, процес самозаймання

зелених рослин, моху, листя та хвої визначається окисленням білкових структур. У вологому стані такі білки реагують із цукрами, що сприяє окисленню системи білок-цукор.

Підвищену порівняно з торфом здатність до самозаймання має буре вугілля, у якому цей процес виникає частіше, ніж в інших видах твердого палива. Свіжа поверхня будь-якого вугілля має високу реакційну здатність, унаслідок чого подрібнене вугілля, а тим більше вугільний пил виявляють високу здатність до самозаймання. Під час зберігання на повітрі відбувається окислення поверхні, що знижує здатність вугілля до подальшого самозаймання. Проте внаслідок зволоження здатність такого вугілля до самозаймання повертається до початкового стану.

В умовах виробництва, транспортування та зберігання технічного вуглецю (сажі) всі його види мають здатність до самозаймання і являють собою потенційну пожежну небезпеку.

Суттєвий вплив на процес самозаймання органічних матеріалів має їх зволоження. Волога стимулює процеси бурхливого розвитку термофільних мікроорганізмів. Мікроорганізми також продукують білки. Отже, під час життєдіяльності мікроорганізмів відбувається не тільки процес окислення, а й виділяються продукти, що виявляють здатність до хімічного окислення.

На випаровування вологи в процесі самозаймання витрачається теплова енергія. Вологий матеріал спонтанно нагрівається до температури близько 80 °С, а потім починається процес самочинного охолодження або стрімкого самонагрівання з подальшим переходом до стійкого горіння.

З метою попередження самозаймання природних органічних матеріалів забороняється їх скирдування в сирому вигляді або в сиру погоду. Для кожної групи речовин природного органічного походження встановлюється відповідний нормований порядок їх зберігання.

Щоб не допустити пожеж через самозаймання природних органічних матеріалів, необхідно знати хімічну сутність процесів самозаймання.

4.3 Пожежовибухонебезпечність об'єктів

4.3.1 Пожежовибухонебезпечні властивості матеріалів і речовин та сфера їх використання

Поняття пожежовибухонебезпечності є найбільш загальною характеристикою властивостей матеріалів і речовин. Це поняття не є еквівалентним поняттю горючості речовин і матеріалів.

Знаючи характеристику вибухопожежної і пожежної небезпеки речовин і матеріалів, можна визначити умови, за яких вони при переробці, використанні або зберіганні можуть призвести до виникнення пожежі або вибуху. Оцінка властивостей вибухопожежонебезпечності речовин і матеріалів необхідна для визначення можливих негативних наслідків від вибухів і пожеж на тих об'єктах, де вони перебувають в обігу або на зберіганні. Унаслідок експлуатації несправного або фізично спрацьованого технічного

устаткування на таких об'єктах можуть виникати аварії з пожежами або вибухами.

Негорючі речовини можуть бути пожежовибухонебезпечними, бо виділяють горючі продукти при взаємодії з водою, киснем повітря або одна з одною.

Перелік показників пожежовибухонебезпечності матеріалів і речовин та сферу їх використання наведено в табл. 4.2.

Окрім вказаних у таблиці показників можна визначити також інші, які більш детально будуть характеризувати пожежну й вибухову небезпеку речовин і матеріалів.

Дані про групу горючості використовують для визначення категорії виробництва за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою відповідно до вимог Будівельних норм і правил проектування виробничих будівель промислових підприємств. Ці дані також потрібні для визначення класів вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон відповідно до вимог Правил влаштування електроустановок, при розробці заходів для забезпечення пожежної безпеки відповідно до вимог ГОСТ 12.1.044-85.

Нижня концентраційна межа розповсюдження полум'я (межа спалахування) – це така об'ємна (масова) частка горючого в суміші з окислювачем (виражена в процентах або в $г/м^3$), нижче від якої суміш стає нездатною до розповсюдження полум'я.

Верхня концентраційна межа розповсюдження полум'я – це така об'ємна частка горючого в суміші з окислювачем, вище від якої суміш стає нездатною до розповсюдження полум'я.

Зона розповсюдження полум'я – це зона об'ємних частинок у суміші з окислювачем між нижньою і верхньою межею спалахування.

Дані про нижню концентраційну межу розповсюдження полум'я використовують для визначення категорії виробництва за пожежовибухонебезпечністю відповідно до вимог «Будівельних норм і правил проектування виробничих будівель».

Дані про нижню й верхню концентраційну межу розповсюдження полум'я використовуються при розрахунках вибухобезпечних концентрацій газів, парів й пилу всередині технологічного обладнання, трубопроводів, при проектуванні вентиляційних систем, а також при розрахунках гранично допустимих вибухобезпечних концентрацій газів, парів і пилу в повітрі робочої зони з потенційними джерелами запалювання.

Температурні межі розповсюдження полум'я – це такі температури речовини, за яких насичені пари утворюють у відповідному окислювальному середовищі концентрації, що відповідають нижній і верхній концентраційним межах розповсюдження полум'я.

Дані про температурні межі розповсюдження полум'я використовуються при розрахунках пожежовибухобезпеки температурних режимів роботи технологічного обладнання, при оцінці аварійних ситуацій, пов'язаних з розливанням горючих речовин, а також для розрахунків

концентраційних меж розповсюдження полум'я.

Таблиця 4.2 – Перелік показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів за ГОСТ 12.1.0.44-89

	Показник	Використовується показник пожежовибухонебезпеки			
		газів	рідин	твердих речовин	пилу
1	Група горючості	+	+	+	+
2	Температура спалаху	-	+	+	
3	Температура спалахування	-	+	+	+
4	Температура самоспалахування	+	+	+	+
5	Нижня і верхня концентраційна межа розповсюдження полум'я (спалахування)	+	+	-	+
6	Температура межі розповсюдження полум'я	+	+	-	-
7	Температура самонагрівання	-	-	+	+
8	Температура тління	-	-	+	+
9	Умови теплового самозаймання	-	-	+	+
10	Мінімальна енергія запалювання	+	+	-	+
11	Кисневий індекс	-	-	+	
12	Здатність вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами	+	+	+	+
13	Нормальна швидкість розповсюдження полум'я	+	+	-	-
14	Швидкість вигорання		+		
15	Індекс розповсюдження полум'я			+	
16	Показник токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів	-	-	+	-
17	Мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню	+	+	-	+
18	Мінімальна флегматизувальна концентрація флегматизатора	+	+	-	+
19	Максимальний тиск вибуху	+	+	-	+
20	Швидкість наростання тиску при вибуху	+	+	-	+

Примітки:

1. Знак «+» означає застосування показника, а знак «-» – невикористання для даної речовини цього показника.

2. Для пилу визначається тільки нижня концентраційна межа розповсюдження полум'я.

Температура самонагрівання – це найнижча температура речовини,

за якої самочинний процес її нагрівання не призводить до тління або горіння з полум'ям.

Дані про температуру самонагрівання використовують при виборі безпечних умов нагрівання речовини, при розробці заходів для забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів.

Безпечна температура тривалого нагрівання речовини – це температура, яка не перевищує 90 % температури самонагрівання.

Умови теплового самонагрівання визначають експериментально шляхом виявлення залежності між температурою навколишнього середовища, масою речовини й часом до моменту її самозаймання.

Дані про умови теплового самозаймання використовують при виборі безпечних умов зберігання й переробки речовин, схильних до самозаймання.

Мінімальна енергія самозапалювання – це найменше значення енергії електричного розряду, здатної запалити легкозаймисту суміш газу, пари або пилу з повітрям.

Дані про мінімальну енергію запалювання використовують при розробці заходів для забезпечення пожежовибухової безпеки в процесі переробки горючих речовин та електростатичної іскробезпеки технологічних процесів.

Кисневий індекс – це мінімальний вміст кисню в киснеазотній суміші, при якому можливе горіння матеріалів в умовах спеціальних випробувань. Дані про кисневий індекс використовують для контролю горючості твердих матеріалів.

Здатність вибухати й горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами – це оцінний показник, який характеризує особливу пожежну небезпеку деяких речовин.

Дані про небезпеку взаємного контакту речовин використовують при визначенні категорії виробництва відповідно до вимог Будівельних норм і правил проектування виробничих будівель, а також при виборі безпечних умов виконання технологічних процесів та умов сумісного зберігання й транспортування речовин і матеріалів.

Такий показник пожежовибухонебезпечності, як нормальна швидкість розповсюдження полум'я, використовують у розрахунках швидкості зростання вибухового тиску газопароповітряних сумішей при розробці заходів пожежної і вибухової безпеки технологічних процесів.

Швидкість вигорання – це кількість речовини, яка згоріла за одиницю часу на одиниці площі. Швидкість вигорання характеризує інтенсивність згорання речовини в умовах пожежі. Дані про швидкість вигорання використовують при розрахунках тривалості пожежі в резервуарах, інтенсивності тепловиділення й температурного режиму пожежі.

Коефіцієнт димоутворення – це величина, яка характеризує оптичну щільність диму, що утворюється при згорянні речовини (матеріалу) із заданою насиченістю в об'ємі приміщення.

Дані про коефіцієнт димоутворення необхідні для класифікації матеріалів за димоутворювальною здатністю.

Нижче (див. табл. 4.3) наведено класифікацію матеріалів за димоутворювальною здатністю.

Таблиця 4.3 – Класифікація матеріалів за димоутворювальною здатністю

Димоутворювальна здатність	Коефіцієнт димоутворення
Мала	до 50
Помірна	від 50 до 500
Висока	понад 500

Індекс розповсюдження полум'я характеризує здатність речовин розповсюджувати полум'я по поверхні. Він використовується для класифікації матеріалів.

У табл. 4.4 наведено класифікацію будівельних матеріалів залежно від їх здатності розповсюджувати полум'я по поверхні.

Таблиця 4.4 – Класифікація будівельних матеріалів щодо їх здатності розповсюджувати полум'я по поверхні

Здатність матеріалу розповсюджувати полум'я по поверхні	Індекс розповсюдження полум'я
Полум'я не розповсюджується	0
Полум'я розповсюджується повільно	0-20
Полум'я розповсюджується швидко	понад 20

Показник токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів використовується для порівняльної оцінки різних видів матеріалів.

Нижче (див. табл. 4.5) наведено класифікацію полімерних матеріалів за показником токсичності продуктів горіння (в г/м^3).

Мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню залежить від природи горючої речовини флегматизатора й початкової температури суміші. Дані про цей показник використовують при розрахунках пожежовибухонебезпечних режимів роботи пневмотранспорту й для розробки відповідних заходів.

Мінімальна концентрація флегматизатора — це така об'ємна його

частка в суміші з горючим та окислювальним середовищем, при якій суміш стає нездатною до розповсюдження полум'я при будь-якому співвідношенні горючого та окислювального середовища. Ці дані використовують при розрахунках безпечного складу газових і пилогазових сумішей, при розробці заходів пожежної безпеки технологічних процесів.

Таблиця 4.5 – Класифікація полімерних матеріалів за показником токсичності продуктів горіння

Характеристика полімерних матеріалів	Показник токсичності, г/м
Надзвичайно небезпечні	до 13
Високонебезпечні	від 13 до 40
Помірно небезпечні	від 40 до 120
Малонебезпечні	понад 120

Мінімальний тиск вибуху – найбільший тиск, який виникає при дефлаграційному вибуху газо-, паро- або пилоповітряної суміші в замкнутій посудині при початковому тиску суміші 101,3 кПа. Дані про цей показник використовуються при розробці заходів з пожежо-вибухобезпечності технологічних процесів.

Швидкість зростання тиску при вибуху – це показник, який залежить у газо-, паро-, пилоповітряній суміші в закритій посудині від часу. Використовується при розрахунках запобіжних пристроїв, при розробці заходів пожежовибухобезпечності технологічних процесів.

Окрім вказаних у табл. 4.2 показників для оцінки пожежовибухонебезпечності речовин і їх сумішей, токсикологічної небезпеки, використовуються також такі поняття, як стехіометрична концентрація горючих речовин, адіабатична температура горіння й максимальний ступінь розширення продуктів горіння.

Стехіометрична концентрація горючої речовини C_{cm} – це вміст горючої речовини в суміші з окислювальним середовищем, що обчислюється за формулою:

$$C_{cm} = \frac{100}{4,84 \cdot \beta + 1}, \quad (4.1)$$

де β – стехіометричний коефіцієнт кисню в хімічній реакції горіння даної речовини. Адіабатична температура горіння – це теоретично обчислена температура продуктів горіння.

4.3.2 Класифікація приміщень за вибухопожежонебезпечністю

Класифікація виробництв за вибухопожежною небезпекою необхідна для того, щоб правильно встановити потрібний ступінь вогнестійкості будівлі або споруди, їх поверховість, систему опалення, вентиляції,

водопостачання, площу забудови та інші вимоги протипожежного захисту.

Можливість виділення газів, парів і пилу при використанні, виробництві, переробці та зберіганні речовин і матеріалів, здатних утворювати вибухонебезпечну суміш в об'ємі приміщення, визначає вибухову, вибухопожежну й пожежну небезпеку виробництва.

В основу класифікації виробництв покладено порівняльні дані, які визначають імовірність виникнення пожежі або вибуху залежно від властивостей і стану речовин і матеріалів, що задіяні у виробництві, з урахуванням їх кількості.

Категорія пожежної небезпеки будівель (приміщень) – це класифікаційна характеристика пожежної небезпеки об'єкта, що визначається кількістю і пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться або обертаються в ньому, з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених на об'єкті виробництва.

Категорії вибуховопожежної і пожежної небезпечності приміщень та будівель визначаються для найбільш несприятливого щодо можливості виникнення пожежі або вибуху періоду.

Згідно з ОНТП 24-86 за вибухопожежною і пожежною небезпечністю приміщення й будівлі поділяються на 5 категорій: А, Б, В, Г, Д, відомості про які наведено в табл. 4.6 – від найвищої (А) до найнижчої (Д).

В основу вибухопожежної небезпеки виробничих приміщень покладено енергетичний підхід, який полягає в оцінці розрахункового надлишкового тиску вибуху й порівнянні його з допустимим.

Розподіл приміщень і будівель за категоріями щодо вибухопожежної і пожежної небезпеки враховується на стадії проектування для визначення відповідного ступеня їх вогнестійкості.

Будівлі належать до категорії А, якщо сумарна площа категорії А в них перевищує 5 % площі всіх приміщень або 200 м². Допускається не відносити будівлі до категорії А, якщо сумарна площа приміщень цієї категорії будівлі не перевищує 25 % сумарної площі її приміщень, але не більш як 1000 м², і ці приміщення обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

До будівель категорії А відносять склади балонів зі стисненим горючим газом, бензосклади, насосні станції з перекачування рідин із температурою спалаху до 28 °С, а також малярні цехи, де використовуються нітрофарби, лаки та нітроемалі, склади карбіду, ацетиленові станції та ін.

До категорії Б належать приміщення за одночасного виконання двох умов: будівлі не належать до категорії А і сумарна площа приміщень категорій А і Б перевищує 5 % сумарної площі всіх приміщень або 200 м². Допускається не відносити будівлю до категорії Б, якщо сумарна площа приміщень категорій А і Б у будівлі не перевищує 25 % сумарної площі всіх приміщень (але не більше як 1000 м²) і ці приміщення обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

До категорії Б належать насосні станції з перекачування рідини з

температурою спалаху 28-61 °С, кисневі станції, малярні цехи, де використовують оліфу та олійні лаки, балони з киснем, склади легкозаймистих і горючих рідин з температурою спалаху від 28 до 120 °С (газ, нафта, скипидар, смола та ін.).

Таблиця 4.6 – Категорія приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпечністю

Категорія приміщення	Характеристика речовин та матеріалів, які знаходяться (здіянні у виробництві) в приміщенні
А вибухопожежонебезпечна	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалахування до 28° С, а також речовини та матеріали, які здатні до вибуху й горіння при взаємодії з водою, киснем повітря або між собою в таких кількостях, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при займанні яких розвивається надмірний тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа
Б вибухопожежонебезпечна	Горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху понад 28 °С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при займанні яких виникає розрахунковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа
В пожежонебезпечна	Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини та матеріали (у тому числі пил і волокна), речовини та матеріали, здатні горіти тільки при взаємодії з водою, киснем повітря або між собою, за умови, що приміщення, у яких вони знаходяться або задіяні, не належать до категорії А і Б
Г	Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному та розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я; горючі гази, рідини та тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
Д	Негорючі рідини й матеріали в холодному стані. Допускається відносити до категорії Д приміщення, в яких є горючі рідини в системах змащування в кількості не більше як 60 кг на одиницю обладнання за умови, що тиск не перевищує 0,2 МПа. Сюди належать усі будівлі, якщо їх не віднесено до категорій А, Б, В і Г

Будівлі належать до категорії В, якщо одночасно виконуються дві умови: будівля не належить до категорій А і Б, сумарна площа приміщень категорії А, Б і В перевищує 5 % сумарної площі всіх приміщень (10 %, якщо в будівлі немає приміщень категорій А і Б). Допускається відносити будівлю до категорії В, якщо сумарна площа приміщень категорій А, Б і В у ній перевищує 25 % сумарної площі всіх приміщень (але не більше 3500 м²), а приміщення категорії А, Б і В обладнуються автоматичними установками пожежогасіння.

До категорії В належать паливно-мастильні склади, автогаражі, лісопильні, деревообробні, столярні, лісотарні, смолоперегінні заводи, склади термоізоляційних і рулонних горючих матеріалів, пековарки, склади горючих будівельних матеріалів.

Будівлі належать до категорії Г, якщо одночасно виконуються дві умови: будівлі не належать до категорій А, Б і В і сумарна площа приміщень категорій А, Б, В і Г перевищує 5 % сумарної площі всіх приміщень. Допускається не відносити будівлю до категорії Г, якщо сумарна площа всіх приміщень не перевищує 5000 м², а приміщення категорії А, Б і В обладнуються установками автоматичного пожежогасіння.

До категорії Г належать кухні, газогенераторні станції, котельні, пічні відділення, ливарні, зварювальні, термічні цехи, автомобільні гаражі й депо.

Будівлі належать до категорії Д, якщо вони не належать до категорій А, Б, В і Г.

До категорії Д належать механоскладальні заводи, цехи холодної обробки металу, повітродувні, компресорні станції, слюсарні майстерні та склади металу й металевих виробів.

Кількість речовин, що надходять до приміщень і можуть утворювати вибухонебезпечні газоповітряні або пароповітряні суміші, визначають, виходячи з таких умов:

- відбувається найбільш несприятлива за наслідками аварія одного з апаратів;
- увесь речовинний вміст апарата надходить у приміщення;
- відбувається одночасний витік речовини з трубопроводів, які живлять апарат, протягом усього часу, необхідного для відключення трубопроводів.

Отже, категорію будівель визначають, виходячи з площі приміщень різної категорії, які знаходяться в них.

4.3.3 Обґрунтування категорії вибухопожежонебезпечності приміщень

У тих випадках, коли важко визначити категорію виробництва через малу кількість або низьку вибухову і пожежну небезпеку, її визначають

розрахунковим шляхом відповідно до Вказівок щодо визначення категорії виробництв з вибухової і вибухопожежної і пожежної небезпеки.

Відповідно до Вказівок при встановленні категорії виробництва необхідно визначити:

1) які речовини беруть участь у технологічних процесах, їх кількість та агрегатний стан;

2) загальну кількість горючих речовин (газів, рідин), які можуть потрапити при аварії з апаратів, трубопроводів у виробниче приміщення до моменту ліквідації аварійного стану;

3) кількість парів, яка може утворитися при випаровуванні горючої рідини; рідини, яка може розлитися; зрідженого газу або газу, що може потрапити з апарата з надлишковим тиском у повітря приміщення;

4) об'єм вибухонебезпечної суміші при потрапленні горючих речовин у виробниче приміщення внаслідок аварії технологічного обладнання;

5) розрахунковий (вільний) об'єм приміщення, крім об'єму, що займає виробниче обладнання;

6) величину відносного об'єму вибухонебезпечної суміші в приміщенні.

В основу вибухопожежної небезпеки виробничих приміщень покладено енергетичний підхід, що полягає в оцінці розрахункового надлишкового тиску вибуху й порівнянні його з допустимим.

Розрахунковий надлишковий тиск вибуху ΔP для індивідуальних горючих речовин, які складаються з атомів С, Н, О, Сl, Br, I, F визначають за формулою:

$$\Delta P = \frac{(P_{\max} - P_e) m \cdot Z}{V_{\text{св}} \cdot p} \cdot \frac{100}{C_{\text{сн}}} \cdot \frac{1}{K_n}, \quad (4.2)$$

де P_{\max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної або пароповітряної суміші в замкнутому об'ємі за відсутності даних (допускається 900 кПа);

P_e – початковий тиск, кПа (допускається 101,3 кПа);

m – маса горючого газу (ГГ) або парів легкозаймистих рідин (ЛЗР) і горючих рідин (ГР), які потрапили в приміщення внаслідок розрахункової аварії, кг;

Z – коефіцієнт горючої речовини, що бере участь у вибуху; допускаються такі його значення:

- горючі гази – 0,5;
- ЛЗР і ГР, нагріті до температури спалаху і вище – 0,3;
- ЛЗР і ГР, нагріті нижче температури спалаху, при утворенні аерозолію – 0,3;

• те ж, за умови відсутності процесу утворення аерозолію – 0.

$V_{\text{св}}$ – вільний об'єм приміщення, м³;

p – щільність парів або газу, кг/м³;

K_n – коефіцієнт, який дає змогу врахувати негерметичність при-

міщення й неадіабатичність процесу горіння (допускається $K = 3$);

$C_{ст}$ – стехіометрична концентрація ГГ або парів ЛЗР і ГР, % об'єму; обчислюється за формулою (4.1), де β обчислюється за формулою:

$$\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_o}{r}, \quad (4.3)$$

де n_c, n_n, n_x, n_o – число атомів С, Н, О і галогенів у молекулі горючої речовини. Надлишковий тиск вибуху ΔP для індивідуальних речовин, а також сумішей можна розрахувати за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_i \cdot P_0 \cdot Z}{V_{ca} \cdot p_e \cdot C_p \cdot T_0 \cdot K_n}, \quad (4.4)$$

де T_0 – початкова температура повітря, К;

H_i – теплота згоряння, Дж/кг;

p_e – щільність повітря до вибуху при початковій температурі T_0 , кг/м³;

C_p – теплоємність повітря, Дж · кг⁻¹ · К⁻¹ (допускається $1,01 \cdot 10^3$ Дж · кг⁻¹ · К⁻¹),

Якщо в приміщенні використовуються горючі гази, легкозаймісті або горючі рідини, то для визначення маси, значення якої входить у формули (4.4), допускається враховувати роботу аварійної вентиляції, якщо забезпечено її автоматичний пуск при перевищенні допустимої вибухобезпечної концентрації та електропостачання за першою категорією надійності.

Надлишковий тиск вибуху ΔP пилоповітряних сумішей розраховують за формулою (4.4), де Z – частка участі аерозольного горючого пилу у вибуху. Допускається $Z = 0,5$.

Розрахункова маса аерозольного пилу в об'ємі приміщення (кг), що отворився внаслідок аварійної ситуації:

$$m = m_{вз} + m_{ав}, \quad (4.5)$$

де $m_{вз}$ – розрахункова маса звихреного пилу, кг;

$m_{ав}$ – розрахункова маса пилу, що надійшов в приміщення внаслідок аварійної ситуації, кг.

Розрахункова маса звихреного пилу:

$$m_{вз} = K_{вз} \cdot m_n \quad (4.6)$$

де $K_{вз}$ – частка осілого пилу, здатного перейти в аерозольний стан унаслідок аварійної ситуації ($K = 0,9$);

m_n – маса осілого в приміщенні пилу до моменту аварії, кг.

Розрахункова маса пилу, що надійшов у приміщення внаслідок аварійної ситуації:

$$m_{ав} = K_n (m_{ан} + qT) \quad (4.7)$$

де K_n – коефіцієнт пиління, тобто відношення маси пилу в повітрі до всієї маси пилу, що надходить у приміщення з апарата;

$m_{ан}$ – маса горючого пилу, викинутого в приміщення з апарата;

q – продуктивність, з якою продовжує надходити пил в аварійний апарат по трубопроводах до моменту їх відключення, кг/с;

T – час відключення, с.

За відсутності даних K_n допускається значення 0,5 для пилу дисперсністю від 350 до 850 мкм і 1,0 – для пилу дисперсністю менше 350 мкм.

Маса осілого в приміщенні пилу до моменту аварії:

$$m_n = \frac{K_z}{K_y} (m_1 - m_2), \quad (4.8)$$

де K_z – частка горючого пилу в загальній масі осілого пилу, %;

K_y – коефіцієнт ефективності пилоприбирання;

m_1 – маса пилу, що осідає на важкодоступних поверхнях між генеральними прибираннями, кг;

m_2 – маса пилу, що осіла на доступних для прибирання поверхнях у приміщенні за період між поточними прибираннями, кг.

Значення коефіцієнта K_y обирають залежно від виду прибирання пилу: при ручному сухому – 0,6, вологому – 0,7, при механізованому для рівної підлоги – 0,9, з вибоїнами – 0,7.

До важкодоступних для прибирання приміщень відносять такі поверхні у виробничих приміщеннях, які очищуються тільки в період генерального прибирання. Доступними для прибирання місцями є поверхні, пил з яких прибирають щоденно, щомісячно та ін.

Масу пилу m_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), що осідає на різних поверхнях у приміщенні за міжприбиральний період, визначають за формулою:

$$m_i = M_i (1 - \lambda) (\beta_1 + \beta_2) \quad (4.9)$$

де $M_i = \sum M_{ij}$ – маса пилу, що надходить в об'єм приміщення за період між генеральними прибираннями, кг;

M_{ij} – маса пилу, який виділяє одиниця обладнання за вказаний період, кг;

λ – частка пилу в об'ємі приміщення, який видаляється витяжними вентиляційними системами (за відсутності даних $\lambda = 0$);

β_1 і β_2 – частка пилу, що надійшов в об'єм приміщення та осів відповідно на важкодоступних і доступних для прибирання поверхнях приміщення ($\beta_1 + \beta_2 = 1$).

За відсутності даних про коефіцієнти β_1 і β_2 допускається брати $\beta_1 = 1$; $\beta_2 = 0$.

Значення M_i можна також визначити експериментально (або за аналогією з діючими виробництвами) в період максимального завантаження обладнання за формулою:

$$M_i = \sum (G_{ij} F_{ij}) (t_1 + t_2), \quad (4.10)$$

де G_{ij} – інтенсивність пиловідкладання відповідно на важкодоступних F_{1j} , м² і доступних F_{2j} , м² площинах, кг · м⁻² · с⁻¹;

t_1, t_2 – проміжок часу відповідно між генеральними й поточними прибираннями пилу, с.

Розрахунковий надлишковий тиск вибуху ΔP для речовин і матеріалів, здатних вибухати й горіти при взаємодії з водою, киснем повітря

або між собою, визначають за наведеною вище методикою, беручи $Z = 1$, а як H_r – енергію, що виділяється при взаємодії. У випадку, коли неможливо визначити величину ΔP , її необхідно брати понад 5 кПа.

Розрахунковий надлишковий тиск вибуху ΔP для гібридних вибухонебезпечних сумішей газу (парів) й пилу:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (4.11)$$

де $\Delta P_1 + \Delta P_2$ – тиск вибуху; для пилу й газу визначається за описаною вище методикою.

Порядок розрахунку маси горючих газів, парів і пилу, необхідної для обчислення ΔP , а також методика розрахункового визначення коефіцієнта Z для газу й парів детально наводиться в ОНТП 24-86.

4.3.4 Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних зон за ПУЕ

Електрообладнання пожежонебезпечних зон

Пожежонебезпечна зона – простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

Клас пожежонебезпечних зон характерних виробництв повинен відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв за вибухопожежонебезпекою.

У приміщеннях з виробництвом (і складів) категорії В згідно з ОНТП-24 електрообладнання повинно відповідати вимогам до електрообладнання в пожежонебезпечних зонах відповідного класу.

Пожежонебезпечна зона класу П-I – простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, яка має температуру спалаху більше $+61^\circ\text{C}$.

Пожежонебезпечна зона класу П-II – простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна.

Пожежонебезпечна зона класу П-IIa – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Пожежонебезпечна зона класу П-III – простір поза приміщенням, в якому знаходяться горюча рідина, яка має температуру спалаху понад $+61^\circ\text{C}$ або тверді горючі речовини.

Зони в приміщеннях або за їх межами до 5 м по горизонталі та вертикалі від апарата, в якому знаходяться горючі речовини, але технологічний процес ведеться із застосуванням відкритого вогню, розжарених частин або технологічні апарати мають поверхні, нагріті до температури самозаймання горючої пари, пилу або волокон, не відносяться в частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних зон.

Клас середовища за межами вказаної 5-метрової зони слід визначати в залежності від технологічних процесів, які застосовуються в цьому середовищі.

Зони в приміщеннях або за їх межами, в яких тверді, рідкі та газоподібні горючі речовини спалюються як паливо або утилізуються шляхом спалювання, не належать у частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних зон.

Зони в приміщеннях, у яких розташовані припливні вентилятори, що працюють із застосуванням рециркуляції повітря, або (і) витяжні вентилятори, які обслуговують приміщення з пожежонебезпечними зонами класу П-ІІ, належать до пожежонебезпечних класу П-ІІ.

Зони навколо вентиляторів місцевих відсмоктувань, що обслуговують технологічні процеси з визначеними пожежонебезпечними зонами, належать у частині їх електрообладнання до того самого класу, що й зони, які вони обслуговують.

Для вентиляторів, які розташовані за зовнішніми захисними конструкціями і обслуговують пожежонебезпечні зони класу П-ІІ, а також пожежонебезпечні зони будь-якого класу місцевих відсмоктувань, слід застосовувати електродвигуни як для пожежонебезпечної зони класу П-ІІІ.

У разі розміщення в приміщеннях або на відкритому повітрі одиничного пожежонебезпечного технологічного обладнання, коли спеціальних заходів проти розповсюдження пожежі не передбачено, зона в межах до 3 м по горизонталі і вертикалі від цього обладнання вважається пожежонебезпечною.

Електрообладнання у вибухонебезпечних зонах

Вибухонебезпечна зона – простір у приміщенні або навколо зовнішньої установки, в якому присутнє вибухонебезпечне середовище або воно може утворюватися внаслідок природних чи виробничих чинників у такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

Клас вибухонебезпечної зони, згідно з яким виконуються вибір і розміщення електроустановок, в залежності від частоти і тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища визначається технологами разом з електриками проектної або експлуатаційної організації.

Клас вибухонебезпечних зон характерних виробництв та категорія і група вибухонебезпечної суміші повинні відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв з вибухопожежонебезпеки.

Газо- пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні – вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

Вибухонебезпечна зона класу 0 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу.

Вибухонебезпечна зона класу 0 згідно з вимогами даного розділу може мати місце тільки в межах корпусів технологічного обладнання.

Вибухонебезпечна зона класу 1 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (тут і далі

нормальна робота – ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).

Вибухонебезпечна зона класу 2 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газопароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

Вибухонебезпечна зона класу 20 – простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і (або) простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Звичайно це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

Вибухонебезпечна зона класу 21 – простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пилоповітряної суміші.

Вибухонебезпечна зона класу 22 – простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто й існувати недовго або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії.

Ця зона може включати простір поблизу обладнання, на якому є пил, який може вивільнятися шляхом витоку і формувати пилові утворення.

При визначенні розмірів вибухонебезпечних зон у приміщеннях слід враховувати:

1) під час проектування вибухонебезпечних установок повинні бути передбачені заходи, які б забезпечували мінімальну кількість та незначні розміри вибухонебезпечних зон;

2) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху газопароповітряної вибухонебезпечної суміші, що перевищує 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає весь об'єм приміщення;

3) вибухонебезпечна зона класів 20, 21, 22 займає весь об'єм приміщення;

4) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху газопароповітряної вибухонебезпечної суміші, що дорівнює або менша 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає частину об'єму приміщення і визначається

відповідно до норм технологічного проектування або розраховується технологами згідно з ГОСТ 12.1.004. За відсутності даних допускається приймати вибухонебезпечну зону в межах до 5 м по вертикалі і горизонталі від технологічного апарата, з якого можливий викид горючих газів або парів ЛЗР;

5) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху в приміщенні, що не перевищує 0,5 кПа, вибухонебезпечна зона відсутня;

6) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху пилоповітряної суміші, парів ГР, що дорівнює або менше 5 кПа, матиме місце пожежонебезпечна зона, що визначається згідно з вимогами підрозділу 7.6.1;

7) простір за межами вибухонебезпечних зон класу 2 і 22 не вважається вибухобезпечним, якщо немає інших умов, що створюють для нього вибухонебезпеку.

4.3.5 Вогнестійкість будівель та споруд

Вогнестійкість будівель та споруд визначається ступенем вогнестійкості.

Ступінь вогнестійкості визначається в залежності від мінімальної межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій, тобто часу, після закінчення якого конструкція втрачає свою несучу або захисну функцію в умовах пожежі (год).

Згідно з СНиП 2.01.02-85 будівлі та споруди діляться на 5 ступенів вогнестійкості: I, II, III, IIIa, IIIб, IV, IVa, V.

Значення мінімальної межі вогнестійкості для стін в залежності від ступеня вогнестійкості наведені у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Значення мінімальної межі вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год			
	Стіни			
	несучі	самонесучі	зовнішні несучі	перегороджі
I	2,5	1,25	0,5	0,5
II	2	1	0,25	0,25
III	2	1	0,25; 0,5	0,25
III а	1	0,5	0,25	0,25
III б	1	0,5	0,25; 0,5	0,25
IV	0,5	0,25	0,25	0,25
IV а	0,5	0,25	0,25	0,25
V	Не нормуються			

Багато неорганічних матеріалів хоч і не горять, але мають порівняно невелику термічну стійкість. Наприклад, вапняки і мармур руйнуються при температурі 300-400°C, шифер і азбестоцементні вироби при температурі 300°C втрачають воду, стають крихкими, а при температурі 600°C при попаданні на них води розтріскуються (при гасінні пожежі водою шиферна покрівля розтріскується і розлітається в сторони); керамічні плити зберігають свої властивості при нагріванні до температури 1400°C.

Вибір ступеня вогнестійкості будинків і споруд, допустимої кількості поверхів і допустимої площі поверху між протипожежними стінами установлюють в залежності від категорії виробництва. Так, для категорії виробництва А, Б будинок повинен бути не нижче I та II ступеня вогнестійкості, а кількість поверхів не більше шести, причому площа поверху між протипожежними стінами не обмежується. Для виробництв категорій В при I та II ступені вогнестійкості допускається будувати будинки до восьми поверхів.

4.4 Система попередження пожеж

4.4.1 Призначення та засади системи попередження пожеж

Система попередження пожеж об'єднується загальним поняттям – пожежна профілактика.

Пожежна профілактика – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання можливому виникненню пожежі чи зменшення її негативних наслідків.

Попередження пожежі забезпечують різними способами й засобами – технологічними (наприклад, автоматичне блокування технологічних апаратів, сигналізація в разі виникнення вибухонебезпечного середовища та ін.), будівельними (димовидалення й евакуація, легкорозбірні конструкції та ін.), організаційно-технічними (створення на об'єктах пожежних частин, газорятувальної служби).

Пожежна профілактика являє собою важливу складову частину загальної проблеми забезпечення пожежовибухобезпечності різних об'єктів, тому необхідно приділяти першочергову увагу вирішенню питань захисту об'єктів від пожеж та вибухів.

Система попередження пожеж, тобто пожежна профілактика, передбачає оцінку пожежної і вибухової небезпечності виробництва та здійснення різних заходів організаційного й технічного характеру.

Система попередження пожеж регламентується різними нормативними документами.

До системи попередження пожеж і вибухів належать:

- попередження утворення горючого вибухонебезпечного середовища та утворення в горючому середовищі (або внесення в нього) джерел запалювання та ініціювання вибуху;
- підтримування температури горючого середовища нижче максимально допустимої щодо горючості;

- зменшення об'єму горючого середовища нижче максимально допустимого щодо горючості, тобто забезпечення пожежної безпеки технологічного процесу, обладнання, електроустановок, систем опалення й вентиляції;

- підтримка тиску в горючому середовищі нижче максимально допустимого щодо горючості.

Система попередження пожеж повинна відповідати необхідному рівню безпеки людей і матеріальних цінностей. Її призначення таке:

- унеможливити виникнення пожежі;
- у разі виникнення пожежі максимально гарантувати безпеку людей;
- забезпечити пожежну безпеку матеріальних цінностей;
- забезпечити водночас і пожежну безпеку людей, і безпеку матеріальних цінностей.

Система попередження пожеж запобігає впливу на людей небезпечних чинників пожежі. Рівень забезпечення пожежної безпеки являє собою кількісну оцінку запобіганню збиткам та ураженням людей при можливій пожежі.

Об'єкти, на яких пожежі можуть призвести до ураження людей унаслідок впливу небезпечних та шкідливих виробничих чинників, а також унаслідок дії чинників, пов'язаних з пожежею, повинні мати чітко сплановану систему попередження пожеж.

4.4.2 Вимоги до системи попередження пожеж

Початковим етапом пожежі є загоряння. Воно виникає тоді, коли джерело теплової енергії вступає в контакт з речовиною, що займається, або знаходиться досить близько до такої речовини.

Пожежа являє собою процес неконтрольованого горіння, тому контроль за процесами, які можуть спричинити горіння, є основним елементом системи запобігання пожежі. Отже, система попередження пожеж має включати:

- контроль за джерелом теплової енергії;
- контроль за горючим середовищем;
- контроль за взаємодією джерела запалювання й горючого середовища.

Горючим середовищем може бути суміш речовин (газів, парів і пилу) з повітрям та іншими окислювачами (кисень, азот, хлор, оксиди азоту та ін.), здатна до вибухового перетворення, а також речовин, здатних до вибухового розкладання (ацетилен, азот, аміачна селітра та ін.).

Джерелом запалювання та ініціювання пожежі й вибуху є розжарені тіла, електричні розряди, теплові прояви хімічних реакцій і механічних дій, іскри від ударів і тертя, ударні хвилі, сонячна радіація, електромагнітні та інші випромінювання.

Запобігти утворенню горючого й вибухонебезпечного середовища можна таким чином:

- регламентацією допустимої концентрації горючих газів, парів і пилу в повітрі;
- використанням інгібірувальних (хімічно активних) і флегматизувальних (інертних) добавок;
- регламентацією допустимої концентрації кисню або іншого окислювача;
- використанням робочої та аварійної вентиляції;
- унеможливленням виникнення вибухонебезпечного середовища;
- використанням герметичного обладнання;
- вибором швидкісних режимів руху складових середовища;
- контролем за складом повітряного середовища.

Попередження утворення горючого середовища всередині технологічного устаткування при нормальній роботі, а також у випадках виникнення позаштатних ситуацій мають забезпечити спеціальні нормативно-технічні рішення для конкретного виробничого процесу. Зміст таких рішень залежить від пожежної небезпечності речовин та матеріалів, що використовуються, їх агрегатного стану, виду технологічного устаткування, норм технологічного режиму.

Запобігання утворенню джерел запалювання та ініціюванню вибуху повинна забезпечувати регламентація вогневих робіт, а також обмеження в нагріванні матеріалів та обладнання до температури, нижчої від температури самоспалахування.

Необхідно також використовувати матеріали, які не створюють при ударах іскор, що можуть спровокувати спалахування або ініціювати вибух пожежовибухонебезпечного середовища.

Запобігти виникненню пожеж можна шляхом використання захисту від атмосферного й статичного струму, струмів замикання на землю та ін.

До системи попередження пожеж відноситься впровадження технологічних процесів та обладнання, що задовольняють вимоги електростатичної іскробезпеки (електрообладнання, яке відповідає класу пожежовибухонебезпечності приміщень і категорії вибухонебезпеки).

Щоб попередити пожежу, необхідно ліквідувати умови для теплового, хімічного та мікробіологічного самозаймання речовин, матеріалів, виробів і конструкцій, обмежити потужність електромагнітних та інших випромінювань.

На об'єктах, небезпечних у пожежному відношенні, мають використовуватися засоби, що знижують тиск на фронті ударної хвилі: швидкодіючі засоби захисного відключення можливих джерел пожежі й вибуху, засоби унеможливлення контакту з повітрям піроформних речовин і речовин, нагрітих до температури самоспалахування.

Сутність викладеного, а також беручи до уваги існування різних систем запобігання пожежам, дає підстави стверджувати, що найбільш радикальним і поширеним способом попередження пожеж є заходи з обмеження утворення горючого середовища та його мінімізації, а також заміна горючих речовин і матеріалів, що використовуються в

технологічних процесах, на негорючі або важкогорючі.

Практика свідчить про те, що повністю виключити ймовірність виникнення пожеж неможливо, тому необхідно за допомогою системи попередження зменшити прояв їх негативних наслідків.

4.5 Система пожежного захисту

4.5.1 Суть і складові системи пожежного захисту

До системи пожежо- й вибухозахисту належать:

- використання негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів;
- обмеження кількості горючих і вибухонебезпечних речовин і їх розміщення;
- ізоляція горючого й вибухонебезпечного середовища;
- запобігання розповсюдженню вогню за межі осередку пожежі;
- використання засобів пожежогасіння, конструкцій, об'єктів із регламентованими межами вогнестійкості й горючості.

Пожежний і вибуховий захист включає також:

- евакуацію людей;
- використання засобів колективного та індивідуального захисту людей;
- систему протидимового захисту;
- використання засобів пожежної сигналізації і засобів повідомлення про пожежу;
- організацію пожежної охорони об'єкта.

Кількість горючих і вибухонебезпечних речовин і їх розміщення мають регламентуватися: масою та об'ємом горючих і вибухонебезпечних речовин і матеріалів, що знаходяться одночасно в приміщенні та на складі; наявністю аварійного зливу пожежовибухонебезпечних рідин та аварійним стравлюванням горючих газів з апаратури; протипожежними розривами й захисними зонами; кількістю робочих місць, на яких використовуються пожежовибухонебезпечні речовини.

Ізоляцію горючого й вибухонебезпечного середовища можна забезпечити шляхом: максимальної механізації та автоматизації технологічних процесів; установлення пожежовибухонебезпечного обладнання в ізольованих приміщеннях або на відкритих ділянках; використання для пожежовибухонебезпечних речовин герметичного обладнання й тари; використання ізольованих відсіків, камер, кабін і т. ін.

Розповсюдження пожежі й вибуху можна зупинити шляхом облаштування: протипожежних перешкод (стін, зон, поясів, захисних смуг), вогнеперешкод, гідрозатворів, водяних заслонів, інертних газових або парових завіс; гранично допустимих площ протипожежних і вибухобезпечних відсіків і секцій; аварійного відключення й переключення апаратів і комунікацій; захисту апаратів від руйнування при пожежі або вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску.

Локалізацію пожежі можна здійснити також шляхом використання

обладнання, розрахованого на тиск вибуху, та засобів, які запобігають або обмежують розлив і розтікання рідин.

Обмеження розмірів пожежі й забезпечення її гасіння здійснюється за допомогою різних засобів. Для ефективного їх вибору необхідно визначити:

- вид засобів пожежогасіння, їх кількість, розміщення та утримання;
- порядок зберігання речовин, гасіння яких категорично забороняється одними й тими ж засобами;
- джерела й засоби подачі води для пожежогасіння;
- порядок обслуговування установок пожежогасіння й зберігання засобів гасіння;
- використання систем активного подолання вибуху.

Будівлі й споруди розраховують так, щоб межа вогнестійкості будівельних конструкцій була такою, аби вони зберігали несучі й захисні функції протягом усього періоду евакуації людей або перебування їх в місцях колективного захисту. При цьому межа вогнестійкості має встановлюватися без урахування впливу засобів гасіння пожежі, але з урахуванням пожежної і вибухової небезпеки виробничих процесів.

Споруди й будівлі повинні мати таке об'ємне планування й технічне виконання, щоб евакуацію людей з них було закінчено до досягнення небезпечними чинниками пожежі або вибуху гранично допустимих рівнів. Для забезпечення евакуації необхідно розрахувати розміри, кількість евакуаційних шляхів і виходів та забезпечити відповідне їх конструктивне виконання й можливість безперешкодного руху людей.

До системи пожежного захисту належать засоби колективного та індивідуального захисту, що забезпечують безпеку людей протягом усього часу дії небезпечних чинників.

Колективний та індивідуальний захист має здійснюватися в тих випадках, коли евакуація людей є недоцільною або пов'язана із значними труднощами.

Система протидимного захисту забезпечує незадимлення шляхів евакуації протягом часу, достатнього для евакуації людей.

Кожний виробничий об'єкт повинен забезпечуватися надійними засобами сигналізації або повідомлення про пожежу на її початковій стадії.

Для гасіння пожежі й безпеки людей, які беруть участь у ліквідації пожежі, на об'єктах передбачено технічні засоби (драбини, захищені ліфти, зовнішні пожежні драбини, аварійні люки та ін.), які повинні зберігати свою функціональність протягом розрахункового часу, необхідного для гасіння пожежі.

На кожний конкретний виробничий процес повинна бути розроблена нормативно-технічна документація, у якій чітко регламентовано заходи пожежного й вибухового захисту.

4.5.2 Заходи щодо попередження розповсюдження пожежі

Заходи щодо попередження розповсюдження пожежі повинні розроблятися на стадії проектування будівель і споруд.

Розповсюдження пожежі може відбуватися по поверхні горючого опорядження всередині будівлі і по будівельних конструкціях унаслідок виникнення нових осередків в об'ємі будівлі, а також між будівлями й спорудами.

У процесі проектування передбачається поділ будівель на пожежні відсіки та секції протипожежними стінами, перегородками або протипожежними перекриттями. Щоб обмежити розповсюдження вогню по конструкціях і горючих матеріалах, облаштовують протипожежні перепони (гребні, бортики, козирки, пояси та ін.), протипожежні двері та ворота, а також протипожежні проміжки між будівлями.

До конструкцій протипожежних перешкод висувається ряд вимог. Протипожежні стіни (брандмауери) повинні спиратися на фундамент або фундаментні блоки, зводитися на всю висоту будівлі, перетинати всі конструкції та поверхи. Такі стіни дозволяється встановлювати безпосередньо на конструкції каркасу будівлі або споруди, збудованої з негорючих матеріалів. Межа вогнестійкості каркасу повинна відповідати типу протипожежної стіни.

Брандмауер являє собою глуху стіну із цегли, бетону або залізобетону з межею вогнестійкості не менше 4 годин, яка перетинає по вертикалі всі конструктивні елементи будівлі. Брандмауери зводяться для ізоляції небезпечних у пожежному відношенні виробничих приміщень від основної будівлі. Товщина брандмауера повинна бути не менше 25 см із цегли й 50 см з природного каменю. Якщо у внутрішніх брандмауерах передбачаються двері, то вони повинні бути вогнетривкими або слабозаймистими з межею вогнестійкості не менше 1,5 години.

Протипожежні стіни повинні виступати над покрівлею не менше як на 60 см, якщо хоча б один з елементів покриття (за винятком покрівлі) виконано з горючих матеріалів, і не менше як на 30 см, якщо ці елементи виконано з вогнетривких матеріалів. Вони можуть не виступати над покрівлею, якщо всі елементи горішнього покриття, за винятком покрівлі, виконано з негорючих матеріалів.

Протипожежні стіни в будівлях із зовнішніми стінами, які зроблено з горючих або важкогорючих матеріалів, повинні перетинати всю будівлю й виступати за зовнішню площину стіни не менш як на 30 см.

Якщо зовнішні стіни зведено з негорючих матеріалів, то протипожежні стіни можуть не виступати за зовнішню площину будівлі.

При поділі будівлі на пожежні відсіки протипожежною повинна бути стіна більш високого й більш широкого відсіку. У зовнішній частині протипожежної стіни можна розташовувати вікна, двері й ворота з ненормованою межею вогнестійкості.

У протипожежних стінах допускається облаштовувати вентиляційні

й димові канали так, щоб у місцях їх розміщення межа вогнестійкості протипожежної стіни з кожного боку каналу становила 2,5 години.

Якщо неможливо встановити брандмауери для поділу будівлі на пожежні відсіки, замість протипожежних стін передбачаються протипожежні зони.

Протипожежні зони – це вставки, які поділяють будівлю по всій ширині й висоті. Вставка являє собою частину об'єму будівлі, утворену протипожежними стінами, які відділяють вставку від пожежних відсіків. Ширина такої зони повинна бути 6-12 м. Межа вогнестійкості стін та опор протипожежних зон повинна становити не менше 4 год., а перекриття – не менше 1,5 год.

У приміщеннях зони не дозволяється використовувати або зберігати горючі гази, рідини й матеріали, виконувати технологічні процеси з утворенням горючого пилу. У межах зони слід передбачити пожежні драбини для виходу на покрівлю, а у зовнішніх стінах зони – двері або ворота.

Протипожежні стіни, зони, а також протипожежні перекриття не дозволяється перетинати каналами, шахтами й трубопроводами для транспортування горючих газо- й пилоповітряних сумішей, горючих рідин, речовин і матеріалів.

Щоб попередити розповсюдження пожежі, будівельні норми передбачають вимоги щодо розмірів площі поверху між протипожежними стінами (пожежного відсіку) й кількість поверхів.

Площу пожежних відсіків і поверховість встановлюють для будівель різних ступенів вогнестійкості з урахуванням категорії розміщених у них виробництв.

Щоб попередити розповсюдження пожежі, нормативи регламентують допустиме пожежне навантаження в будівлі або приміщенні.

Допустиме пожежне навантаження – це таке розрахункове навантаження, за якого температура в конструкціях каркаса зростає до значень, при перевищенні яких він не втрачає несучої здатності. Допустиме пожежне навантаження визначається за тривалістю пожежі, протягом якої конструкції витримують теплову дію при різних температурних режимах.

Розрахунки площі пожежного відсіку базуються на вимозі, що площа підлоги повинна мати такі розміри, щоб в її межах забезпечувалося гасіння пожежі передбаченими засобами пожежного захисту за час, протягом якого основні конструкції зберігають свою несучу здатність.

Підлоги повинні мати достатню міцність та опірність вогню.

Вимоги щодо попередження розповсюдження пожежі між будівлями промислових підприємств регламентують найменші відстані між пожежо- й вибухонебезпечними об'єктами, а також правила їх взаємного розміщення.

Щоб унеможливити перекидання вогню з одного корпусу на інший, між будівлями повинен бути вільний від забудови протипожежний розрив

шириною від 10 до 20 м. Для пожежонебезпечних складських приміщень ці розриви мають бути від 24 до 50 м залежно від ступеня вогнестійкості будівель і матеріалів, які в них зберігаються.

Будівлі, споруди, відкриті установки з вибухонебезпечними й пожежонебезпечними виробничими процесами, що виділяють в атмосферу газ, дим, пил, не дозволяється розміщувати щодо інших виробничих будівель з навітряного боку панівних вітрів. Ці вимоги розповсюджуються також на склади ЛЗР і ГР, зріджених газів, горючих матеріалів, а також отруйних речовин.

Підприємства вибухо- й пожежонебезпечні, а також шкідливі в санітарному відношенні розташовують у зонах, віддалених від населених районів.

4.5.3 Ступінь вогнестійкості будівель та споруд

Виробничі будівлі та споруди повинні бути міцними не тільки за умов їх нормальної експлуатації, а й за умов пожежі.

Пожежна безпека будівель і споруд залежить від якості будівельних матеріалів, з яких виготовлено конструкції. Під час пожежі на конструкції, крім статичних та динамічних навантажень, діють ще й високі температури. У результаті вони прогріваються до високих температур, деформуються чи руйнуються. Тому для будівельних конструкцій важливим чинником є вогнестійкість, від якої залежить правильний добір її основних конструкцій.

Вогнестійкість – це здатність будівельних конструкцій зберігати свої робочі функції під дією високих температур за умов пожежі.

Будівельні конструкції виконують захисну, теплоізолявальну та несучу функції.

Втрата несучої здатності конструкції призводить до того, що вона – залежно від її типу – обвалюється або прогинається.

До основних будівельних конструкцій належать зовнішні та внутрішні несучі стіни (перегородки), колони, балки, плити, настили та ін.

Для несучих конструкцій – таких, як зовнішні стіни, перекриття, балки, ферми, колони – вогнестійкість визначається тільки за втратою несучої здатності.

Захисна здатність будівельних конструкцій характеризує можливість утворення в самих конструкціях або на стиках між ними наскрізних отворів або тріщин, через які в сусідні приміщення проникає полум'я або продукти горіння.

Теплоізолявальна функція конструкцій залежить від здатності їх до прогрівання. Вогнестійкість за теплоізолявальна здатністю визначається підвищенням температури в будь-якій точці необігрітого боку поверхні більше ніж на 190 °С порівняно з температурою конструкції до нагрівання.

Вогнестійкість будівельних конструкцій характеризується межею вогнестійкості.

Межа вогнестійкості – це час, після якого будівельна конструкція втрачає свої несучі, захисні або теплоізолявальні функції.

Отже, втрата несучості будівельною конструкцією означає її обвалення, втрата захисної здатності – появу тріщин, а теплоізолявальної – прогрівання конструкції під час пожежі до температури, коли при її підвищенні можливе самоспалахування речовин у сусідніх приміщеннях.

Для всіх будівельних конструкцій межа вогнестійкості встановлюється експериментальним або розрахунковим шляхом.

Будівельні конструкції в натуральну величину випробовуються у вертикальних або горизонтальних печах, що працюють на рідкому чи газовому паливі. При цьому створюються умови близькі до тих, що виникають під час пожежі, коли на конструкцію діють такі руйнівні чинники, як висока температура, різкі коливання температур від дії води на розігріту поверхню при гасінні пожежі та ін.

Ступінь вогнестійкості виробничих приміщень і споруд характеризується групою займистості і межею вогнестійкості їхніх елементів. Прийнято виділяти п'ять ступенів вогнестійкості об'єктів.

До об'єктів I ступеня вогнестійкості належать будівлі, у яких несучі й захисні конструкції виготовлено з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості 2,5 год.

До об'єктів II ступеня належать ті ж будівлі, що і до I ступеня, але в покриттях цих будівель допускається використання незахищених сталених конструкцій; межа вогнестійкості цих будівель становить 2 год.

До будівель III ступеня вогнестійкості належать ті ж будівлі, що і до I та II ступеня, тільки для перекриття допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою чи важкогорючими листовими або плитними матеріалами. Елементи горючого покриття з деревини піддаються вогнезахисній обробці з такою ж межею вогнестійкості, як і для будівель II ступеня (2 год.).

Будівлі IIIа ступеня вогнестійкості мають переважно таку каркасну схему, у якій елементи каркаса виготовлено із сталених незахищених конструкцій з важкогорючим утеплювачем (межа вогнестійкості 1 год.).

До об'єктів IIIб ступеня вогнестійкості належать будівлі переважно одноповерхові, виконані з використанням деревини, яка піддавалася вогнезахисній обробці, щоб забезпечити межу вогнестійкості не менше 1 год.

До об'єктів IV ступеня вогнестійкості належать будівлі з несучими й захисними конструкціями з деревини, захищеної від дії вогню й високих температур штукатуркою чи іншими плитними матеріалами. Межа вогнестійкості – 0,5 год.

До об'єктів IVа ступеня вогнестійкості належать переважно одноповерхові будівлі, елементи каркасу яких мають незахищені конструкції зі сталі чи негорючі матеріали з горючим утеплювачем (0,5 год.).

До об'єктів V ступеня вогнестійкості належать будівлі, до несучих і

захисних конструкцій яких не висуваються вимоги щодо вогнестійкості й поширення вогню. Межа вогнестійкості будівель V ступеня не нормується.

Найбільшу межу вогнестійкості в будівлях будь-якого ступеня мають несучі конструкції (стіни, колони), а найменшу – внутрішні стіни (перегородки). Тому вогнестійкість будівель визначається в певному діапазоні: будівлі I ступеня мають діапазон вогнестійкості 2,5-0,5, II – 2,0-0,25; III – 2,0-0,25; IIIа – 1,00-0,25; IV та IVа – 0,25-0,50 год.

Якщо мінімальну межу вогнестійкості встановлено на рівні 0,25 год., допускається використання незахищених сталевих конструкцій. У будівлях усіх ступенів вогнестійкості допускається використання гіпсокартонних листів для облицювання металевих конструкцій з метою підвищення межі їх вогнестійкості.

Вогнезахист будівельних конструкцій. Межа вогнестійкості будівельних конструкцій не завжди відповідає вимогам пожежної безпеки, і її треба підвищувати. Щоб підвищити межу вогнестійкості конструкцій, у будівництві використовують різні методи вогнезахисту.

Сфера використання того чи іншого методу вогнезахисту залежить від необхідної межі вогнестійкості; типу конструкції та її положення в просторі (горизонтальне, вертикальне, похиле); виду навантажень, що діють на конструкцію (статичні, динамічні); температурно-вологісних умов експлуатації; агресивності навколишнього середовища; естетичних вимог, що висуваються до конструкцій та ін.

Згідно з протипожежними нормами основні будівельні конструкції повинні мати межу вогнестійкості 0,25-2,50 год.

Найменшу межу вогнестійкості мають незахищені металеві конструкції: під дією температур вони втрачають стійкість. Межа їх вогнестійкості обмежується кількома хвилинами (0,1-0,3 год., залежно від температурного режиму пожежі).

Збільшення товщини металевих конструкцій не дає ефекту, оскільки вони мають велику теплопровідність, швидко прогріваються і втрачають несучу здатність. Для підвищення межі вогнестійкості металевих конструкцій до нормованих значень використовують різноманітні засоби вогнезахисту: бетонування, облицювання чи вогнезахисне покриття, що має здатність спучуватися. Покриття металевих конструкцій звичайним бетоном, цеглою, керамічними плитами забезпечує необхідний вогнезахист. За рахунок такого покриття збільшується товщина конструкції і змінюються її теплофізичні властивості.

Найпоширенішим засобом вогнезахисту металевих конструкцій є цементно-піщана й перлітова штукатурка, які підвищують межу вогнестійкості від 0,5 до 2,5 год. залежно від товщини штукатурного шару (20-45 мм) і потрібної межі вогнестійкості.

Для захисту металевих конструкцій використовують порошки, до складу яких входять азбест і рідке скло (0,5-3 год.). Накладання в кілька шарів вогнезахисного покриття, що має здатність спучуватися, забезпечує межу вогнестійкості до 0,7 год. Під час пожежі під дією високих

температур покриття спучується, утворюючи пористі захисні прошарки, що мають високі теплоізоляційні властивості. Така обмазка товщиною 4 мм рівноцінна штукатурці або облицювальним плитам товщиною 3 см, а маса конструкції при цьому значно зменшується.

Дерев'яні конструкції мають незначну теплопровідність; їх вогнестійкість втрачається внаслідок обгоряння конструкцій і зменшення при цьому їх площі перерізу. Дерев'яні конструкції піддають вогнезахисній обробці шляхом просочування деревини антипіренами й створення термоодягу у вигляді штукатурки, облицювання вогнезахисним покриттям та ін.

Найкращим облицювальним матеріалом є червона цегла й пустотілі керамічні блоки. Дерев'яні конструкції захищають листовим азбестоцементом, сухою гіпсовою та звичайною штукатуркою. Суха штукатурка протистоїть пожежі 10 хв., оскільки в процесі гасіння руйнується водою, а звичайна затримує нагрівання дерев'яних конструкцій до температури самоспалахування на 15-20 хв.

Найбільш досконалий та ефективний спосіб вогнезахисту дерев'яних конструкцій – це просочування їх вогнезахисним розчином під тиском або гарячо-холодним методом солями антипіренів, а також поверхнева обробка деревини емаллю в 4 шари. Вогнезахисні покриття наносять на конструкції, вологість яких не перевищує 20 %.

Обробка деревини антипіренами більш ефективно захищає від займання, ніж емалева покриття, але цей спосіб порівняно з антипіренним просочуванням недорогий і нетрудомісткий.

Деревина, яку обробили в такий спосіб, набуває властивостей важкогорючих матеріалів і не займається від малопотужних джерел.

Вогнестійкість кам'яних конструкцій залежить від товщини їх конструктивного виконання, теплофізичних властивостей і способу обігріву. Завдяки своїй масивності й теплофізичним властивостям кам'яні конструкції чинять великий опір вогню в умовах пожежі. Цегляні конструкції в умовах пожежі витримують нагрівання до 700-900 °С, не зменшуючи своєї міцності й не виявляючи ознак руйнування. При нагріванні до температури 800 °С спостерігається лише поверхнєве пошкодження кладки у вигляді тріщин. Межа вогнестійкості цегляних стін товщиною 25 см становить 5 год., а стін з пустотілою цегли – 5,5 год.

Залізобетонні конструкції завдяки негорючості й порівняно невеликій теплопровідності досить стійкі до дії агресивних чинників в умовах пожежі. Вони виконують свої функції в умовах пожежі до 1 год., іноді менше. Дія води в умовах пожежі може спричинити вибух бетону й швидке руйнування конструкції. Щоб підвищити межу вогнестійкості колон, рекомендується збільшити площу їх перерізу або вибрати бетон з меншим коефіцієнтом теплопровідності, або ж знизити навантаження. Це досягається добором в'язучих матеріалів і відповідних заповнювачів. Підвищення межі вогнестійкості плит і балок можна досягнути збільшенням товщини захисного шару бетону, зниженням його

теплопровідності, нанесенням штукатурок чи облицювання, зменшенням навантаження й добором арматури з більш високою критичною температурою.

4.5.4 Пожежна сигналізація

Швидке повідомлення пожежної команди про виникнення пожежі є однією з головних умов успішної її ліквідації. Пристрої, призначені повідомляти про пожежу, повинні працювати цілодобово й мати максимально спрощену сигналізацію.

Для виклику пожежної частини на кожному об'єкті повинен бути телефонний чи радіозв'язок. Щоб мати якнайшвидше оповіщення про пожежу, облаштовують електричну пожежну сигналізацію, яка виявляє займання на ранній стадії, що забезпечує успішну боротьбу з вогнем за мінімальних зусиль. Використовують автоматичні системи пожежної сигналізації різних типів: теплові, димові, світлові й комбіновані. При доборі системи пожежної сигналізації враховують категорійність об'єкта, його архітектурно-планувальні особливості, а також кількість, розташування й вид горючих речовин і матеріалів.

Теплова автоматична сигналізація реагує на підвищення температури навколишнього середовища. Теплові датчики мають вигляд біметалевих пластинок, спаяних легкоплавким припоєм терморезисторів, термопар та ін.

Димові оповіщувачі реагують на появу диму, вони мають фотоелементи або іонізаційну камеру з радіоактивними речовинами.

Теплові або димові оповіщувачі встановлюють у приміщеннях, де виготовляють і зберігають вироби з деревини, синтетичних смол і волокон, полімерних матеріалів, целулоїду, гумово-технічні вироби та ін. Такі оповіщувачі встановлюють у приміщеннях, де зберігають вогнетривкі матеріали в легкозаймистій упаковці, тверді горючі матеріали.

Комбіновані оповіщувачі здатні одночасно реагувати на підвищення температури навколишнього середовища й появу диму.

Світлові оповіщувачі мають фотоелемент, який реагує на ультрафіолетову або інфрачервону частину спектра полум'я. Світлові оповіщувачі встановлюють у приміщеннях, де виробляють і зберігають лужні метали, металеві порошки та ін., а також у приміщеннях, де виготовляють і зберігають лаки, фарби, розчинники, легкозаймисті та горючі рідини.

Ефективність і надійність використання пожежних оповіщувачів залежить від оптимального добору типу оповіщувача, його установки та умов експлуатації. Димові оповіщувачі не можна використовувати у місцях, де вони можуть покриватися росою чи інеєм, де під час технологічного процесу може виділятися дим, вихлопні гази, або там, де працюють пристрої для зволоження повітря чи високочастотні установки. Теплові оповіщувачі не слід використовувати в тих приміщеннях, де

швидкість зміни температури навколишнього середовища більша за градієнт температури спрацювання оповісчувача (котельні та ін.), а також у приміщеннях з підвищеною вологістю.

Світлові оповісчувачі не використовують там, де будівельні конструкції приміщення чи об'єкти, що перебувають у ньому, можуть закрити поле зору оповісчувача, або в тих приміщеннях, де є джерело мерехтливого чи пульсуючого світла (сонячні промені, що відбиваються від металевих частин та ін.).

Світлові пожежні оповісчувачі встановлюють на стелі приміщення, стінах або інших будівельних конструкціях, а також на обладнанні. Кожну точку приміщення, яке потребує захисту від пожежі, повинні контролювати не менш як два автоматичних пожежних оповісчувачі.

Кількість пожежних оповісчувачів у приміщенні визначають, виходячи з необхідності виявлення загоряння по всій площі. У кожному приміщенні слід встановити не менш як два автоматичних пожежних оповісчувачі.

Допустима висота установки пожежних оповісчувачів не повинна перевищувати: теплових – 9 м, димових – 12 м, комбінованих променевих – 20 м, світлових – 30 м.

Періодично оповісчувачі перевіряються на справність: теплові – не рідше одного разу на рік, димові й комбіновані – один раз на місяць.

4.5.5 Способи і засоби пожежогасіння

Вогнегасні речовини. Щоб виник і розвивався процес горіння, необхідне одночасне поєднання горючої речовини, окислювача, джерела запалювання та безпосереднє надходження потоку тепла від осередку пожежі до горючої речовини. Горіння припиняється, коли припиняється дія будь-якого із цих компонентів.

Процес горіння можна припинити шляхом зниження вмісту горючої речовини, зменшення кількості окислювача або збільшення енергії активації процесу в полум'ї.

Перелічимо основні способи припинення процесу горіння:

- припинення надходження окислювача (кисню повітря) до осередку горіння;
- розбавлення повітря негорючими газами;
- зменшення температури горючої речовини до рівня, нижчого за температуру спалахування;
- ізоляція вогнища від повітря;
- зменшення надходження горючої речовини до зони горіння;
- зниження концентрації горючих речовин шляхом додавання негорючих матеріалів;
- інтенсивне гальмування швидкості хімічних реакцій (інгібування);
- механічний зрив полум'я сильним струменем води, порошку чи газу. На цих принципових методах базуються відомі способи й прийоми

припинення горіння під час пожежі за допомогою вогнегасних речовин та технічних засобів пожежогасіння.

Добір тих чи інших способів і засобів гасіння пожеж, а також вогнегасних речовин та їх носіїв визначається в кожному конкретному випадку залежно від стадії розвитку пожежі, масштабів загоряння, особливостей горючих речовин і матеріалів.

Засобами гасіння пожеж є вода й водяна пара; хімічна й повітряно-хімічна піна; інертні й негорючі гази: азот і вуглекислота; галоїдні вуглеводні сполуки; сухі порошки; пісок (земля) і щільна тканина – повсть та азбест.

Усі існуючі вогнегасні засоби здійснюють, як правило, комбіновану дію на процес горіння речовин, однак для певного вогнегасного засобу характерна якась одна домінуюча властивість. Наприклад, вода справляє переважно охолоджувальну дію на полум'я, піна – ізолювальну, порошки – специфічну інгібувальну дію. Крім цього, залежно від умов їх використання проявляються ті чи інші властивості вогнегасної речовини.

Отже, не існує універсальних вогнегасних засобів, а при використанні окремо кожного з них вогнегасний ефект не є однаковим. Тому для припинення горіння однієї і тієї ж речовини в ряді випадків можуть використовуватися різні вогнегасні засоби. При доборі засобів пожежогасіння треба виходити з можливості отримання найкращого вогнегасного ефекту при мінімальних затратах.

Характеристика вогнегасних властивостей води. Для гасіння переважної більшості пожеж, що виникають на виробничих об'єктах, найчастіше застосовують воду. Порівняно з іншими вогнегасними речовинами вона має найбільшу теплоємність і придатна для гасіння більшості горючих речовин. Один літр води при нагріванні від 0 до 100 °С поглинає 419 кДж теплоти, а при випаровуванні – 2260 кДж, що дає добрий охолоджувальний ефект.

Вода має високу термічну стійкість, яка значно перевищує стійкість багатьох інших вогнегасних речовин. Розкладання її на водень та кисень відбувається при температурах понад 1700 °С. Тому гасіння водою більшості горючих матеріалів та рідин є безпечним, адже температура більшості пожеж не перевищує 1200-1400 °С.

Під час гасіння пожежі частина води випаровується внаслідок контакту з високотемпературним осередком. Перетворюючись на пару, вода збільшується в об'ємі в 1700 разів, витісняючи кисень повітря або розбавляючи його до концентрації, яка не підтримує горіння. Унаслідок великого пароутворення вода відводить із зони горіння велику кількість тепла, що забезпечує охолодження горючої речовини.

Струмінь води, спрямований на горючу речовину, змочує ті частини, які не горять, утворюючи тонку плівку, що зменшує доступ горючих речовин у зону горіння.

Крім того, сильний струмінь води може збивати полум'я, що полегшує гасіння пожежі.

Для гасіння пожеж з допомогою води використовується таке обладнання, як пожежні крани й рукави, пожежні гідранти, спринклерні й дренчерні установки та ін. Для гасіння пожеж вода подається у вигляді компактних і тонкорозпилених струменів (з розміром краплин до 10 мкм).

Компактні струмені утворюють суцільний потік води, мають велику швидкість і порівняно невелику площу перерізу. Вони характеризуються відповідною ударною силою і великою дальністю польоту. Компактними струменями гасять пожежі в тих випадках, коли необхідно подати воду на велику відстань чи надати їй значну ударну силу. Цей спосіб гасіння є найбільш простим і поширеним.

Тонкорозпилені струмені – це потік води, що складається з дрібних крапель, які ефективно гасять тверді речовини й матеріали, горючі і навіть легкозаймисті рідини. Вони характеризуються незначною ударною силою і дальністю дії, але зрошують велику поверхню. При подачі води тонкорозпиленими струменями створюються найсприятливіші умови для її випаровування і тим самим підсилюється ефект охолодження й розведення горючого середовища.

Гасіння пожеж тонкорозпиленими струменями має цілий ряд переваг і тому останнім часом усе ширше використовується. При такому гасінні зменшується витрата води, мінімально зволожуються і не пошкоджуються матеріали, знижується температура у приміщенні, що горить, і осідає дим. У тонкорозпиленому стані вода не електропровідна, тому нею можна гасити електроустановки, що горять під напругою.

Водяною парою гасять переважно тверді, рідкі й газоподібні речовини, які перебувають у закритих приміщеннях. Гасіння водяною парою ґрунтується на зниженні в зоні горіння процентного вмісту кисню. Якщо в повітрі буде 30-35 % (за об'ємом) водяної пари, горіння припиняється. Такий спосіб гасіння пожеж використовується в невеликих за об'ємом приміщеннях, де є джерела необхідної кількості водяної пари.

Найбільш суттєвим недоліком води, що обмежує сфери та умови її використання для пожежогасіння, є порівняно висока температура заземлення.

Вода не використовується для гасіння речовин, які бурхливо реагують з нею, що спричинює виділення горючих газів. До таких речовин належать лужні метали, карбіди, гідриди металів та ін.

Воду не слід використовувати для гасіння нафтопродуктів і багатьох інших органічних речовин, оскільки вони спливають над поверхнею зазначених речовин і площа пожежі збільшується. Це може спричинити також до викидів або розбризкування нафтопродуктів, що горять.

Досить суттєвим недоліком води є її низька змочувальна здатність і мала в'язкість, що заважає гасінню волокнистих, пилоподібних та – особливо – тліючих матеріалів. Тліють під час пожежі, як правило, матеріали з великою питомою поверхнею, у порах яких є повітря, що підтримує процес горіння. Тліючі матеріали можуть горіти навіть при значному зниженні вмісту кисню в навколишньому середовищі.

Проникають вогнегасні засоби в пори тліючих матеріалів, як правило, дуже важко. Тому для підвищення вогнегасного ефекту у воду вводять добавки (так звані поверхнево-активні речовини), що підвищують її змочувальну здатність, в'язкість та ін.

Характеристика хімічних засобів пожежогасіння. При гасінні деяких пожеж використовується піна. Піна являє собою колоїдну систему, що складається з пухирців газу, оточених плівкою поверхнево-активних речовин, і стабілізаторів. Вона використовується для гасіння твердих і рідких речовин, що не вступають у взаємодію з водою і в першу чергу – для гасіння легкозаймистих і горючих речовин.

Для гасіння пожеж може використовуватися хімічна або повітряно-механічна піна. Повітряно-механічна піна утворюється за допомогою спеціальних стволів, у яких вода (9,7 %) під тиском 0,3–0,6 МПа спочатку змішується з піноутворювачем (0,3 %), а потім з повітрям (90 %). При цьому утворюється піна, яка за об'ємом у 20 разів (кратність 20) перевищує початковий об'єм матеріалів, з яких вона утворена. Для гасіння пожеж на нафтоскладах та базах, у приміщеннях різних виробництв застосовується піна, яка має кратність понад 300, її отримують у генераторах високократної піни.

Хімічна піна утворюється при взаємодії лужного й кислотного розчинів у присутності піноутворювача, при цьому утворюється також газ (двооксид вуглецю). Бульбашки газу вкриваються тонкою плівкою води з піноутворювачем, внаслідок чого виникає стійка піна, яка може тривалий час залишатися на поверхні горючої речовини. Речовини, необхідні для отримання двооксиду вуглецю, використовуються у вигляді водних розчинів чи сухих пінопорошків. Використання хімічної піни в практиці пожежогасіння скорочується, оскільки її витісняє повітряно-механічна піна.

Вогнегасна здатність піни обумовлена насамперед її ізоляційною дією, тобто здатністю перешкоджати надходженню в зону полум'я горючих парів. Наприклад, швидкість випаровування бензину під шаром піни товщиною 5 см зменшується в 30-40 разів. Ізолююча дія піни пов'язана з її фізико-хімічними властивостями й структурою, а ефект дії залежить від товщини шару піни, а також від природи горючої речовини й температури її поверхні. Під час гасіння твердих матеріалів певне значення має також охолоджувальна дія піни.

На відміну від інших засобів гасіння піна не вимагає одночасного перекриття всього дзеркала (площі) горіння. Використання (особливо багатократне) піни дає змогу значно скоротити витрати води. Крім цього, піна має вищу змочувальну здатність порівняно з водою.

Вогнегасні властивості піни визначаються також її кратністю, стійкістю і в'язкістю. Характеристики цих властивостей піни залежать від природи горючої речовини, умов протікання пожежі й подавання піни в зону горіння.

Кратністю піни називається відношення об'єму піни до об'єму рідкої

фази (чи до об'єму розчину, з якого вона утворилася). З часом піна руйнується, що пояснюється її старінням і впливом температури поверхні, на яку її нанесено, а також умовами подачі. Підвищення температури в осередку пожежі сприяє руйнуванню піни.

Стійкість піни характеризується її опором процесу руйнування та оцінюється часом виділення з піни 50 % рідкого компонента. Піни з великою кратністю менш стійкі; хімічна піна більш стійка, ніж повітряно-механічна.

В'язкість – це здатність піни утримуватися на вертикальних і похилих поверхнях. З підвищенням в'язкості піни стійкість її зростає, але погіршується розтікання по поверхні, що горить, тому необхідно добирати піну оптимальної в'язкості.

Повітряно-механічна піна буває низьократною (до 30), середньократною (30-300), високократною (понад 300). Найчастіше використовується піна середньої кратності. Чим вища кратність піни, тим менші витрати води, але при цьому погіршуються вогнегасні властивості за рахунок зменшення стійкості піни та її ізолювальної здатності. Піну середньої і високої кратності використовують для гасіння пожеж у підвалах, кабельних каналах, трюмах кораблів. У цьому випадку гасіння пожежі відбувається за рахунок витіснення піною повітря із зони горіння. За допомогою піни в містах гаситься понад 12 % усіх пожеж.

Характеристика інертних засобів пожежогасіння.

Пожежогасіння буває поверхневим (вогнегасна речовина подається безпосередньо на осередок горіння) та об'ємним (в осередку пожежі створюється середовище, яке не підтримує горіння).

Поверхнєве гасіння, що називається також гасінням пожежі на поверхні, можна застосовувати майже при всіх видах пожеж. Для такого виду гасіння використовують вогнегасні суміші, які можна подавати в осередок пожежі з відстані (рідина, піни, порошок).

Об'ємне гасіння використовують в обмеженому просторі (у приміщеннях, відсіках, галереях та ін.). Воно полягає у створенні по всьому об'єму захисного об'єкта середовища, яке не підтримує горіння. Поряд з ефектом швидкого гасіння цей спосіб дає змогу попередити вибух при накопиченні в приміщенні горючих газів і пари. Для гасіння пожеж цим способом використовують інертні розріджувачі – двооксид вуглецю, азот, аргон, водяну пару, димові гази та ін.

Горіння більшості речовин припиняється, коли вміст кисню в навколишньому середовищі знижується до 12-15 %, а для речовин, що характеризуються широким діапазоном спалахування (водень, ацетилен), металів (калій, натрій та ін.), деяких гідридів металів і металоорганічних сполук, тліючих матеріалів – до 5 % і менше.

Гасіння інертними розріджувачами досягається в основному за рахунок зменшення кількості окислювача, а також зниження швидкості процесу горіння й теплового ефекту реакції.

Двооксид вуглецю використовується для об'ємного гасіння пожеж на

складах ЛЗР, акумуляторних станціях, у сушильних печах, на стендах для випробовування двигунів, електрообладнання та ін. Механізм припинення горіння базується на здатності двооксиду вуглецю зменшувати концентрації реагуючих речовин шляхом розбавлення до межі, коли горіння стає неможливим. Вогнегасний ефект задовільний, коли концентрація CO_2 не менша ніж 30 %.

Двооксид вуглецю може подаватися до зони горіння у вигляді снігоподібної маси, здійснюючи охолоджувальну дію, оскільки має температуру $-80\text{ }^\circ\text{C}$.

За допомогою CO_2 гасять як об'ємні, так і поверхневі пожежі. Вихід снігоподібного CO_2 з 1 кг рідкого двооксиду вуглецю становить 280 г снігу і близько 500 л газу. При застосуванні систем об'ємного гасіння необхідно враховувати отруйну дію двооксиду вуглецю на організм людини. Вміст в атмосфері приміщення 10 % CO_2 є небезпечним, а при концентрації 20 % швидко настає смерть від паралічу органів дихання.

Двооксид вуглецю не застосовують для гасіння лужних і лужноземельних металів, деяких гідридів металів та сполук, до молекул яких входить кисень; також ним не гасять тліючі матеріали, бо він не має змочувальної здатності.

У тих випадках, коли використання двооксиду вуглецю заборонено, використовують азот чи аргон.

Вогнегасні властивості галогеномістких речовин. Описані вогнегасні суміші, як правило, чинять пасивну дію на полум'я і не впливають на кінетику й хімізм реакцій в осередку пожежі. Більш перспективними є такі вогнегасні суміші, які гальмують протікання реакцій. До таких вогнегасних агентів належать суміші галогеномістких речовин (наприклад, бромфторпохідні метану та етану). Беручи до уваги високу вартість цих сумішей, за основу інгібіторів обрано бромовмісні вуглеводи.

3 галогеноорганічних сполук найширше використовуються трифторброметан, двофторхлорброметан, двобромфторетан, двобромдвофторетан. Донедавна використовувався бромистий етил, але практика показала, що суміші на його основі мають невисоку вогнегасну здатність, а також цілий ряд інших недоліків, тому вони не ввійшли до нормативних документів.

Трифторброметан і двофторхлорброметан в обмежених масштабах почали використовувати недавно. За кордоном вони називаються галогенами, а у нас – хладонами.

Хладони мають високу щільність як у рідкому, так і в газоподібному стані, що забезпечує створення струменя й проникнення краплин у полум'я, а також утримання пари навколо осередку горіння. Низька температура замерзання робить можливим їх використання за низьких температур. Хладони характеризуються також гарними діелектричними властивостями, тому їх можна застосовувати для гасіння пожеж в електрообладнанні, що перебуває під напругою.

Для гасіння пожежі хладон 114 В2 подається в приміщення в розпиленому стані. Інгібітор ефективно гальмує реакцію горіння (гасіння полум'я досягається вже при концентрації близько 2 %). Має помірну токсичність.

Поряд з позитивними якостями пожежогасні суміші на основі хладонів мають значний недолік – вони чинять отруйну дію на організм людини. Ця дія проявляється як слабка наркотична отрута. Продукти термічного розкладу хладонів мають досить високий ступінь токсичності. Отруйна дія на організм людини проявляється тоді, коли ці продукти потрапляють на шкіру або людина вдихає їх. Зменшення отруйності середовища залежить від того, наскільки швидко буде ліквідовано осередок горіння.

Згідно з вимогами техніки безпеки до початку подачі хладону в осередок пожежі слід забезпечити евакуацію людей із приміщення, що горить. Особи, які беруть участь у гасінні пожежі, можуть заходити в приміщення тільки в спеціальних засобах захисту органів дихання. Транспортування хладону до місця гасіння пожежі здійснюють по трубах за допомогою стисненого повітря або азоту.

Характеристика порошкових засобів пожежогасіння. Для гасіння пожеж, які неможливо погасити за допомогою води або інших вогнегасних засобів, використовують вогнегасні порошки, їх застосовують для ліквідації горіння твердих, рідких та газоподібних речовин.

Вогнегасні порошки – це подрібнені мінеральні солі з різними добавками, які запобігають грудкоутворенню й злежуванню. Їх використовують як різні способи пожежогасіння та для попередження вибухів. Найважливіші експлуатаційні властивості вогнегасних порошків – текучість, стійкість проти злежування, грудкоутворення, зволоження та ін.

Порошки мають високу вогнегасну здатність, тому широко застосовуються в практиці вогнегасіння. Вогнегасний ефект порошків полягає в хімічному гальмуванні реакції горіння, утворенні на поверхні речовини, що горить, ізолюючої плівки та хмари порошку, яка має властивість виштовхувати кисень із зони горіння, а також у механічному збиванні полум'я твердими частинками.

Недоліком порошків є здатність до злежування, що ускладнює їх тривале зберігання.

Розрізняють порошки загального й спеціального призначення.

Порошки загального призначення використовуються для гасіння звичайних органічних горючих матеріалів шляхом створення хмари з порошку, яка огортає осередок пожежі. До порошків загального призначення належить порошок ПСБ-3 (на карбонатнатрієвій основі), П2-АП, П-2АПМ (на основі амофосу). На основі фосфорно-амонійних солей виготовляють порошки Пірант-А, Пірант-АН, Пірант-АК, які застосовуються для гасіння тліючих і твердих горючих матеріалів, горючих рідин, газів, електроустановок.

Для об'ємного гасіння використовується порошок П-УАП, який

гасить горючі гази, рідини, тліючі матеріали в закритих об'ємах. Для припинення горіння необхідно протягом декількох секунд створити в зоні горіння таку концентрацію порошку, яка б забезпечила швидку ліквідацію активних центрів реакції горіння. Це досягається шляхом подавання порошку з необхідною інтенсивністю в осередок пожежі та рівномірного його розподілу по всій зоні горіння.

Порошки спеціального призначення використовуються для гасіння горючих речовин і матеріалів (наприклад, деяких металів), припинення горіння яких досягається шляхом ізоляції горючої поверхні від навколишнього повітря.

Для гасіння лужних металів застосовують порошок К-30. Необхідною умовою припинення горіння під час гасіння цим порошком є покриття поверхні, що горить, шаром вогнегасного порошку певної товщини.

До складу порошоків в основному входять бікарбонат натрію, стеаринокислі сполуки калію, цинку, магнію, графіт, амофос з апатитового концентрату, фосфати, тальк, стеарати важких металів, силіконові рідини, хімічно чиста крейда, полімерні смоли та інші речовини й сполуки.

Вогнегасні властивості порошоків загального призначення підвищуються зі збільшенням їх дисперсності, а у порошоків спеціального призначення вони практично майже не залежать від цього показника.

Найбільш поширені порошки – на основі бікарбонату натрію. Вони стійкіші за інші порошки до злежування, характеризуються добрими експлуатаційними властивостями. Для гасіння тліючих матеріалів використовуються порошки на основі фосфорно-амонійних солей.

Ефект вогнегасної дії порошоків полягає в розбавленні горючого середовища газоподібними продуктами розкладу порошку чи безпосередньо порошковою хмарою, охолодженні зони горіння за рахунок втрати теплоти на нагрівання частинок порошку, інгібуванні хімічної реакції, що зумовлює розвиток процесів горіння.

Для покращення вогнегасних властивостей, зокрема текучості та стійкості при зберіганні, у порошок вводять різні добавки.

Майже всі описані вогнегасні речовини характеризуються комплексною дією на процес горіння. Вони охолоджують, ізолюють та знижують концентрацію речовини, що горять. Однак для кожної вогнегасної речовини існує своя домінуюча властивість: для води – охолодження, для піни – ізоляція осередку горіння, для порошку – гальмування реакції горіння, для двооксиду вуглецю – розбавлення парогазоповітряної суміші та газів з повітрям, для галогеномістких вуглеводів – інгібування.

Отже, припинення горіння досягається одним із вказаних способів, у той час як інші способи можуть тільки сприяти його припиненню. Вибір того чи іншого способу пожежогасіння визначається співвідношенням властивостей вогнегасних речовин та тих матеріалів, що горять.

Первинні засоби гасіння пожежі. Для боротьби з виявленими

осередками горіння до прибуття пожежних команд використовують первинні засоби пожежогасіння.

До первинних засобів гасіння пожеж належать вогнегасники, пожежні крани, річкові насоси, бочки з водою, лопати, ломы, сокири, гаки, ящики з піском, азбестові полотноща, повстяні мати, пилки, багри та інший пожежний інвентар.

Первинні засоби пожежогасіння розміщують на пожежних щитах, які встановлюються на території об'єкта з розрахунку один щит на площу до 5 000 м². Пожежні щити повинні передбачати захист вогнегасників від потрапляння на них прямих сонячних променів, а також забезпечувати зручний та оперативний доступ до пожежного інвентарю.

Ящики для піску повинні мати місткість 0,5; 1,0 або 3,0 м² та бути укомплектованими совковою лопатою. Для запобігання злежуванню піску його періодично розпушують.

Бочки з водою встановлюються у виробничих або складських приміщеннях, де немає протипожежного водопроводу, з розрахунку одна бочка на 250 м² площі.

Пожежний щит та інвентар повинні бути пофарбованими в червоний колір, а пожежний інструмент — у чорний.

Вогнегасники. Серед первинних засобів пожежогасіння найважливіша роль належить вогнегасникам. Для гасіння первинних осередків пожежі використовують вогнегасники різних типів: хімічно-пінні, повітряно-пінні, порошкові, вуглекислотні, хладонові із зарядом вогнегасної речовини на основі галогенізованих вуглеводів та комбіновані із зарядом двох і більше вогнегасних речовин.

Залежно від способу транспортування до місця пожежі вогнегасники поділяються на переносні та пересувні, змонтовані на колесах або візках. Залежно від об'єму вогнегасники бувають малолітражні (до 5 л), ручні (до 10 л), пересувні (понад 10 л). Вогнегасники маркуються буквами, що характеризують вид вогнегасіння, і цифрами, що визначають їх об'єм.

За ефективністю вогнегасіння, економічністю та іншими показниками більш перспективними є порошкові вогнегасники переносні (ОП-1, ОП-2, ОП-9, ОП-10) і пересувні (ОПА-50, ОПЛ-1000). Порошкові вогнегасники застосовують для гасіння загорянь лужних металів (натрію, калію), легкозаймистих і горючих рідин, електроустановок, що перебувають під напругою до 1 000 В, твердих та газоподібних речовин. Порошкові вогнегасники відрізняються між собою лише складом порошку й пристроєм для його подачі. Вид матеріалів та речовин, горіння яких можна гасити, залежить від типу порошку.

Повітряно-пінні вогнегасники бувають переносні й стаціонарні. Зарядом до них є 6 %-ий водний розчин піноутворювача. Тиск у корпусі вогнегасника створюється стисненим вуглекислим газом, що міститься в спеціальних балонах усередині або ззовні вогнегасника. Повітряно-механічна піна утворюється в патрубку, де розчин, виходячи з корпусу, змішується з повітрям. Кратність піни – 50-70, довжина струменя – 3-6 м.

Ці вогнегасники використовуються для гасіння загорянь різноманітних речовин і матеріалів (твердих та рідких речовин), за винятком лужних металів і речовин, що горять без доступу повітря, а також електроустановок, які горять під напругою.

Вуглекислотні вогнегасники в ручному й транспортному варіантах мають майже однакову будову й відрізняються один від одного лише розмірами. Застосовуються вуглекислотні вогнегасники для гасіння загорянь на машинах, автомобілях і для невеликих об'ємів нафтопродуктів. Вони використовуються також для гасіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В. Корпус вогнегасника являє собою балон із сталі місткістю 2,5...8 л з ручним приводом. У корпусі міститься вуглекислий газ у рідкому стані під тиском 6 МПа (ручні вогнегасники) і 15 МПа (переносні). Для отримання твердого вуглецю вогнегасники обладнують спеціальними патрубками. У горловині балона змонтовано спеціальний пусковий пристрій із сифонною трубкою. Вогнегасник приводиться в дію за допомогою вентильного або пістолетного пристрою. Виходячи з балона назовні, зріджений двооксид вуглецю перетворюється на снігоподібну масу. Щільність отриманої снігоподібної вуглекислоти становить $1,5 \text{ г/см}^3$ за температури $-80 \text{ }^\circ\text{C}$. Діяти вогнегасник може на відстані 1,5-2 м протягом 20-60 секунд. Масу заряду вуглекислоти в балонах перевіряють з точністю до 0,1 кг не рідше одного разу на рік. Ручні вуглекислотні вогнегасники забороняється тримати в горизонтальному положенні й перевертати догори дном.

Вогнегасники розміщують у місцях, де виключається пряме попадання сонячного проміння і безпосередній вплив опалювальних та нагрівальних приладів. Їх встановлюють у коридорах, біля входів або виходів з приміщень, у пожежонебезпечних місцях або безпосередньо на технологічному обладнанні, транспортних засобах.

Вогнегасники повинні мати інвентарні номери, пломби на пристроях ручного пуску, маркування та бірки на корпусі, червоне пофарбування згідно з державним стандартом.

Вибір типу переносного чи пересувного вогнегасника визначається розмірами можливих осередків пожеж. При значних масштабах потенційної пожежної небезпеки використовують пересувні вогнегасники.

Для гасіння значних осередків горіння, коли застосування вогнегасників є недоцільним, на підприємствах повинні бути передбачені інші ефективні засоби пожежогасіння.

4.5.6 Протипожежне водопостачання

Система протипожежного водопостачання – це комплекс інженерно-технічних пристроїв, що виконують важливу роль у забезпеченні пожежної безпеки.

Під протипожежним слід розуміти таке водопостачання, коли вода подається цілодобово і в такій кількості, яка необхідна для гасіння пожежі

зовні та всередині промислових приміщень і споруд.

Протипожежне водопостачання здійснюється в основному від водопроводів, а також з природних або штучних водойм за допомогою автонасосів, мотопомп та ручних насосів.

Водопроводи бувають господарсько-протипожежними, виробничо-протипожежними та просто протипожежними (коли об'єднання їх з іншими водопроводами є економічно недоцільним).

Виробничо-протипожежні водопроводи влаштовують у всіх цехах і на об'єктах, де необхідно забезпечувати водою виробничі й господарсько-питні потреби. У деяких випадках допускається зберігання пожежного об'єму води у спеціальних резервуарах чи відкритих водоймах. Загальна продуктивність виробничо-протипожежного водопроводу визначається з урахуванням господарсько-питних, виробничих, протипожежних, санітарних та інших потреб за відповідними нормами витрат води на кожні потреби. Протипожежні потреби складаються з розрахункових витрат води на зовнішнє пожежогасіння через гідрант і внутрішнє пожежогасіння через пожежні крани, спринклерні, дренчерні та інші пожежогасні системи та установки.

Водопроводи бувають двох типів: високого і низького тиску. У водопроводі високого тиску напір, необхідний для гасіння пожежі безпосередньо від гідрантів, створюється стаціонарними пожежними насосами, встановленими в насосних станціях. У водопроводі низького тиску для гасіння пожежі напір створюється пересувними пожежними насосами (мотопомпами, автонасосами).

Основні вимоги до водопроводів протипожежного призначення наведено в СНиП 3.05.04-85, СНиП 3.05.02-85 та інших нормативних документах, де визначені умови, за яких влаштування водопроводів протипожежного призначення в будівлях є обов'язковим. У виробничих будівлях вони необхідні в усіх випадках, за винятком виробничих будівель І і ІІ ступенів вогнестійкості з виробничими категоріями Г і Д за пожежною небезпекою незалежно від їх об'єму і будівель ІІІ ступеня вогнестійкості тієї самої пожежної небезпеки, але за умови, що об'єм не перевищує 1000 м^3 .

Витрати води на зовнішнє гасіння пожеж залежать від вогнестійкості приміщень та їх окремих конструктивних елементів, ступеня пожежної небезпечності виробництва та об'єму приміщень та споруд.

У виробничих приміщеннях крани розташовують у доступних та добре помітних місцях (біля входу, у сходових клітках, коридорах). Розрахункові витрати води на роботу внутрішніх пожежних кранів беруть, виходячи з умови подачі води на кожний струмінь. Продуктивність одного струменя повинна становити не менш як 2,5 л/с. Тривалість гасіння пожежі в розрахунках – три години.

Кожний пожежний кран встановлюють на трубопроводах діаметром не менше діаметра крана на висоті 1,35 м від рівня підлоги. Крани забезпечуються пожежними рукавами однакового з ним діаметра

довжиною 10 чи 20 м, пожежним стовбуром і розміщуються в спеціальних шафах, на дверцятах яких стоїть позначка ПК з номером. Відстань між внутрішніми кранами залежить від довжини пожежного крана, дальності струменя води, кількості необхідних пожежних струменів і розміщення технологічного обладнання. Розміщення пожежних кранів повинно бути таким, що гарантує зрошення кожної точки приміщення.

Водопровідна мережа на території підприємства обладнується пожежними гідрантами, від яких забирається вода для внутрішнього гасіння. Зовнішня водопровідна мережа на території підприємства облаштовується, як правило, за кільцевою системою, яка дозволяє у випадку аварії гідранта з одного боку магістралі подавати воду з іншого. До цехів та приміщень, які розташовані окремо, прокладають тунельні водопровідні лінії.

Для забору води на зовнішнє гасіння пожежі встановлюють підземні або надземні гідранти.

Пожежні гідранти на території підприємства прокладають уздовж доріг та проїздів на відстані не більш як 100 м один від одного, не далі як за 5 м від стін виробничого приміщення й поблизу перехрестя доріг. При встановленні гідрантів поза проїжджою частиною їх розташовують не далі як за 2 м від її краю. На стіні будівлі, де розміщено гідрант, роблять знак, який освітлюють у нічну пору. Протипожежний трубопровід має забезпечувати тиск не менш як 4 ат. і не більше як 10 ат. при втраті води не менш як 5 л/с.

Для надання струменю води необхідного напрямку, збільшення дальності дії і розпилення використовують ручні й лафетні стовбури. Дальність струменя води залежить від параметрів стовбура й тиску. Лафетні стовбури призначені для отримання потужних водяних струменів. Вони мають опорну штангу або платформу. Живлення лафетних стовбурів здійснюється з 2–4 пожежних рукавів. Для надання струменю дальності й циліндричної форми служать насадки на стовбур, а для отримання конуса дрібнорозпиленої води – сприски різних конструкцій.

Якщо від вододжерел або від міського водопроводу неможливо дістати необхідну кількість води для гасіння пожежі, тоді будують утеплені запасні резервуари, що містять недоторканий протипожежний запас води.

Запас чистої води в резервуарах обчислюється за її максимальною витратою для зовнішнього й внутрішнього пожежогасіння протягом 3 годин.

Максимальний термін відновлення недоторканного протипожежного запасу води на підприємствах з виробництвами категорії А, Б і В – 24 год, а на підприємствах категорії Г і Д – 36 год.

Безнапірне протипожежне водопостачання. Для пожежогасіння за умови відсутності на підприємстві водопроводів використовують природні поверхневі водні джерела – річки, озера, ставки або підземні води. При відсутності природних джерел пожежогасіння влаштовують

штучні водойми.

Штучні водойми для потреб пожежогасіння можуть облаштовуватися відкритими (водойми-копанки) і закритими (водойми-резервуари).

Рівень води у відкритих водоймах-копанках не повинен знижуватися більш як на 3...5 см за добу. Облаштовуючи їх, враховують якість ґрунтів. Кращими ґрунтами для копанок вважається глина, глей та суцільні суглинки, оскільки вони мають значну водонепроникність і не вимагають додаткового облицювання. Піщані й супіщані ґрунти легко піддаються розробці, але вимагають обов'язкового облаштування гідроізоляційного дна та відкосів.

Такі водойми рекомендується будувати у вигляді котлованів прямокутної чи квадратної форми в плані глибиною 2,5-3 м з відкосами, що мають закладку 1:1,5 і 1:2. При цьому чим слабкіший ґрунт, тим більш пологими мають бути відкоси.

Водойми облицюють бетонними плитами, кам'яною кладкою, асфальтобетоном або обмазують глиною. Найпростіші способи гідроізоляції – кольматація, солонцювання, вапнування й бітумування.

Найкращими видами гідроізоляції вважають асфальтобетонну й бетонну. Найбільш економічною і простою у виконанні є кольматація, найдовговічнішим вважається бетонне облицювання та облицювання з каменю.

При безводопровідному водопостачанні вода подається до місця пожежі пересувними пожежними насосами, автонасосами, автоцистернами, мотопомпами, ручними насосами й т. ін.

Водойми влаштовують у районах найбільшої пожежної небезпеки об'єктів на відстані 10 м від будівель I і II ступенів вогнестійкості, 20 м від будівель III, IV і V ступенів вогнестійкості. У зимову пору водойми-копанки, що замерзають, потрібно утеплювати.

Для встановлення пожежних автомобілів під час забору води з відкритих джерел слід облаштовувати майданчики з твердим покриттям. Під'їзди до них повинні мати ширину 3,5-4,5 м, а майданчики для розвороту пожежних машин – 12x12 м².

Біля місця розташування пожежних водойм встановлюють покажчики із цифровими значеннями запасу води та кількості пожежних машин, які можуть одночасно здійснювати її забір. Запас води, витрачений під час гасіння пожежі, повинен поновлюватися.

4.5.7 Стаціонарні засоби гасіння пожеж

У тих виробничих приміщеннях, де горіння може швидко поширюватися, ефективність внутрішніх пожежних кранів знижується. Тому для гасіння або локалізації пожежі на таких підприємствах застосовують автоматичні установки пожежогасіння.

Під автоматичною установкою пожежогасіння слід розуміти сукупність технічних засобів, які облаштовують на об'єкті для гасіння

пожежі за рахунок випускання вогнегасної речовини в автоматичному режимі.

Для протипожежного захисту використовують різні стаціонарні установки. Ці установки класифікуються за їх призначенням, принципом дії, режимом роботи, видом вогнегасної речовини, способом її подавання в осередок вогню й т. ін.

Установки для попередження пожеж призначені для введення в небезпечну зону вогнегасних речовин або зміни режиму роботи технологічного обладнання, щоб запобігти виникненню вибуху й загоряння.

Установки для гасіння пожеж призначені для повної ліквідації осередків горіння вогнегасною речовиною або створення умов, за яких горіння припиняється.

Установки локалізації пожеж призначені для обмеження осередку горіння під дією вогнегасних речовин до прибуття підрозділів пожежної охорони та аварійно-рятувальних служб підприємства.

Установки блокування пожеж призначені для захисту об'єктів від небезпечної дії високих температур, які виникають при пожежі, наприклад, для захисту технологічних установок, що містять легкозаймисті рідини й горючі гази та ін. Такі установки забезпечують охолодження, завіси, не допускають розповсюдження вогню на інші об'єкти, виключають теплову дію на технологічне обладнання, що розміщене поруч. У таких установках, як правило, використовують розпилену воду і рідше – піну чи порошкові засоби.

За принципом гасіння пожежні установки поділяються на такі типи:

- установки гасіння за площею (використовують воду, піну, порошки);
- установки об'ємного гасіння (у цих установках вогнегасними засобами є діоксид вуглецю, галогеноподібні та інертні гази, пара, піна високої кратності);
- установки локального гасіння (такі установки застосовують у разі нерівномірного розподілу горючих матеріалів і неоднакової імовірності загоряння; у них використовують вогнегасні засоби будь-якого типу);
- установки блокуючої дії, описані вище.

Тривалість роботи установок локалізації пожеж і блокування об'єктів від пожежі визначається часом, необхідним для ліквідації аварії і розгортання підрозділів пожежної охорони.

За тривалістю пуску пожежні установки поділяються на надшвидкодійні (тривалість пуску до 0,1 с); швидкодійні (тривалість пуску 0,1-0,3 с); середньоінерційні (3-30 с); інерційні (понад 0,5 хв.).

За тривалістю гасіння пожежні установки можуть бути короткочасної дії (до 15 хв.), середньої тривалості (до 30 хв.) і тривалої дії (понад 30 хв.).

Установки водного гасіння пожеж. Установки водного гасіння є досить розповсюдженими й дешевими засобами протипожежного захисту підприємств. Найбільше розповсюджені спринклерні та дренчерні

установки водного пожежогасіння.

За обліковими даними, у будівлях, обладнаних цими установками, 96 % пожеж було погашено до прибуття пожежних підрозділів.

Обладнанню спринклерними й дренчерними установками підлягають деревообробні цехи площею понад 2000 м², склади горючих матеріалів площею 700 м², а склади целулоїду, кіноплівки й цехи із сировиною для їх виготовлення обладнуються цими установками незалежно від їх площі.

Автоматична спринклерна установка являє собою мережу водопровідних труб, розміщених під перекриттям приміщення. Мережа водопровідних труб обладнується так званими спринклерними головками, які вкручуються на відстані 2,5-3 м одна від одної за умови зрошення одним спринклером 9-12 м² площі підлоги. За відсутності пожежі отвори в спринклерних головках, через які надходить вода, закриті легкоплавкими замками. Спринклерні установки проектується для приміщень, висота яких не перевищує 20 м.

Замки спринклерних установок виготовляють з легкоплавких сплавів, що мають температуру плавлення 72-93 °С або 141-182 °С. Температура, при якій руйнується замок, має бути на 30-40 °С вищою за нормальну температуру приміщення. При підвищенні температури замок розплавляється, спринклерна головка розкривається й осередок пожежі зрошується водою.

Важливою складовою спринклерної установки є контрольно-сигнальний клапан. Якщо при пожежі відкривається спринклерний замок, клапан спрацьовує і подає сигнал тривоги.

Для захисту від пожежі неопалюваних приміщень облаштовують спринклерні установки з повітряною системою, у яких водопровідні труби заповнені не водою, а стисненим повітрям з використанням повітряного клапана замість водяного.

Під час пожежі при руйнуванні спринклерного замка з повітряної системи раніше виходить повітря й лише після цього система починає наповнюватися водою.

Крім описаних вище, облаштовують змішані установки, які поєднують водяну й повітряну системи та обслуговуються двома контрольно-сигнальними клапанами: водяним і повітряним, які встановлено послідовно один за одним. Така установка дозволяє тримати всю мережу влітку під водою, а взимку – під стисненим повітрям.

При пожежах у спринклерних установках відкриваються лише ті головки, які перебувають у зоні високої температури; крім того, вони мають досить високу інерційність – відкриваються через 2-3 хвилини з моменту підвищення температури в приміщенні. Іноді така інертність недопустима – коли необхідно подати воду відразу на всю площу приміщення. У цих випадках використовують дренчерні установки.

Дренчерні установки відрізняються від спринклерних тим, що їхні головки не мають легкоплавких замків і постійно відкриті, тому дренчерна

система є сухотрубною і вода в неї надходить після відкриття водопуска на магістральному трубопроводі.

У звичайних умовах надходження води в мережу блокує клапан групової дії. Клапан відкривається автоматично чи вручну, при цьому також подається сигнал тривоги. Вода в дренчерну систему надходить під тиском у момент пожежної небезпеки, а по закінченні пожежних робіт виливається із системи через спускний вентиль.

Обладнують дренчерні установки для захисту поверхонь стін, вікон, дверей, для створення локальних і блокуючих водяних завіс, для зрошення елементів технологічного обладнання всередині будівель з високою пожежною небезпекою, де можливе швидке розповсюдження вогню.

Спринклерні й дренчерні установки завжди повинні бути готовими до гасіння пожеж. Керівник об'єкта своїм наказом призначає особу, яка відповідає за справність спринклерних і дренчерних установок. Відповідальна особа раз на тиждень перевіряє стан і роботу всього обладнання, а контрольно-сигнальну апаратуру – щоденно до початку зміни.

Добавка у воду поверхнево-активних речовин підвищує вогнегасні властивості води майже вдвічі. Установки гасіння пожеж водою з поверхнево-активними добавками застосовують для гасіння пожеж твердих горючих речовин, що мають погану змочуваність поверхні (бавовна, деревина, сажа та ін.).

Установки пінного гасіння пожеж. Установки пінного пожежогасіння використовуються для протипожежного захисту об'єктів хімічної та нафтової промисловості, де у виробничому циклі задіяні легкозаймисті та горючі рідини.

Спринклерні пінні установки щодо облаштування схожі на спринклерні водяні установки й застосовуються для місцевого гасіння або локалізації пожежі. Вони включаються автоматично при відкриванні (плавленні) замка, конструкція якого суттєво відрізняється від конструкції водяного спринклера.

Спринклерна пінна установка має автоматичне та основне джерело піни. Автоматичне джерело піни постійно підтримує необхідний напір води, що забезпечує безперебійну роботу спринклерної пінної установки відразу ж після відкриття пінного спринклера.

Спринклерні пінні установки можуть бути із заповненими трубопроводами (у теплих приміщеннях), сухотрубними (у холодних приміщеннях) і змішаними, якщо температура протягом 8 місяців на рік перебуває в межах 4 °С. Ці установки мають аналогічні з водяними контрольно-сигнальні вузли та автоматичні дозатори для введення в потік води відповідної кількості піноутворювача.

Дренчерні пінні установки використовують для захисту таких об'єктів, де пожежі можуть швидко розповсюджуватися на значну площу і де потрібне зрошення повітряно-механічною піною розрахункових площ, окремих частин будівель або всієї площі об'єкта.

Дренчерні пінні установки об'ємного гасіння обладнують генераторами, що забезпечують утворення повітряно-механічної піни високої кратності. При виникненні пожежі спрацьовує пожежний оповісник, який запускає контрольно-пусковий вузол для пуску водного розчину піноутворювача в генератори піни.

Піноутворювач (5 %-ва концентрація) подається у воду дозатором, який забезпечує автоматичне регулювання подачі піноутворювача залежно від режиму витрати води в установці.

Дренчерні пінні установки можуть бути із заповненими трубопроводами й сухотрубними в холодних приміщеннях. Вони розраховуються, виходячи з умов пожежного захисту відповідної площі або об'єму об'єкта.

Там, де горючі матеріали розміщені нерівномірно та існує імовірність їх спалахування, облаштовують швидкодіючі автоматичні установки локальної дії, які обмежують і гасять пожежу тільки в межах протипожежного відсіку.

При виникненні пожежі оповісник автоматично вмикає запірнопусковим пристроєм подачу розчину піноутворювача в генератори, де утворюється піна для гасіння.

Смості для зберігання піноутворювача передбачаються на тих об'єктах, де облаштовані установки водопійного гасіння пожеж великої продуктивності (наприклад, на підприємствах нафтопереробної промисловості).

Установки газового пожежогасіння. Автоматичні установки газового пожежогасіння поділяються на установки об'ємного пожежогасіння; установки для гасіння пожежі в локальному об'ємі; установки для гасіння пожежі на частині площі об'єкта, що потребує захисту.

В автоматичних установках газового гасіння вогнегасним засобом можуть бути діоксид вуглецю та інші інертні речовини-розбавлювачі (аргон, водяна пара, азот), хладони, комбіновані засоби на основі хладонів.

За допомогою газових вогнегасних засобів можна гасити пожежі різними способами: об'ємним, місцевим і комбінованим. Автоматичні засоби гасіння пожеж газовими вогнегасними речовинами мають такі переваги, як швидке заповнення газами всього об'єму приміщення будь-якої конфігурації, швидкість гасіння, флегматизація і т. ін.

Установки об'ємного газового гасіння можуть швидко заповнювати приміщення газовими засобами й створювати в ньому необхідну концентрацію середовища, за якої припиняється горіння. Об'ємне гасіння газовими засобами застосовують у приміщеннях з обмеженою площею прорізів.

Місьцеве або локальне гасіння за допомогою газових вогнегасних засобів застосовують у тих випадках, коли однозначно можна визначити місце виникнення пожежі та її розміри (наприклад, пожежі горючих рідин у відсіках).

Комбіноване гасіння за допомогою газових вогнегасних засобів застосовують у тих випадках, коли необхідно ввімкнути пристрої для обмеження отворів, через які відбувається витік вогнегасних газових речовин.

Найбільше розповсюджені балонні установки газового гасіння з пневматичним, механічним, пневмомеханічним та електричним включенням.

Кожна установка залежно від об'єму приміщення, що потребує захисту, визначається розрахунковим методом. Великобалонні установки газового гасіння мають балони ємністю 200 і 4000 л; вони застосовуються для пожежного захисту великих об'єктів.

Для гасіння легкозаймистих рідин парою на основі хладонів в установках основним вузлом є резервуар для вогнегасного засобу, який під тиском по трубопроводах через спеціальні зрощувачі подається в осередок пожежі. Включення установок може бути ручне або автоматичне (через спрацювання пожежних оповісників).

В установках гасіння пожеж за допомогою газових вогнегасних речовин використовується запірно-пускова, розподільча й запобіжна, арматура.

Для підвищення ефекту протипожежного захисту установки газового пожежогасіння обладнують різними пристроями. Такі установки дістали назву комбінованих.

Комбіновані установки газового гасіння можуть мати пристрої для водяного охолодження, сигналізацію про пожежу, пристрої для автоматичного закривання дверних і віконних прорізів, обладнання для виключення системи вентиляції і т. ін.

Установки для гасіння пожежі інертним газом у поєднанні з дрібнорозпиленою водою використовують для автоматичного протипожежного захисту великих компресорних станцій. Ці установки забезпечені автоматичною системою виявлення небезпечних концентрацій газу в пробах повітря, які відбираються в окремих точках приміщення. Коли в повітрі виявлено недопустиму концентрацію газу, автоматично включається світлова й звукова сигналізація та аварійне блокування станції.

У разі виникнення пожежі відключаються всі двигуни й вентилятори, закриваються всі двері й засувки, відкривається запобіжний клапан і вміст стаціонарної системи пожежогасіння випускається в приміщення, яке заповнюється інертним газом і дрібнорозпиленою водою.

Установки аерозольного гасіння пожеж парами хладонів застосовуються для об'ємного гасіння. Такі установки можуть бути стаціонарними й пересувними, з ручним або автоматичним включенням та використанням пожежних датчиків.

Установки порошкового пожежогасіння. Для гасіння пожеж порошковими засобами застосовують стаціонарні і пересувні установки з ручним, дистанційним або автоматичним включенням.

Стаціонарні установки порошкового гасіння монтують у виробничих будівлях, спорудах, на технологічному обладнанні та апаратах. При виникненні пожежі в них спрацьовують пожежні датчики, які реагують на дим, тепло, світло й т. ін.

Порошкові установки здатні створювати щільну порошкову завісу над вогнищем пожежі.

Пересувні порошкові установки розміщують переважно в кузові автомашини або на платформі причепа. Заряд такої установки має вагу до 1,5 т. Для нормальної роботи установки передбачено два балони зі стисненим газом (повітрям або азотом). Порошковий вогнегасний засіб подається в осередок горіння стовбуром-пістолетом, який має запірний пристрій для вмикання і вимикання подачі порошку.

Установку гасіння обладнують головками, запірними кранами для вмикання й вимикання подачі порошкових засобів і перемикачами для подачі стисненого повітря в рукавні лінії при їх продувці після припинення роботи установки.

Найбільшого розповсюдження набули установки, що мають 750 л порошкового вогнегасного заряду та модульні порошкові установки ОПА-50, ОПА-100 і УАПН.

Для визначення типу автоматичної установки пожежогасіння враховуються конкретні умови виробництва, чинники, що можуть спричинити загоряння, та склад вогнегасної речовини, здатної його погасити.

Навчальне видання

Олександр Володимирович Кобилянський

Основи охорони праці

Навчальний посібник

Оригінал-макет підготовлено Кобилянським О.В.

Редактор В. О. Дружиніна
Коректор З.В. Поліщук

Науково-методичний відділ ВНТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку 28.09.07 р. Гарнітура Times New Roman
Формат 29,7 × 42 $\frac{1}{4}$ Папір офсетний
Друк різнографічний Ум. друк. арк. 10.8
Тираж 100 прим.
Зам. № 2007-145

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ