

Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій
та у справах захисту населення від наслідків
Чорнобильської катастрофи

**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

Кравець І.П.

**ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ
МЕРЕЖ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Львів – 2010

УДК 621.316(076.1)

ББК 26.22

71

Кравець І.П. Протипожежний захист електрообладнання та електричних мереж. Навчальний посібник. – Львів: ЛДУ БЖД, 2010. – 216 с.

Рецензенти: *Поберейко Б.П.* – кандидат технічних наук, доцент (Національний лісотехнічний університет України);
Кінаш Б.М. – кандидат технічних наук, доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності).

У навчальному посібнику подано загальні відомості про енергосистеми, електромережі та електроосвітлення; вказані типові причини пожеж від електроустановок та протипожежні вимоги і захист при їх експлуатації; показано методику та послідовність визначення відповідності електрообладнання навколишньому середовищу, виходячи з класифікації приміщень та параметрів наявних в них паро-, газо-, пило-повітряних сумішей, рідин та твердих матеріалів.

Матеріал у посібнику узгоджено з вимогами нових нормативних документів.

Посібник призначений для користування курсантами, студентами та слухачами вищих навчальних закладів МНС та МОН України. Він також може бути корисним для професорсько-викладацького складу та практичних працівників.

Рекомендовано вченою радою Львівського державного університету безпеки життєдіяльності МНС України (Протокол № 3 від 24 грудня 2007 року).

© Кравець І.П., 2010

© ЛДУ БЖД, 2010

ПЕРЕДМОВА

Сталий розвиток держави можливий в разі забезпечення матеріального виробництва, для створення якого використовують сировину, а також енергію та інформацію. Ефективне розв'язання проблеми енергозабезпечення нині є ключовим, першочерговим завданням будь-якої держави, здійснення нею незалежної зовнішньої політики, внутрішньої політичної і соціальної стабільності, піднесення економічного і культурного рівня життя населення. Формуванню енергетичної політики України сприяють прийняті на державному рівні заходи для вирішення надзвичайно гострої для країни проблеми підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів – проблеми енергозбереження..

Енергетика в сучасних умовах забезпечує життєдіяльність всіх галузей національного господарства. Від енергетичної складової, значною мірою, залежить рівень матеріального добробуту, взаємовідносини людини і природи. Енергоозброєність економіки та її енергоефективність стали в сучасному світі важливими показниками розвитку держави, стану її національної безпеки. З допомогою енергетики збільшується продуктивність праці в промисловості і в сільському господарстві, покращуються якість товарів та умови праці тощо. Застосування енергетики в автоматизації технологічних процесів дає можливість стати на ноги малому приватному бізнесу, збільшити прошарок середнього класу в Україні.

Широке використання електричної енергії порівняно з іншими видами енергії зумовлене рядом її беззаперечних переваг:

- простотою перетворення в інші види енергії;
- економічністю енергосистем;
- екологічно чистим видом енергії.

В енергетичній стратегії виділяється ряд пріоритетних проблем:

- надійне енергозабезпечення;
- підвищення енергоефективності;
- модернізація і реконструкція енергетичної інфраструктури;
- структурна перебудова всього енергетичного комплексу;
- запровадження джерел енергії та технологій, що зменшують вплив на оточуюче середовище;
- реформування енергетичної сфери у відповідності з умовами ринкової економіки;
- диверсифікація джерел паливно-енергетичних ресурсів;
- підвищення енергетичної безпеки держави;
- розвиток міжнародного співробітництва в енергетичній сфері.

Для безпечної експлуатації об'єктів, збереження матеріальних цінностей і, в першу чергу, життя і здоров'я людей, що є найвищою соціальною цінністю, набуває актуальності питання протипожежного захисту, в тому числі і пожежної профілактики під час експлуатації електромереж та електроустановок.

Пожежна безпека при експлуатації електроустановок великою мірою залежить від їх технічного стану. Недооцінка пожежної небезпеки від електрообладнання та електромереж приводить до пожеж та аварій.

Як свідчить аналіз статистичних даних, приблизно четверта частина від загальної кількості пожеж – це пожежі від електроустановок. Основними причинами, які приводять до загорання горючих матеріалів, є аварійні режими роботи електроустановок. Короткі замикання в електропроводах та електрообладнанні, струмові перевантаження; утворення великих перехідних опорів та вихрових струмів, виніс потенціалу, іскріння та електричні дуги є джерелами запалювання. Незадовільний стан електричних мереж, їх невідповідність діючим нормам і

режимам електроспоживання, а також низький рівень приладів обліку призводить до значного зростання технологічних витрат під час транспортування електроенергії та до аварійних ситуацій в регіонах країни.

Дана проблема була, є і залишається актуальною. Тому перед працівниками МНС ставиться завдання якісного поліпшення наглядових і профілактичних функцій в області пожежо- і вибухобезпечного застосування електроустановок.

Однією з головних умов підвищення результативності пожежно-профілактичної роботи в цій області є вивчення причин виникнення пожеж від електроустановок, а також нормативно-технічних вимог, які забезпечують пожежо- та вибухобезпечне застосування електроустановок у різних умовах.

Для підвищення стійкості, рівня надійності та безпеки роботи енергосистеми та інтеграції ОЕС України до європейської енергосистеми передбачено впровадження сучасних пристроїв протиаварійної автоматики та регулювання. Технічне переозброєння, реконструкція електричних мереж та їх розвиток мають здійснюватися на вітчизняній нормативній базі з урахуванням рекомендацій Міжнародної Електротехнічної комісії та регіональних особливостей щодо умов надійності й екологічної безпеки.

Розділ 1

Загальні відомості про енергосистеми і електромережі

На сучасному етапі розвитку науки і техніки найбільш доступним, надійним і економічним видом енергії є електрична, яку легко можна отримати з інших видів енергії (теплової, механічної, атомної, сонячної та ін.).

Отримання і розподіл електроенергії між споживачами здійснюється за допомогою енергосистем.

Енергосистема – це сукупність взаємозв'язаних електроустановок.

Електроустановка – це технічні споруди і пристрої, які виробляють, перетворюють, розподіляють і споживають електроенергію.

1.1. Склад енергосистеми

До складу енергосистеми входять:

- електричні станції;
- лінії електропередач (ЛЕП);
- трансформаторні підстанції (ТП);
- споживачі.

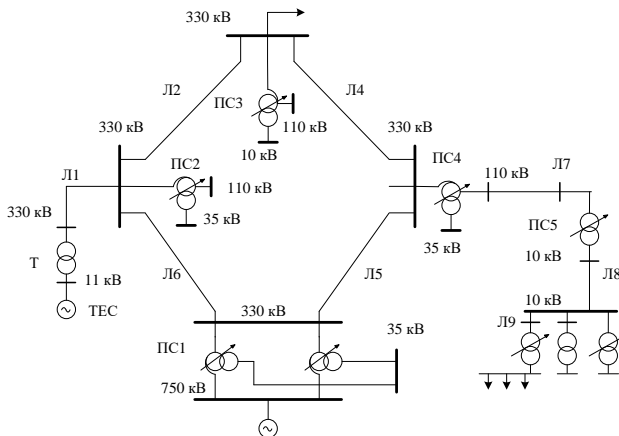


Рис. 1.1. Структурна схема електричної мережі локальної енергосистеми

Енергосистеми мають велике значення в економіці будь-якої держави, тому що вони дозволяють:

- збільшити загальну надійність енергопостачання споживачів завдяки можливості маневру енергопотужностями в системі;
- зменшити кількість резервних агрегатів на окремих електростанціях завдяки утворенню загальної для всієї системи резервної потужності;
- застосовувати агрегати великої одиничної потужності (500, 800, 1200 МВт), передбачити будівництво теплових електростанцій потужністю більше 4-6 млн. кВт і атомних, з реакторами одиничної потужності 1,0-1,5 млн. кВт;
- досягти більш економного використання енергетичних ресурсів (торфу, вугілля, водних ресурсів, атомної енергії) і зекономити природні багатства;
- зменшувати втрати електроенергії в ЛЕП, що забезпечує зменшення витрат палива на електростанціях і здешевлює ціну виробленої електроенергії.

Енергосистема України пов'язана з багатьма країнами Східної Європи: Болгарією, Словаччиною, Угорщиною, Польщею, Румунією та країнами СНД: Росією, Білоруссю, тощо.

1.2. Загальна характеристика способів генерування електроенергії

Джерелами електроенергії є електростанції.

Електростанція – це підприємство з виробництва електроенергії, а в окремих випадках і тепла (ТЕЦ).

Найбільш поширеними є теплові електростанції (ТЕС), в яких тепла енергія перетворюється в електричну.

Теплові електростанції діляться на:

- КЕС – конденсаційні електричні станції з виробництвом електричної енергії;

- ДРЕС – державна районна електростанція;
- ТЕЦ – теплоелектроцентралі (будується в містах) з виробництва теплової і електричної енергії разом.

У свою чергу теплові електростанції поділяються на:

- **паротурбінні** з котлами, які працюють на твердому, рідкому, пароподібному і газоподібному паливі. Вони мають блочну систему, в яку входять: паровий котел, парова турбіна, трифазний генератор, теплообмінник, циркуляційний насос, конденсатор, деаератор.

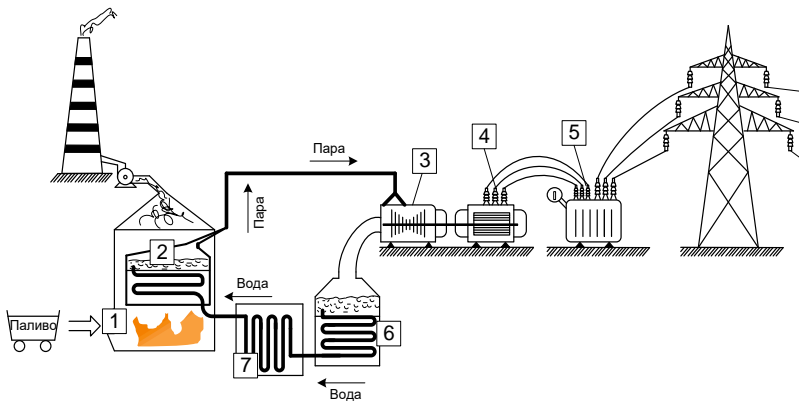


Рис. 1.2. Блок-схема теплової ЕС:

- 1 - паливня; 2 - котел з сухопарником;
 3 - парова турбіна; 4 - синхронний турбогенератор;
 5 - підвищувальний трансформатор; 6 - водяний конденсатор;
 7 - економайзер

- **газотурбінні** із застосуванням авіаційних двигунів типу РД-3М-500;
- з двигунами внутрішнього згорання (для невеликих електростанцій).

Найбільш потужними є атомні електростанції (АЕС), які виробляють значну частку електричної енергії. Атомні електростанції працюють на ядерній енергії, яку отримують від поділу ядер важких елементів. Поділяються на два типи в

залежності від виду реакторів, що на них встановлюються. На сьогоднішній день через ряд технічних та економічних причин найбільш поширеними є АЕС з турбогенераторами.

На Україні дії чотири атомних електричних станції: Рівненська, Хмельницька, Південноукраїнська та Запорізька.

Гідралічні електростанції поділяються на ГЕС – гідроелектростанції та ГАЕС – гідроакумулюючі електростанції.

Гідроелектростанції (ГЕС) – мають в якості первинного двигуна водяну (гідро) турбіну, яка приводиться в дію енергією падаючої води.

За способом створення напору води гідроелектростанції є греблеві (великі ріки, малий перепад висот) та дериваційні (великий нахил русла, до турбіни воду подають по дериваційних каналах).

Гідроелектростанції бувають базовими (немає водосховища працюють постійно) і піковими (включаються тільки при пікових навантаженнях).

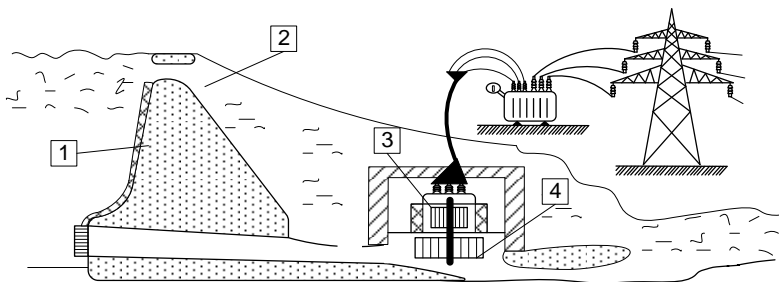


Рис 1.3. Блок-схема ГЕС:

1 – гребля; 2 – збіжник; 3 – синхронний гідрогенератор; 4 – гідротурбіна

Крім того, є менш потужні, але перспективні електростанції, які локально, в залежності від виду енергії, можуть виробляти електроенергію для забезпечення місцевих потреб. Це:

- вітрові електростанції (ВЕС), які працюють на енергії вітру. На випадок безвітряної погоди вони мають дизельгенератори.

В Україні збудовані і діють експериментальна Південночорноморська ВЕС, в Криму – Донузлавська, у м. Східниця (Львівська область) та у Карпатах;

- сонячні або геліостанції (СЕС), які працюють на енергії сонячних променів.

У перспективі можливо виробництво електроенергії на таких типах електростанцій:

- геотермальні, які використовують енергію підземних вод (гейзерів);
- припливні, які використовують енергію морських припливів і відпливів.
- електростанції, які використовують енергію температурного перепаду;
- електростанції, які використовують енергію біомаси та інші.

1.2.1. Технологія роботи ТЕС

Тверде паливо постачається залізничним транспортом. Вагон у вагоноперекидачі 1 (рис. 1.4) розвантажується і вугілля попадає у приймальні бункери 2, а потім транспортерами подається через подрібнювальне відділення 5 у бункер котельні 6. Розмелювання подрібненого вугілля здійснюється у млині 7 з безпосереднім вдуванням пилоповітряної суміші через пальники в піч. Попередньо нагріте в повітронагрівачі 8, повітря вентилятором 9 нагнітається частково в млин і частково до пальників. Пилувугільні котли також мають паливо для розпалювання (мазут), яке надходить через контур 10 – 17 до мазутних форсунок.

На ТЕС, що спалює тверде паливо, попіл спаленого в печі котла 19 палива частково витікає у вигляді рідкого шлаку, а частково виноситься разом із димовими газами.

Димові гази після попеловидалення димососом 23 подаються в димову трубу 24. При роботі котла із наддувом необхідність встановлення димососів відпадає.

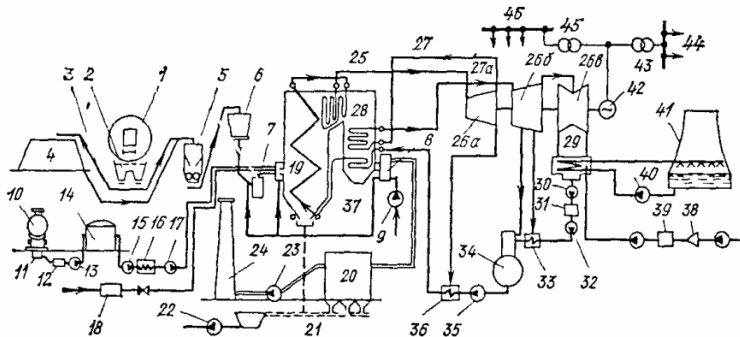


Рис. 1.4. Структурна схема технологічного процесу на ТЕС

Підігріта пара з вихідного колектора пароперегрівача поступає в циліндр високого тиску (ЦВТ) парової турбіни 26а. Після ЦВТ пара по “холодному” паропроводу проміжного перегріву 27 повертається в котел і поступає в проміжний пароперегрівач 28, у якому знову перегрівається до температури свіжої пари. По “гарячій” лінії проміжного перегріву 27а пара поступає в циліндр середнього тиску (ЦСТ) 26б, а потім в циліндр низького тиску (ЦНТ) 26в і з нього в конденсатор турбіни 29.

З конденсатозбірника конденсаторні насоси першого ступеня 30 подають конденсат на фільтри установки очищення конденсату 31, після якого насосом другого ступеня 32 конденсат прокачується через групу підігрівачів низького тиску (ПНТ) 33 в деаератор 34. В деаераторі вода доводиться до кипіння і при цьому звільнюється від агресивних газів O_2 і CO_2 , що попереджує корозію в пароводяному тракті.

Охолоджуюча вода прокачується через трубки конденсатора циркуляційним насосом 40 і потім поступає в баштовий охолоджувач (градирню) 41, де охолоджується на ту ж різницю температур, на яку вона нагрілась в конденсаторі. Електричний генератор 42, що обертається паровою турбіною, виробляє змінний електричний струм, який через підвищувальний трансформатор 43 іде на збірні шини відкритого розподільчого пристрою ТЕС. До виводів генератора через трансформатор власних потреб 45 приєднані також шини власних витрат 46. Таким чином, власні потреби енергоблоку (електродвигуни агрегатів, pomp, вентиляторів, млинів і т.д.) забезпечуються від генератора енергоблоку.

1.2.2. Технологія роботи АЕС

Сучасна атомна енергетика заснована на використанні енергії, що виділяється при розпаді ядер урану-235, який існує в природі, а також штучно одержуваних речовин, що діляться, плутонію-239 і урану-233. Розпад ядер можливий за певних умов, що викликало необхідність створення комплексу пристроїв для здійснення реакції розпаду – ядерного реактора.

Теплова енергія, що виділяється при розпаді ядер, відводиться з ядерного реактора прокачуванням через нього рідкого або газоподібного теплоносія. Ця енергія може бути перетворена в електричну шляхом одержання пари, призначеної для обертання турбоагрегатів, а також використана для підігріву води для побутових, промислових потреб або безпосередньо в енергоємних процесах, наприклад у хімічній або металургійній промисловості.

Призначення основного технологічного устаткування можна продемонструвати на прикладі спрощеної теплової схеми двоконтурної АЕС із водяним реактором.

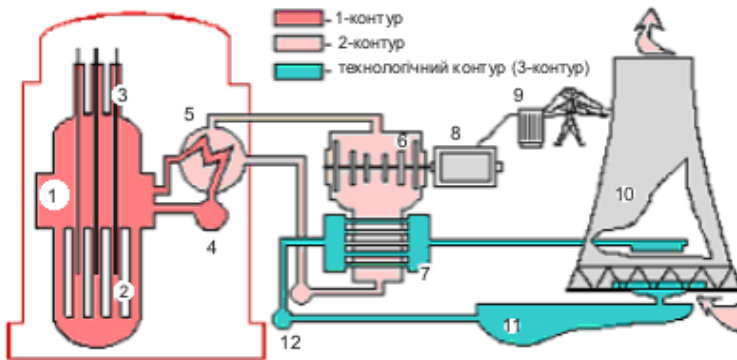


Рис. 1.5. Структурна схема технологічного процесу на АЕС

У реакторі (1) відбувається розігрів теплоносія (води), що по трубопроводах першого контуру головним циркуляційним насосом (4) направляється в парогенератор (5). Таким чином, призначенням першого контуру є передача теплоти, що виділяється в реакторі, робочому тілу. Активність тепловиділення у реакторі регулюється подачею стержнів у активну зону реактора (2) приводами подачі (3).

У парогенераторі (5) відбувається теплопередача від теплоносія робочому тілу другого контуру, виробляється пара, що подається на турбіну (6). Сам теплоносій із парогенератора за допомогою циркуляційного насоса по трубопроводах подається в реактор. Пара, що використовується у турбогенераторі, конденсується у конденсаторі (7) й повертається в парогенератор. Турбіна обертає генератор (8), який через підвищувальні трансформатори (9) подає у мережу електричну енергію. Охолодження вторинного контуру та безаварійну роботу АЕС, конденсацію пари забезпечує технологічний цикл охолодження, що передбачає наявність градирні (10), ставка-охолоджувача (11) та циркуляційного насоса (12).

1.2.3. Технологія роботи ГЕС

Гребля утворює водосховище, забезпечуючи постійний напір води. Вода через захисну сітку і регульований затвор – по сталевому трубопроводу тече до турбіни, над якою встановлений генератор.

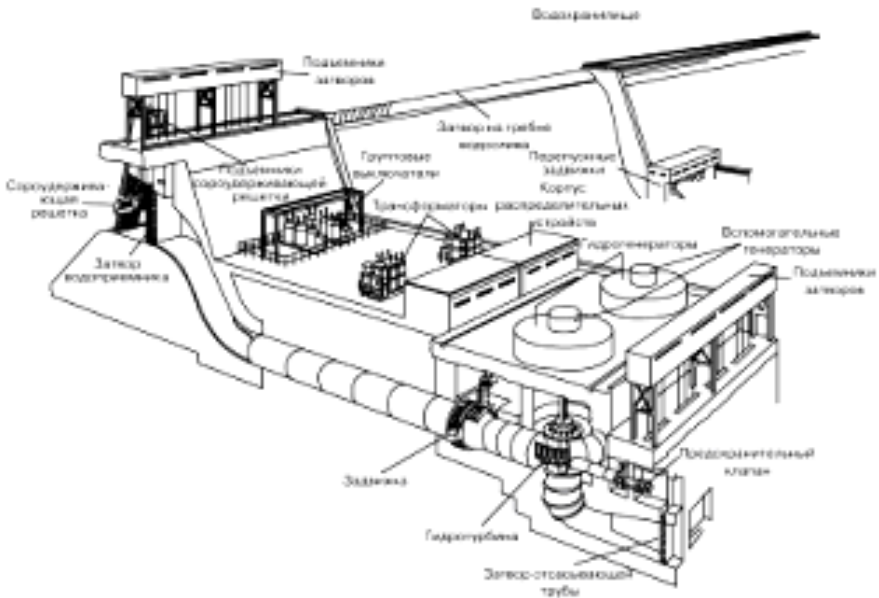


Рис. 1.6. Структурна схема технологічного процесу на ГЕС

Механічна енергія води за допомогою лопатей турбіни передається генераторам і в них перетворюється в електричну. Після проведення роботи вода стікає в ріку через тунель, що поступово розширяється, втрачаючи при цьому свою швидкість. Вихідна напруга гідрогенераторів у подальшому підвищується трансформаторами для передачі високовольтними лініями споживачам.

Гідросилове обладнання ГЕС включає в себе гідротурбіни і гідрогенератори. Основними елементами турбін є: підвідна частина (турбінна камера), гідромеханічна

частина – лопатева система (статор, направляючий апарат, робоче колесо) і відповідна частина – відсмоктувальна труба.

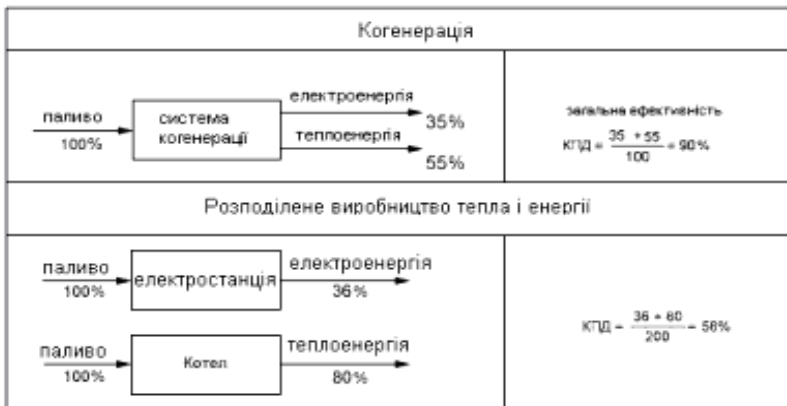
Електричне обладнання ГЕС включає в себе струмопроводи від генератора, силові трансформатори, станційні передачі високої напруги, відкритий розподільчий пристрій (ВРП), систему власних потреб (ВП), систему контролю і управління (СКУ) і центральний пункт управління (ЦПУ).

1.2.4. Технологія роботи когенераційних установок

Когенерацією називають комбіноване виробництво електричної (або механічної) і теплової енергії з одного і того ж первинного джерела енергії. При експлуатації традиційних (парових) електростанцій, у зв'язку з технологічними особливостями процесу генерації енергії, велика кількість виробленого тепла скидається в атмосферу через конденсатори пари, градирні і т.п. Велику частину цього тепла можна утилізувати і використати для теплових потреб. Це підвищує ефективність з 30-50% для електростанції до 80-90% в системах когенерації.

Таблиця 1.1

Порівняння між когенерацією і роздільним виробництвом електрики і тепла



Порівняння між когенерацією і роздільним виробництвом електрики і тепла наведено в таблиці 1.1, в якій використані типові значення ККД.

1.2.5. Технологія роботи паливних елементів

Паливні елементи перетворюють хімічну енергію водню і кисню безпосередньо в електроенергію без спалювання або механічної роботи в двигунах або турбінах.

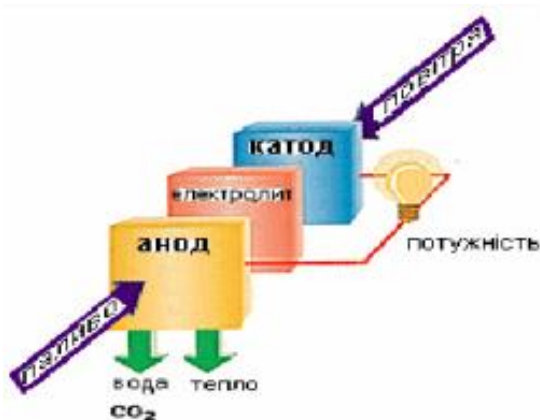


Рис. 1.7. Структурна схема технології роботи паливних елементів

Зміст роботи паливних елементів базується на окисленні водню. У паливних елементах паливо і окислювач (повітря) безперервно подаються до елемента. Оскільки не відбувається ніякого горіння, єдиним побічним продуктом є вода. Єдиний недолік полягає в тому, що водень в чистому вигляді не існує в природі. В даний час водень все ще одержують з природного газу. Це призводить до виділення вуглекислого газу, який, як прийнято вважати, сприяє настанню глобального потепління.

1.2.6. Технологія роботи паро-газових установок

Паро-газові установки – порівняно новий тип генеруючих станцій, що працюють на газі або на рідкому паливі. Пристрій складається з двох блоків: газотурбінної (ГТУ) і паросилової (ПС) установок.

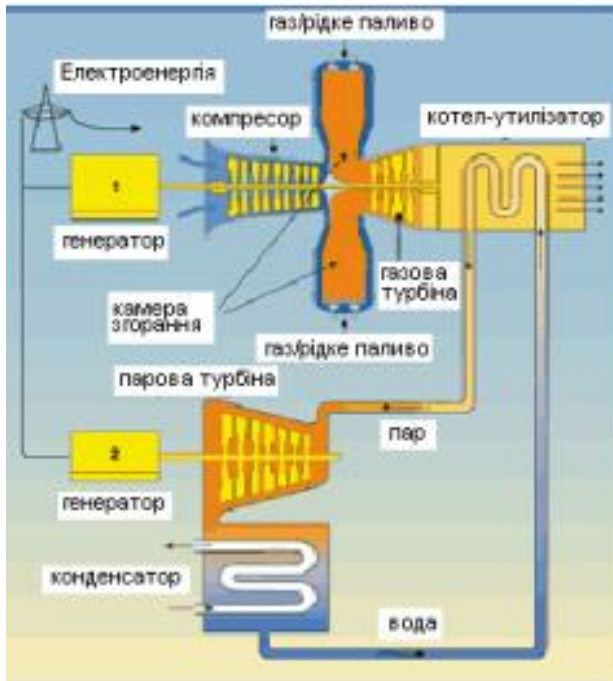


Рис. 1.8. Структурна схема паро-газових установок

У ГТУ обертання вала турбіни забезпечується продуктами горіння (газами), що утворилися в результаті спалювання природного газу, мазуту або солярки. У результаті згорання продукти горіння газотурбінної установки, що утворилися в камері, обертають ротор турбіни, а та, у свою чергу, крутить вал першого генератора.

У першому, газотурбінному, циклі ККД рідко перевищує 38%. Відпрацьовані в ГТУ продукти горіння, що все ще зберігають високу температуру, поступають в котел-утилізатор. Там вони нагрівають пару до температури і тиску (500 градусів за Цельсієм і 80 атмосфер), достатньої для роботи парової турбіни, до якої приєднаний ще один генератор. У другому, паросиловому, циклі використовується ще близько 20% енергії згорілого палива. В сумі ККД всієї установки виявляється близько 58%. Існують і деякі інші типи комбінованих ПГУ.

1.2.7. Технологія використання надлишкових тисків (турбодетандерні установки)

Принцип роботи заснований на тому, що газ з магістрального трубопроводу подають у детандер під високим тиском, він розширюється там і виходить з низьким тиском. Коли газ розширюється, його температура знижується, тому що він віддає при цьому теплову енергію. Завдяки зміні енергії газу відбувається робота: впливаючи при розширенні на соплові лопаті турбіни, газ змушує обертатися її вал. Лопаті перших двох ступенів виконані поворотними, що дозволяє при зміні тиску газу підтримувати номінальним його витрату в турбіні і тим самим стабілізувати вихідну потужність детандера. Вал турбіни зв'язаний з валом електрогенератора, чим і утворюється детандер-генераторний агрегат. Таким чином, енергія стиснутого газу, що викидалася колись в атмосферу, тепер перетвориться в електричну енергію без будь-яких витрат палива. Газ же низького тиску з турбіни направляється споживачу.

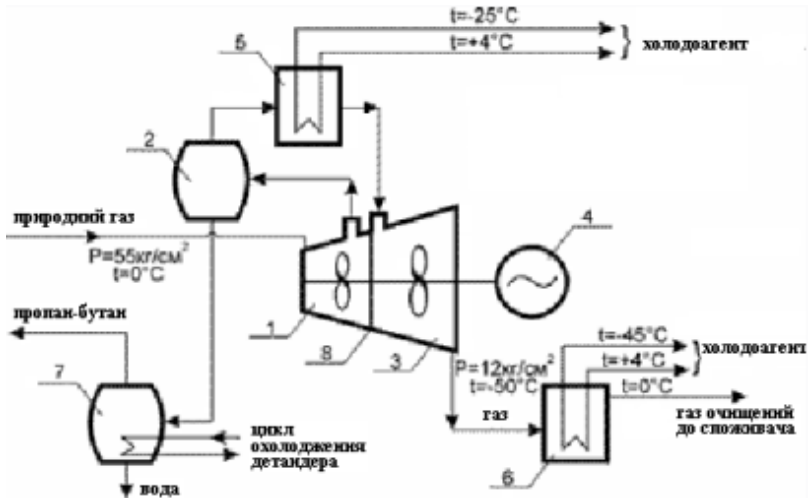


Рис. 1.9. Технологічна схема турбодетандерної установки:

1 – перший ступінь турбодетандера; 2 – сепаратор (пропан + бутан + вода) – газ; 3 – другий ступінь турбодетандера; 4 – електрогенератор; 5, 6 – теплообмінники-холодильники; 7 – сепаратор (пропан + бутан) – вода; 8 – розділова перегородка турбодетандера

1.3. Лінії електропередач (ЛЕП)

Найпоширеніші лінії електропередач – на змінному струмі, але існують і на постійному струмі. Лінія електропередач на постійному струмі в Україні – Волгоград-Донбас, протяжністю 473 км та потужністю 750 тис.кВт.

Напруги ліній електропередач – 110; 220; 500; 750; 1150; 1500 кВ.

Сучасними проблемами створення ліній електропередач є:

- ріст габаритів опор;
- екологічний фактор (шум, діє на психіку людини);
- низька діелектрична проникність повітря, як ізолятора;
- відчуження орної землі.

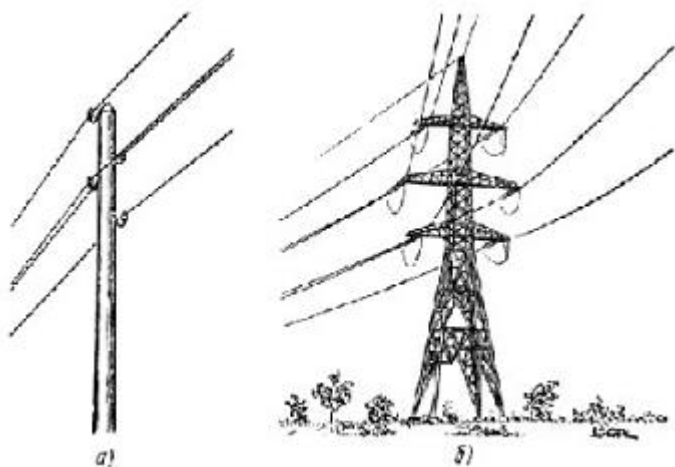


Рис 1.10. Повітряні лінії електропередач

Перспективи розвитку:

- зменшення опору (надпровідність) – провідники охолоджуються при звичайному тиску до температури -269°C , завдяки чого вони стають надпровідниками;
- підвищення напруги;
- газоізолюючі лінії – провідник розташовують в герметичній трубі, заповненій газом-діелектриком або утворюють вакуум;
- надвисокочастотні – у вигляді прямої труби із пінопласту, яка зсередини покрита мідною плівкою, по якій здійснюється розповсюдження електромагнітної хвилі при частоті 5-20 ГГц;
- безпровідні лінії електропередач.

1.4. Трансформаторні підстанції (ТП)

Вони призначені для трансформації електроенергії і її розподілу між споживачами.

Цю функцію виконують:

- розподільчі щити і збірки;
- різні типи трансформаторів;
- апарати захисту і управління;
- електровимірювальні прилади і засоби зв'язку;
- допоміжне обладнання.



Рис. 1.11. Загальний вид трансформаторної електростанції

1.5. Електромережа

Електромережа – це частина енергосистеми, яка складається з трансформаторної підстанції і ліній електропередач різних напруг на певній території.

*Електромережі класифікують за:
напругою:*

- електромережі з напругою до 1000 В;

- електромережі з напругою більше 1000 В (інспектор державного пожежного нагляду електромережі з напругою більше 1000 В не перевіряє).

видом струму:

- мережі постійного струму;
- мережі змінного струму: однофазні; трифазні; багатофазні.

призначенням:

- живлення – подає електроенергію від розподільчого пристрою трансформаторної підстанції до головного розподільчого щита об'єкту;
- розподільча (силова) – подає електроенергію від головного розподільчого щита об'єкту до силових споживачів або до квартирних щитків електролічильників;
- групова (освітлювальна) – подає електроенергію від головного розподільчого щита об'єкту до світильників і штепсельних розеток або від квартирних щитків електролічильників до квартир.

місцезнаходженням:

- зовнішні;
- внутрішні;
- відкриті;
- приховані.

1.6. Пожежна небезпека енергосистем

Пожежну небезпеку енергосистем необхідно розглядати за її складовими елементами.

Пожежна небезпека електростанцій буде визначатись їх типом і потужністю. Найбільш пожежонебезпечними із них будуть атомні електростанції.

Наприклад: на атомних електростанціях України у 1999 році виникло 5 пожеж, особовий склад від іонізуючого випромінювання не постраждав.

12.01.99 р. виникла пожежа в електророзподільчій шафі 1-го енергоблоку ЧАЕС;

14.01.99 і 03.09.99 р. виникли пожежі в допоміжних приміщеннях тієї ж станції;

01.05.99 р. на Південноукраїнській АЕС виникла пожежа теплоізоляції другого турбогенератора II енергоблоку;

23.04.99 р. в гермозоні реакторного цеху енергоблоку №5 Запорізької АЕС виникла пожежа в повітропроводі.

Аналіз протипожежного стану АЕС показує, що адміністрацією станцій дуже повільно вирішується питання посилення протипожежного захисту систем ядерної безпеки АЕС, не залучаються вітчизняні науково-виробничі фірми які мають технічну можливість виконати ряд протипожежних заходів.

Пожежна небезпека генераторів аналогічна пожежній небезпеці електричних машин. Але вона поглиблюється тим, що для потужних генераторів використовують примусову подачу масла в підшипники ковзання, а для зменшення вентиляційних втрат і покращення режиму охолодження в оболонках ротора знаходиться воднево-повітряна суміш. Отже, в результаті розгерметизації можливе витікання масла або водню і внаслідок цього – пожежі, вибухи. Наприклад: 04.01.91 р. виникла пожежа на ЧАЕС в машинному залі II енергоблоку в результаті короткого замикання і зміщення ротора. Внаслідок динамічних навантажень, виникла розгерметизація водневої системи охолодження ТГ-4 і вихід водню в машинний зал. Одночасно відбувся викид турбінного масла і його займання. Обстановка: висока густина задимленості в результаті горіння водню, масла, ізоляційних матеріалів і лакофарбових покриттів обладнання.

Пожежна небезпека трансформаторної підстанції визначається застосуванням маслонаповненого обладнання, в першу чергу масляних трансформаторів. Наприклад:

28.06.94 р. в 02 год. 42 хв. Виникла пожежа на ТП "Південна" (м. Луцьк). Пожежа завдала збитків на 250 тис. крб.

З 25 великих пожеж, які виникли на Україні в 2001 році, 8% від них становлять пожежі від короткого замикання електропроводки.

Вищенаведені приклади свідчать, що питання пожежної безпеки об'єктів народного господарства ще не всі вирішені, і ОДПО не завжди справляються з своїми обов'язками і, частково, внаслідок професійної невідповідності.

1.7. Схеми електропостачання промислових підприємств

Живлення струмоприймачів здійснюється за однією з трьох схем: радіальною, магістральною чи змішаною.

При **радіальній схемі** електроспоживачі 3 приєднуються безпосередньо до шин підстанції 1 або до проміжних розподільчих пунктів 2.

Перевага радіальних схем – це їх висока надійність (вихід з ладу однієї лінії не впливає на роботу інших), зручність операцій включення і відключення двигунів, зручність автоматизації.

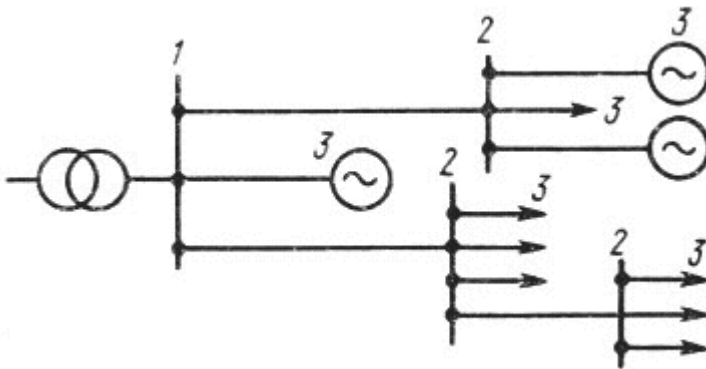


Рис 1.12. Радіальна схема електропостачання споживачів

Магістральна схема складається з декількох магістралей 5, до яких в будь-якій точці можна приєднати електроспоживачі 3. Переважно магістральні схеми застосовують при рівномірному розподілі електроспоживачів.

Магістральні схеми дешевше від радіальних; дозволяють переміщати технологічне обладнання без переробок мережі; але менш надійні, оскільки при виході з ладу однієї магістралі, всі споживачі, приєднані до цієї магістралі, залишаються без електроенергії.

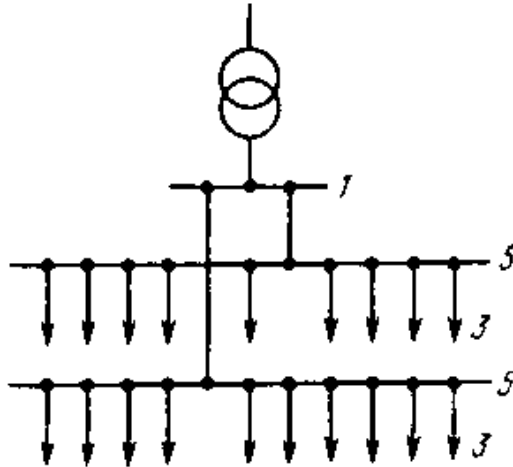


Рис 1.13. Магістральна схема електропостачання споживачів

У **змішаній схемі** деякі електроспоживачі отримують живлення по радіальних лініях, а інші – по магістральних шинопроводах.

1.8. Надійність енергопостачання

За надійністю електропостачання електроприймачі поділяються на 3 категорії:

Електроприймачі I категорії (п.1.2.17 ПУЭ) – це електроприймачі, припинення електропостачання на які може спричинити небезпеку для людей, значні збитки народному господарству, масовий брак продукції, розладнання складного технологічного процесу, порушення функцій особливо важливих елементів комунального господарства.

Із складу електроприймачів I категорії виділяється особлива група електроприймачів, безперервна робота яких необхідна для безаварійного виробництва з метою попередження загрози життю людей, вибухів, пожеж і пошкодження цінного основного обладнання.

Електроприймачі II категорії (п.1.2.18 ПУЭ) – це електроприймачі, припинення електропостачання на які призводить до масового недовипуску продукції, простою робітників і механізмів, порушенню нормальної життєдіяльності значної кількості міських і сільських жителів.

Електроприймачі III категорії (п.1.2.19 ПУЭ) – всі решта.

Електроприймачі I категорії повинні живитись (п.1.2.20 ПУЭ) від двох незалежних джерел і перерва їх електропостачання можлива на час автоматичного відновлення живлення.

Для електропостачання особливої групи електроприймачів I категорії повинно передбачатись третє незалежне джерело живлення.

Електроприймачі II категорії рекомендується забезпечувати електроенергією від 2-х незалежних джерел живлення. Допускається живлення електроприймачів II категорії по одній повітряній лінії, якщо ремонт можливо провести на лінії за одну добу, допускається також перерва на

час переключення на резервне джерело живлення черговим персоналом.

Для електроприймачів III категорії електропостачання може виконуватись від одного джерела живлення. Перерва можлива не довше ніж на одну добу.

Висновки:

Енергосистеми і електромережі подають до споживачів дешевий і екологічно чистий вид енергії - електричну. Надійність енергопостачання електроприймачів є основою нормального функціонування технологічних процесів, важливих комунікацій.

Розділ 2

Пожежонебезпечні прояви електричного струму

Пожежна безпека під час експлуатації електроустановок великою мірою залежить від їх технічного стану. Недооцінка пожежної небезпеки електрообладнання та електромереж приводить до пожеж та аварій. Згідно із статистичними даними, більше чверті всіх пожеж відбувається через загоряння електропроводки в результаті нагрівання провідників по всій довжині, іскріння чи горіння електричної дуги на якому-небудь елементі. В більшості випадків, причиною цього є струми короткого замикання. Пожежі від електричних пристроїв знаходяться на другому місці після пожеж, які були спричинені необережним поводженням з вогнем.

Ця проблема залишається актуальною і сьогодні. Для її вирішення необхідно аналізувати причини пожеж від електроустановок та рекомендації з метою їх профілактики.

Для визначення заходів та засобів пожежної безпеки збирають статистичні дані про пожежі. Найбільш небезпечними є пожежі в житлових будівлях, тому що вони супроводжуються загибеллю людей та значними матеріальними збитками. Електротехнічні пристрої в житлових будівлях спричиняють щороку до 13% від усіх пожеж. З них пожежі у навчальних закладах – до 5%, в адміністративно-громадських будівлях – до 3%, у торгових приміщеннях та складах – до 5%.

Пожежна небезпека електричного струму проявляє себе тепловою дією при проходженні у провідниках, коли електрична енергія перетворюється в теплову. Вона характеризується наявністю трьох чинників: горючої речовини, окислювача, джерела запалювання.

Горючими речовинами в електроустановках є: ізоляція проводів, кабелів та обмоток; установчі деталі корпусів апаратів, виконані з горючих матеріалів; навколишнє

середовище (пари ЛЗР, ГГ, пил, волокна, горючі предмети) в безпосередній близькості від електроустановок.

Окислювачем служить кисень повітря, який при відкритому монтажі електроустановок завжди може створювати пожежо- чи вибухонебезпечне середовище.

Основними причинами, які приводять до загорання горючих матеріалів, є аварійні режими роботи електроустановок. Короткі замикання в електропроводах та електрообладнанні, струмові перевантаження; утворення великих перехідних опорів та вихрових струмів, винос потенціалу, іскріння та електричні дуги є джерелами запалювання.

Метою профілактичної роботи є дослідити, проаналізувати причини виникнення пожеж та запропонувати відповідні заходи для створення умов безаварійної роботи електроустановок.

При короткому замиканні в електроустановках різко зростає струм в електромережі. В сучасних електричних системах струми короткого замикання можуть досягати десятків, і навіть, сотень тисяч ампер (в силових мережах – до 20-40 кА, в освітлювальних мережах – до 3-4 кА). Такі струми за незначний проміжок часу виділяють велику кількість тепла в провідниках, що викликає різке підвищення температури і займання горючої ізоляції, виникнення електричної дуги, розплавлення провідників з подальшим потужним викидом в навколишнє середовище електричних іскор, здатних викликати займання і вибух горючих матеріалів та вибухонебезпечних речовин.

Крім теплової дії, струми короткого замикання викликають між провідниками великі механічні зусилля. При недостатній міцності провідників та їх кріплень вони можуть бути зруйновані.

Раптове зниження напруги (на 30-40%), в результаті короткого замикання, може призвести до зупинки двигунів і розладу технологічного процесу.

При малій віддаленості і достатньо тривалому часі короткого замикання можливе порушення синхронності паралельно працюючих генераторів, що є, по суті, найбільшим небезпечним наслідком короткого замикання.

Крім того, струм, який виникає при короткому замиканні, небезпечний для життя людини.

Причини виникнення короткого замикання: неправильний монтаж електрообладнання, пошкодження ізоляції внаслідок перенапруги та прямих ударів блискавки, старіння ізоляції, механічні пошкодження, попадання струмопровідних предметів, обрив проводів ліній електропередач та інші причини.

Для недопущення виникнення коротких замикань необхідно проводити такі профілактичні заходи: правильно вибирати, монтувати та експлуатувати електромережі та електроустановки; постійно контролювати стан ізоляції; надійно кріпити струмоведучі частини електроустановок; запобігати попаданню сторонніх тіл в лінії електропередач та електроустановки; проводити планово–профілактичні ремонти та огляди; встановлювати апарати захисту для швидкого від'єднання аварійного обладнання; встановлювати автоматичні регулятори напруги, реактори і т. ін.

Пожежна безпека перевантаження пояснюється тепловою дією струму. При проходженні у провідниках струму, більшого за допустимий, температура ізоляції теж зростає понад допустиму. При двократному і більше перевантаженні провідників спалахування ізоляції не спостерігається, але вона швидше старіє і термін її служби різко скорочується. Тому перевантаження провідників небезпечне.

Виявити збільшення струму в електромережі можна за допомогою електровимірвальних приладів. Зафіксувати підвищення температури провідника можна візуально, на дотик та за допомогою контрольних приладів.

Основні причини виникнення струмових перевантажень – неправильний розрахунок і вибір перерізу проводів і кабелів, механічне перевантаження електродвигунів, обрив однієї з фаз живлення електродвигуна, зниження напруги в електромережі, паралельне вмикання в мережу непередбачених розрахунком струмоприймачів без збільшення перерізу провідників, попадання на провідники струму витоку і блискавки, підвищення температури навколишнього середовища.

Перевантаження двигуна можливе при: механічному перевантаженні на валу, зниженні напруги в мережі, роботі трифазного двигуна на двох фазах, неправильному виборі потужності двигуна.

Для профілактики струмових перевантажень необхідно здійснювати такі заходи: правильно розраховувати і вибирати переріз жил проводів і кабелів, не допускати вмикання непередбачених розрахунком споживачів в електромережу, своєчасно проводити планово-попереджувальні ремонти, не допускати роботу трифазного двигуна на двох фазах, правильно підбирати електродвигуни за потужністю і не допускати їх перевантаження, контролювати стан ізоляції і забезпечувати нормальний режим її охолодження, встановлювати апарати захисту і т. ін.

Іскри та електричні дуги виникають в таких випадках: комутація електричних кіл, нещільне прилягання контактів між щітками та колектором під час роботи електричних машин, пробой ізоляції, ударах блискавки, зварювання та різання металів.

Під дією електричного поля повітря між контактами іонізується і, при достатній величині напруги, проходить розряд, що супроводжується світінням повітря і потрійним розрядом (тліючий розряд). Із збільшенням напруги тліючий розряд переходить в іскровий, а при достатній потужності іскровий розряд може бути у вигляді дуги. Іскри та дуги за наявності в приміщенні легкозаймистих речовин та

горючих газів можуть бути причиною виникнення пожежі та вибуху.

Для зменшення пожежної небезпеки від електричних іскор та дуг необхідно: частини установок, що іскрять за умовами роботи, закривати кожухами або ковпаками; виносити апарати, які іскрять, з вибухонебезпечних приміщень; правильно виконувати з'єднання і окінцювання провідників; контролювати стан щіток, колекторів, контактів вимикачів, рубильників тощо.

Місце виникнення перехідного опору – місце з'єднання контактів або елементів електричного кола, по якому проходить струм. Якщо площа дотикання зменшується по якій-небудь причині, то перехідний опір стає великим. В місцях з великим перехідним опором зростає кількість виділеного тепла. Якщо нагріті контакти дотикаються до горючих матеріалів, то можливе їх спалахування, а при наявності вибухових речовин, можливий вибух. Пожежна небезпека перехідних опорів полягає в місцевому нагріві провідників і посилюється тим, що його важко виявити, оскільки струм в електричному колі не збільшується.

Основні причини виникнення великих перехідних опорів – поганий контакт (погана скрутка проводів, перекіс контактів, підгорання та оплавлення контактів), окислення контактів, з'єднання проводів з різнорідними жилами (наприклад, мідь і алюміній), дії на контакти вологого і хімічно-активного середовища, послаблення контакту через вібрації при експлуатації і т. ін.

Для усунення та недопущення перехідних опорів необхідно: ретельно з'єднувати проводи і кабелі (скруткою, пайкою, зварюванням, запресовуванням, застосуванням наконечників); для відводу тепла контакти повинні виготовлятися визначеної маси і поверхні; з'єднувати проводи з однорідними жилами; лудити контакти з міді, бронзи, латуні; використовувати спеціальні наконечники або затискачі; використовувати роз'єднувачі із самоочищуванням

(завдяки силам тертя) від окисної плівки; періодично оглядати і підтягувати кріплення гвинтів, болтів і т. ін.

Вихрові струми індукуються в масивних металевих тілах при перерізі їх силовими магнітними лініями, внаслідок чого в масивних провідниках виділяється тепло.

Вихрові струми мають двоякі властивості: корисні, тому що використовуються в електронагрівальних та електровимірювальних приладах; шкідливі, тому що нагрівають металеві сердечники та інші частини електричних машин.

Усунути повністю вихрові струми неможливо, але зменшити можна шляхом: виготовлення сердечників електричних машин і апаратів з окремих тонких пластин, ізольованих лаком і розташованих за напрямком магнітних силових ліній; використання спеціальних легованих сталей (з вмістом вуглецю до 4%) для зниження електричного опору; використання спеціальних систем охолодження (повітряних, масляних і т. ін.).

В результаті виносу потенціалу виникають струми витоку на землю по випадкових шляхах: металеві дахи; трубопроводи систем опалення, газопостачання, систем вентиляції; металоконструкції. На шляхах проходження струму виникають місця з великим перехідним опором, з іскрінням, а це, як правило, призводить до пожежі.

Причини виникнення виносу потенціалу бувають різні. Основні з них – це: пошкодження чи старіння ізоляції; неправильне прокладання проводів поблизу трубопроводів, металевих конструкцій будівель і споруд; відсутність заземлення електрообладнання.

З метою профілактики виносу потенціалу необхідно виконати такі заходи: періодично проводити замір опору ізоляції, влаштовувати заземлення; правильно прокладати проводи поблизу трубопроводів, встановлювати захисні пристрої (наприклад, диференційне реле витоку тощо).

Розділ 3

Вибухонебезпечні суміші та їх класифікація

3.1. Класифікація вибухонебезпечних сумішей за категоріями

Вибухонебезпечні суміші за нормальних умов здатні утворювати такі субстанції, як горючі рідини, пари легкозаймистих рідин, горючий пил або дрібні волокна з нижньою концентраційною межею поширення полум'я до 65 г/м^3 , а також пари горючих рідин, нагрітих в технологічних умовах до температури спалаху та вище.

Вибухонебезпечна суміш (ВНС) – суміш повітря з горючими газами, парюю, туманами, горючим пилом та волокнами, у якій за нормальних атмосферних умов після запалювання процес горіння (вибух) поширюється на весь об'єм суміші.

Горючий пил або волокна вважаються вибухонебезпечними, якщо в разі їх мимовільного загорання в установці за його визначеною нижньою концентраційною межею згідно з ГОСТ 12.1.044 виникає надмірний тиск газів як мінімум 5 кПа .

До вибухонебезпечної суміші належать суміші горючих газів та пари легкозаймистої рідини з киснем, хлором або іншими окислювачами.

Газо-пароповітряне вибухонебезпечне середовище – вибухонебезпечне середовище, яке утворюється повітрям з горючими газами, парюю, туманами.

Пило-повітряне вибухонебезпечне середовище – вибухонебезпечне середовище, яке утворюється повітрям з вибухонебезпечними пилом і волокнами.

Горючий газ (ГГ) – газ, який в суміші з повітрям у відповідній пропорції утворює газове вибухонебезпечне середовище.

Горюча пара – пара легкозаймистої рідини, яка в суміші з повітрям у відповідній пропорції утворює пароповітряне вибухонебезпечне середовище.

Легкозаймиста рідина (ЛЗР) – горюча рідина, яка здатна запалитися від короткочасного впливу джерела запалювання тривалістю до 1 с з низькою енергією (полум'я сірника, іскра, тліюча сигарета тощо), з температурою займання не більше $+61$ °С у закритому тиглі або $+66$ °С у відкритому тиглі.

Горюча рідина (ГР) – рідина, яка здатна загорітися від джерела запалювання, самостійно горіти після його видалення і має температуру займання понад $+61$ °С у закритому або $+66$ °С у відкритому тиглі.

Горючий туман – краплі ЛЗР, що перебувають у завислому стані в повітрі і утворюють пароповітряне вибухонебезпечне середовище.

Нижня (верхня) концентраційна межа поширення полум'я (НКМПП) – мінімальна (максимальна) концентрація горючої речовини в однорідній суміші з окислювальним середовищем, за якої можливе поширення полум'я в суміші на будь-яку відстань від джерела загоряння.

Температура спалаху – найнижча температура матеріалу (речовини), за якої згідно із встановленими умовами випробувань над його поверхнею утворюється пара, здатна спричинити спалах у повітрі під впливом джерела запалювання, але швидкість утворення пари недостатня для підтримання стійкого горіння.

Температура займання – найнижча температура матеріалу (речовини), за якої згідно із встановленими умовами випробувань над його поверхнею утворюється пара або газу з такою швидкістю, що після їх запалювання виникає стійке горіння.

Температура самозаймання – найнижча температура матеріалу (речовини), за якої згідно із встановленими умовами випробувань відбувається різке збільшення швидкості

екзотермічних реакцій окислення матеріалу (речовини), які закінчуються полуменевим горінням.

Температура тління – температура матеріалу (речовини), за якої відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій окислення матеріалу (речовини), що призводить до його (її) тління.

Пил – дрібні тверді частинки в повітрі, які осідають під дією власної ваги, але деякий час можуть перебувати в повітрі у зваженому стані.

Температура самозаймання пило-повітряної суміші – найнижча температура внутрішньої поверхні випробувальної печі, за якої в ній виникає самозаймання пило-повітряної суміші.

Струмопровідний пил – пил з електричним питомим опором не більше 1000 Ом м.

Горючий пил – пил, суміш повітря з яким у визначених пропорціях при атмосферному тиску та температурі створює вибухонебезпечне пило-повітряне середовище.

Гібридні середовища – пило-повітряні середовища, які мають у своєму складі вибухонебезпечні пари і гази в концентрації понад 20% їх нижньої концентраційної межі поширення полум'я.

Вибухонебезпечне середовище, яке належить до одного і того ж класу, може відрізнятись за своїми фізико-хімічними і пожежонебезпечними параметрами.

Наприклад: Згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 до зон класів 2 належать зони, в яких наявні суміші горючих газів або парів легкозаймистих рідин, які утворюють вибухонебезпечні суміші з повітрям тільки при аварійних режимах.

Розглянемо, що це за ЛЗР та горючі гази:

- бензин, ацетон, бензол, толуол, тощо;
- водень, ацетилен, етилен і т. п.

Безумовно що пожежна небезпека бензолу і ацетилену неоднакова. Тому електрообладнання, яке є безпечним для експлуатації скажімо в бензолоповітряному середовищі,

може не відповідати вимогам безпеки у воднево-повітряному середовищі.

Крім того, не всі вибухонебезпечні суміші є небезпечними при зовнішньому контакті з електрообладнанням. Це пояснюється тим, що в реальному електрообладнанні потенційні джерела запалювання (ДЗ) за своїм місцезнаходженням відносно оболонки можна поділити на два види: внутрішні та зовнішні.

Внутрішні можуть виникнути лише всередині оболонки машин, апаратів, приладів, і тому контакт такого джерела запалювання з навколишнім середовищем можливий лише крізь щілини, проміжки, отвори та інші нещільності в оболонці.

Зовнішнім джерелом запалювання може бути лише нагріта поверхня самої оболонки (корпусу) електричного двигуна, світильника, апарата.

Для того, щоб запобігти загорянню вибухонебезпечного зовнішнього середовища від внутрішніх джерел запалення, в електрообладнанні необхідно:

1. Не допускати контакту ДЗ зі середовищем (наприклад герметизацією оболонки апарата чи заповненням цієї оболонки інертним середовищем);

2. Не допустити контакт ДЗ з середовищем, яке проникло всередину оболонки, а саме:

- забезпечити малу потужність ДЗ, недостатню для запалення середовища;
- забезпечити неможливість передачі (переходу) полум'я вибуху з внутрішнього простору назовні крізь щілини, проміжки в оболонці.

Запобігти ж контакту навколишнього середовища із зовнішніми поверхнями електрообладнання неможливо, тому для попередження загорання ВНС від зовнішніх ДЗ необхідно, щоб температура самозаймання цього середовища була вищою за температуру нагрівання зовнішніх поверхонь електрообладнання.

Отже, для запобігання вибухо-, пожежонебезпеки, крім класів зон, необхідно враховувати пожежонебезпечні параметри вибухонебезпечних сумішей, такі як:

- температура самозаймання (для ЛЗР та газів);
- температура спалаху (для ЛЗР);
- концентраційна межа поширення полум'я;
- температурні межі поширення полум'я;
- швидкість розповсюдження горіння.

Для того, щоб дати конкретну характеристику того чи іншого класу та для кращого розуміння і засвоєння матеріалу, необхідно нагадати деякі терміни та визначення.

Виходячи із цього, вибухонебезпечні суміші розподіляються за категоріями та групами.

В основу класифікацій вибухонебезпечних сумішей за категоріями покладено їх властивість передавати, за певних умов, під час вибуху полум'я з оболонки електрообладнання в навколишнє середовище через щілини між фланцями. При цьому, за умовами безпеки, вважають, що вірогідність передачі вибуху з оболонки в навколишнє середовище за реальних умов експлуатації повинна бути не більше 10^{-8} (1 випадок на 100000000 випробувань).

Цей же принцип покладено в основу одного із видів вибухозахисту електрообладнання – вибухонепроникної оболонки.

Визначення категорії вибухонебезпечної суміші здійснюється на спеціальному устаткуванні.

Дослідження починають з встановлення проміжку 1 мм між фланцями і якщо число передачі вибуху перевищує 50% від числа випробувань, тоді проміжок зменшують і випробування повторюють.

Отже, категорії ВНС визначають за здатністю передавати вибух через проміжки та щілини в оболонці електричних машин, апаратів, приладів тощо. Для цього використовують поняття так званої **безпечної експериментальної максимальної щілини (БЕМЩ)**.

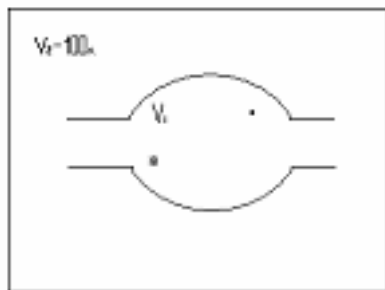


Рис. 3.1. Устаткування для визначення категорії вибухонебезпечної суміші

V_1 – 2,5 л; V_2 – 100л; джерело запалювання – іскра магнето

Безпечна експериментальна максимальна щілина – максимальний проміжок між фланцями оболонки, крізь який не передається вибух з оболонки в навколишнє середовище за будь-якої концентрації горючих газів у повітрі.

Згідно з ГОСТ 12.1.011, залежно від величини БЕМЩ вибухонебезпечні суміші повітря з газами або з парою ЛЗР поділяються на такі категорії (табл. 3.1):

Таблиця 3.1

Категорії вибухонебезпечних сумішей повітря з газами або з парою згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 (2001р.)

Категорія суміші	Найменування суміші	Значення БЕМЩ, мм
II	Промислові гази і пара	-
II А	Те саме	0,9 і більше
II В	-"-	більше 0,5, але менше 0,9
II С	-"-	0,5 і менше

Таблиця 3.2

Категорії вибухонебезпечних сумішей ГГ та парів ЛЗР з повітрям згідно з ПУЭ

Категорія ВНС	Назва речовини	БЕМЩ, мм
I	рудниковий метан	більше 1,0
II	промислові ГГ і пари ЛЗР	
II А		більше 0,9
II В		більше 0,5, але менше 0,9
II С		0,5 і менше

До введення в дію стандартів на вибухозахищене електрообладнання останні розроблялися і маркувалися згідно з „Правилами изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования” (ПИБРЭ) ОАА.684.053-67. Крім того, в експлуатації використовується обладнання, розроблене і марковане згідно з „Правилами изготовления взрывозащищенного электрооборудования” (ПИБРЭ), затвердженими в 1960 і 1963 роках.

Таблиця 3.3

Категорії вибухонебезпечних сумішей згідно з ПИВЭ (1960, 1963 рр.); ПИБРЭ (1967 р.)

Категорія	БЕМЩ, мм
1	більше 1,0
2	від 0,65 до 1,00
3	від 0,35 до 0,65
4	до 0,35

Слід мати на увазі, що значення БЕМЩ визначається лабораторно-дослідним методом для спеціальної за формою та об'ємом оболонки електрообладнання, і тому не може

слугувати для контролю розмірів цих проміжків, щілин в оболонках реальних машин, апаратів, приладів.

Таблиця 3.4

Порівняння категорій ВНС згідно різних нормативів

Згідно з ПИВЭ і ПИВРЭ		Згідно з ГОСТ 12.1.011-78 (ПУЭ) „Система стандартів безпеки праці”			Згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01
Категорія суміші	Величина проміжку, мм	Категорія суміші	Назва суміші	БЕМЩ, мм	Категорія суміші
1	більше 1мм	I	Рудниковий метан	більше 1мм	II
		II	Промислові пари і газ		
2	від 0,65 до 1,0	II А	Промислові пари і газ	більше 0,9	II А
3	від 0,35 до 0,65	II В	Промислові пари і газ	від 0,5 до 0,9	II В
4	менше 0,35	II С	Промислові пари і газ	менше 0,5	II С

Отже, небезпека вибухонебезпечної суміші залежить від безпечної експериментальної максимальної щілини. Чим менша щілина, тим більш небезпечна суміш. Найнебезпечніші суміші вказані у нижній частині таблиці.

3.2. Класифікація вибухонебезпечних сумішей за групами

В основу класифікації вибухонебезпечних сумішей на групи покладено температуру самозаймання.

Температурою самозаймання суміші, парів ЛЗР або горючих газів називається найнижча температура, до якої повинна бути нагріта суміш для того, щоб через різке збільшення швидкості екзотермічної реакції під час

окислення матеріалу (речовини) з'явилося полуменеве горіння без дії зовнішнього джерела запалення.

Залежно від температури самозаймання вибухонебезпечні суміші згідно з ПИВЭ, ПИВРЭ, ГОСТ 12.1.011(ПУЭ) і ДНАОП 0.00-1.32-01 поділяються на групи:

Таблиця 3.5

Групи вибухонебезпечних сумішей ГГ та парів ЛЗР з повітрям згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 і ПУЭ

Група ВНС	Температура самозаймання, °С
T1	понад 450°С
T2	300 ÷ 450°С
T3	200 ÷ 300°С
T4	135 ÷ 200°С
T5	100 ÷ 135°С
T6	85 ÷ 100°С

Таблиця 3.6

*Групи вибухонебезпечних сумішей згідно з ПИВРЭ
ОАА.684.053-67*

Група	Температура самозаймання, °С
T1	понад 450°С
T2	300 ÷ 450°С
T3	200 ÷ 300°С
T4	135 ÷ 200°С
T5	100 ÷ 135°С

Таблиця 3.7

Групи вибухонебезпечних сумішей згідно з ПИВЭ

Група	Температура самозаймання, °С
А	понад 450°С
Б	300 ÷ 450°С
Г	175 ÷ 300°С
Д	120 ÷ 175°С

Таблиця 3.8

Порівняння класифікації вибухонебезпечних сумішей за групами згідно з різними нормативними документами

ПІВЭ		ПІВРЭ		ГОСТ 12.1.011 і ДНАОП 0.00-1.32- 01	
Гру- па	Темпера- тура самозайман- ня, °С	Гру- па	Темпера- тура самозайман- ня, °С	Гру- па	Темпера- тура самозайман- ня, °С
А	понад 450°С	T1	понад 450°С	T1	понад 450°С
Б	300 ÷ 450°С	T2	300 ÷ 450°С	T2	300 ÷ 450°С
Г	175 ÷ 300°С	T3	200 ÷ 300°С	T3	200 ÷ 300°С
Д	120 ÷ 175°С	T4	135 ÷ 200°С	T4	135 ÷ 200°С
		T5	100 ÷ 135°С	T5	100 ÷ 135°С
				T6	85 ÷ 100°С

Отже, методика визначення категорії та групи заданої ВНС на практиці полягає у співставленні її назви з даними цієї таблиці.

ВНС горючого пилу та дрібних волокон не класифікується за категоріями та групами, але для оцінки їх пожежної небезпеки відносно електрообладнання в ПУЭ (табл. 7.3.4) наводиться ряд параметрів, а саме – НКМПП, температура тління, займання та самозаймання. Найбільш поширені вибухонебезпечні суміші горючого пилу та дрібних волокон, а також парів легкозаймистих рідин та горючих газів розміщені в табл. 7.3.3 і 7.3.4 ПУЭ.

Група вибухонебезпечних сумішей парів легкозаймистих рідин та горючих газів з повітрям тим небезпечніша, чим нижча температура самозаймання.

3.3. Класифікація вибухозахищеного електрообладнання за групами та температурними класами

Наведена нижче класифікація вибухонебезпечних сумішей дозволяє робити вибір того чи іншого електрообладнання, яке забезпечує вибухобезпечність в даному середовищі, а також дозволяє виконувати контроль за правильністю такого вибору.

Електрообладнання, яке задовольняє цим вимогам, називається вибухозахищеним.

Вибухозахищене електротехнічне обладнання – електротехнічний виріб спеціального призначення, який виконано таким чином, що усунена або утруднена можливість запалення навколишнього вибухонебезпечного середовища під час експлуатації цього виробу.

Згідно з ГОСТ 12.2.020-76 „Електрооборудование взрывозащищенное. Термины, определения. Классификация” **вибухозахищене електрообладнання поділяється:**

- за рівнями вибухозахисту – залежно від умов забезпечення вибухозахисту;
- за видами вибухозахисту – залежно від технічного виконання засобів вибухозахисту;
- за групами – залежно від сфери використання;
- за температурними класами - залежно від значення температури нагрівання поверхні оболонки.

Залежно від сфери використання вибухозахищене електрообладнання згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 належить до групи II.

Електрообладнання групи II, яке має вибухозахист „вибухонепроникна оболонка” та (або) „іскробезпечне електричне коло”, поділяється на три підгрупи, які відповідають вибухонебезпечним сумішам відповідно до таблиці 3.9.

Знак II у даній таблиці застосовується для електрообладнання, яке не поділяється на підгрупи.

Таблиця 3.9

Підгрупи електрообладнання групи II з видами вибухозахисту „вибухонепроникна оболонка” та (або) „іскробезпечне електричне коло”

Група електроустановки	Підгрупа електроустановки	Категорія вибухонебезпечної суміші, для якої електрообладнання є вибухозахищеним
II	--	IIA, IIB і IIC
	IIA	IIA
	IIB	IIA і IIB
	IIC	IIA, IIB і IIC

Електрообладнання групи II в залежності від значення граничної температури поділяється на шість температурних класів зазначених у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Температурні класи електрообладнання групи II

Температурний клас електрообладнання	Гранична температура, °C	Група вибухонебезпечної суміші, для якої електрообладнання є вибухозахищеним
T1	450	T1
T2	300	T1 ÷ T2
T3	200	T1 ÷ T3
T4	135	T1 ÷ T4
T5	100	T1 ÷ T5
T6	85	T1 ÷ T6

Згідно з ГОСТ 12.2.020-76 „Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация” (ПУЭ) залежно від сфери використання, **вибухозахищене електрообладнання поділяється на дві групи та підгрупи:**

- перша група (знак I) – охоплює електрообладнання, яке призначене для експлуатації в підземних умовах (шахти, рудники) і тому має назву - рудникове;
- друга група (знак II) – охоплює електрообладнання для експлуатації в наземних умовах, в приміщеннях, на відкритому повітрі.

Електрообладнання II групи для двох видів вибухозахисту, а саме: „Вибухонепроникна оболонка” або „Искробезпечне електричне коло” поділяється на три підгрупи, відповідно до категорій вибухонебезпечних сумішей, тому саме умовні позначення підгруп електрообладнання аналогічні умовним позначенням категорій вибухонебезпечних сумішей, в яких це обладнання забезпечує безпечну експлуатацію.

Таблиця 3.11

Групи вибухозахищеного електрообладнання згідно з ПУЭ

Знак групи	Знак підгрупи (тільки для видів вибухозахисту d та i)	Категорії ВНС, для яких електрообладнання є вибухозахищеним
I		рудниковий метан
II		IIA, IIB, IIC
	IIA	IIA
	IIB	IIA, IIB
	IIC	IIA, IIB, IIC

Електрообладнання II групи, залежно від температури нагрівання оболонки, поділяється на температурні класи.

Таблиця 3.12

Температурні класи вибухозахищеного електрообладнання згідно з ПУЭ

Знак температурного класу	Температура поверхні нагріву оболонки		Групи ВНС, для яких електрообладнання є вибухозахищеним
	(°C)	(°K)	
T1	450	723	T1
T2	300	573	T1, T2
T3	200	473	T1, T2, T3
T4	135	408	T1, T2, T3, T4
T5	100	373	T1, T2, T3, T4, T5
T6	85	358	T1, T2, T3, T4, T5, T6

Таблиця 3.13

Класифікація вибухозахищеного електрообладнання відповідно до категорій ВНС згідно з ПИВЭ та ПИВРЭ

Категорії вибухонебезпечних сумішей в маркуванні вибухозахищеного електрообладнання, виготовленого згідно з ПИВЭ та ПИВРЭ	Категорія вибухонебезпечних сумішей згідно з ГОСТ 12.1.011-78 (ПУЭ), для яких електрообладнання є захищеними
1	IIA
2	IIA
3	IIA, IIB
4	IIA, IIB, IIC

Маркування вибухозахисту електрообладнання вказує граничні умови навколишнього середовища під час його експлуатації.

Таблиця 3.14

Класифікація вибухозахищеного електрообладнання відповідно до груп ВНС згідно з ПИВЭ та ПИВРЭ

Групи вибухонебезпечних сумішей в маркуванні вибухозахищеного електрообладнання, виготовленого згідно з ПИВЭ та ПИВРЭ		Групи вибухонебезпечних сумішей згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 та ГОСТ 12.1.011-78 (ПУЭ), для яких електрообладнання є захищеним
ПИВРЕ	ПИВЕ	
T1	A	T1
T2	B	T1 ÷ T2
T3	-	T1 ÷ T3
T4	Г	T1 ÷ T4
T5	Д	T1 ÷ T5
		T6

Знання цього матеріалу необхідне для того, щоб розібратися в маркуванні вибухозахищеного електрообладнання і на цій основі правильно підбирати його за виконанням залежно від умов навколишнього середовища.

Розділ 4

Характеристика приміщень і зон за умовами середовища

4.1. Класифікація приміщень та основні визначення

На основі ПУЕ всі приміщення можна поділити на такі види:

1. Сухі
2. Вологі
3. Сирі
4. Особливо сирі
5. Гарячі
6. Запилені
7. З хімічно активним середовищем

Приміщення – простір, обмежений з усіх сторін захисними конструкціями: стінами (в тому числі з вікнами і дверима) зі стелею (перекриттям) і підлогою. Простір під горищем і простір, огорожений сітчастими захисними конструкціями, не є приміщенням.

Зовнішня установка – установка, розміщена поза приміщенням (зовні) просто неба або під дахом чи за сітчастими захисними конструкціями.

Сухими приміщеннями називають приміщення, в яких відносна вологість повітря не перевищує 60%.

Наприклад: житлові, громадські, лікувальні, навчальні і інші приміщення, інструментальні цехи, цехи холодної обробки металів, штампування.

Відносна вологість – відношення маси водяної пари, яка є в одиниці об'єму повітря, до маси (ваги) водяної пари, яка б знаходилася в цьому об'ємі за тої ж температури, але при повній насиченості повітря водяною парою.

Вологі – приміщення, в яких пара або волога, яка конденсується лише короткочасно, є в невеликих

кількостях, а відносна вологість повітря більше 60%, але не перевищує 75%.

Наприклад: неопалювані сховища негорючих матеріалів, кухні в квартирах, деякі підвальні приміщення.

Сирі – приміщення, в яких відносна вологість повітря тривалий час перевищує 75%.

Наприклад: ванні кімнати, кухні громадських їдалень, водонапірні станції, підвальні приміщення.

Особливо сирі – приміщення, в яких відносна вологість повітря близька до 100% (стеля, стіни, підлога покриті вологою).

Наприклад: лазні, пральні, окремі цехи обробки шкіри, миловарні, цукрові, пивоварні заводи.

Гарячі – це приміщення, в яких температура постійно або періодично перевищує +35°C.

Наприклад: ливарні, термічні цехи, сушильні камери, котельні.

Запилені – приміщення, в яких за умовами виробництва виділяється технологічний пил в такій кількості, що він може осідати на проводи, проникати всередину машин, апаратів і т.п.

Наприклад: оздоблювальні цехи цементних заводів, формувальні, дробильні цехи.

З хімічно-активним середовищем – приміщення, в яких постійно або протягом тривалого часу утримуються агресивні пари, гази, рідини, утворюючи відкладення або плісняви, які руйнують ізоляцію і струмопровідні частини електрообладнання.

Наприклад: цехи отримання кислот, лугів, аміаку, добрив, сироватки, сховища хімікатів.

Крім цих видів приміщень є ще більш небезпечні приміщення, їх ділянки та зовнішні установки. Це пожежота вибухонебезпечні зони.

4.2. Класифікація вибухонебезпечних зон

Вибухонебезпечна зона – простір у приміщенні або навколо зовнішньої установки, у якому присутнє вибухонебезпечне середовище або воно може утворюватися внаслідок природних чи виробничих чинників у такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів захисту у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

4.2.1. Класифікація вибухонебезпечних зон згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 (р. 4.5) та основні визначення

Клас вибухонебезпечної зони, згідно з яким виконуються вибір і розміщення електроустановок, в залежності від частоти і тривалості наявного вибухонебезпечного середовища визначається технологіями разом з електриками проектною або експлуатаційною організацією.

Класи вибухонебезпечних зон характерних виробництв та категорії, групи вибухонебезпечних сумішей повинні відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв вибухо-, пожежонебезпеки.

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 бути тільки в межах корпусів технологічного обладнання.

Наприклад: корпуси технологічного обладнання, яке знаходиться у вибухонебезпечних зонах класів 1 та 2; турбогенератори електричних станцій з водневим охолодженням тощо.

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).

Наприклад: при завантаженні технологічних апаратів; зберіганні або переливанні легкозаймистих рідин, які знаходяться у відкритих ємностях; відкритих нафтовловлювачів тощо.

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.

Наприклад: приміщення для зберігання балонів з горючими газами, закриті сховища легкозаймистих рідин, насосні по перекачці легкозаймистих рідин, автозаправні станції, зарядні станції акумуляторних батарей, лакувальні та фарбувальні цехи, тощо.

Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газо-пароповітряного 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 відбувається 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 пилового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пило-повітряної суміші.

Наприклад: при виготовленні вугільного та торф'яного пилу, дерев'яної муки, цукрової пудри тощо.

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 у випадку аварії.

Ця зона може включати простір поблизу обладнання, що утримує пил, який може вивільнятися шляхом витoku та формувати пилові утворення.

Наприклад: розмелювальні відділення млинів; склади муки, вугілля, торфу, сланцю, зберігання сажі; цехи шліфування деревини тощо.

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) якщо розрахунковий надлишковий тиск вибуху газопароповітряної вибухонебезпечної суміші перевищує 5 кПа, то вибухонебезпечна зона займає весь об'єм приміщення;

3) вибухонебезпечна зона класів 20, 21, 22 займає весь об'єм приміщення;

4) якщо розрахунковий надлишковий тиск вибуху газопароповітряної вибухонебезпечної суміші рівний або менший за 5 кПа, то 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) якщо розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні не перевищує 0,5 кПа, то вибухонебезпечна зона відсутня;

б) якщо розрахунковий надлишковий тиск вибуху пилоповітряної суміші, парів ГР дорівнює або менший за 5 кПа, то наявна пожежонебезпечна зона, що визначається згідно з вимогами підрозділу 1.3;

7) простір за межами вибухонебезпечних зон класу 2 і 22 не вважається вибухонебезпечним, якщо немає інших умов, що створюють для нього вибухонебезпеку.

Приміщення виробництв, пов'язаних з газоподібним воднем, у яких технологічний процес з урахуванням дії природної витяжної вентиляції унеможливує появу розрахункового надмірного тиску спалаху, що перевищує визначене галузевими нормами значення як під час нормальної роботи, так і в разі аварії чи виробничої неполадки, мають вибухонебезпечну зону класу 2 тільки у верхній частині приміщення від відмітки 0,75 м загальної його висоти від рівня підлоги, але не вище кранової колії, якщо така є (наприклад, приміщення електролізу води, зарядні станції тягових і пускових акумуляторних батарей).

У разі використання для фарбування виробів, які можуть утворювати вибухонебезпечні суміші, коли фарбувальні та сушильні камери розміщуються у загальному технологічному потоці виробництва при виконанні вимог ГОСТ 12.3.005, зона вважається вибухонебезпечною в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від відкритих прорізів фарбувальних і сушильних камер.

Під час безкамерного фарбування виробів зона вважається вибухонебезпечною в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від краю ґрат, від свіжопофарбованих виробів і смонтей з горючими матеріалами.

Клас вибухонебезпечної зони на відстані 5 м визначається галузевими нормативними документами в залежності від способу фарбування і характеристики лакофарбових матеріалів, а також з урахуванням класу вибухонебезпечної зони в приміщенні.

Зона в приміщеннях витяжних вентиляторів вважається вибухонебезпечною того ж класу, що й зона приміщень, які вони обслуговують. Зони в приміщеннях нагнітальних вентиляторів, які обслуговують приміщення з вибухонебезпечними зонами будь-якого класу, не належать до вибухонебезпечних, якщо нагнітальний повітропровід обладнаний зворотними клапанами, що самі закриваються і не допускають проникнення вибухонебезпечних сумішей в приміщення нагнітальних вентиляторів у разі припинення подачі повітря.

За відсутності зворотних клапанів зони в приміщеннях нагнітальних вентиляторів вважаються вибухонебезпечними того ж класу, що й зони приміщень, які вони обслуговують.

Класи й розміри вибухонебезпечних зон для зовнішніх вибухонебезпечних установок повинні прийматися відповідно до норм технологічного проектування та особливостей технологічних процесів і затверджуватися в установленому порядку згідно з чинним законодавством.

У всіх випадках слід враховувати досвід експлуатації діючих вибухонебезпечних установок.

За відсутності обмежень у відомчих нормативних документах для зовнішніх установок допускається приймати вибухонебезпечну зону класу 2 в межах до:

- 0,5 м по горизонталі і вертикалі від закритих віконних і дверних прорізів зовнішніх стін приміщення в разі примикання до прорізу вибухонебезпечних зон класів 1, 21 (виняток для прорізів вікон, заповнених склоблоками);
- 3 м по горизонталі і вертикалі від закритих технологічних апаратів, заповнених горючими газами

та ЛЗР; від витяжних вентиляторів, які встановлені зовні приміщень і обслуговують приміщення з вибухонебезпечними зонами класів 1, 21;

- 5 м по горизонталі і вертикалі від пристрою для викиду із запобіжних і дихальних клапанів ємностей і технологічних апаратів з горючими газами або ЛЗР; від відкритих прорізів у зовнішніх стінах приміщення в разі примикання до прорізу вибухонебезпечних зон класів 1, 2, 21; від розташованих на захисних конструкціях будинків пристроїв для викиду повітря із систем витяжної вентиляції приміщень з вибухонебезпечними зонами класів 1, 21;
- 20 м по горизонталі і вертикалі від місця відкритого зливу і наливу для естакад з відкритим зливом і наливом ЛЗР.

Біля зовнішніх установок, які виділяють в атмосферу горючі гази, пару ЛЗР під час нормальної роботи, є обмежена вибухонебезпечна зона класу 1 (наприклад, біля нафтових свердловин, клапанів, місць відкритого зливу і наливу ЛЗР). За відсутності даних у відомчих нормативних документах зону класу 1 допускається приймати в межах не більше 1 м від місця викиду газів, пари ЛЗР. За межами вибухонебезпечної зони класу 1 буде, як правило, знаходитися вибухонебезпечна зона класу 2.

Зони біля трубопроводів горючих газів, ЛЗР не є вибухонебезпечними за винятком зон класу 2 в межах до 3 м по горизонталі і вертикалі від запірної арматури і фланцевих з'єднань трубопроводів.

Зони в приміщеннях і зони навколо зовнішніх установок, у яких тверді, рідкі і газоподібні горючі речовини спалюються як паливо або утилізуються шляхом спалювання, не належать до вибухонебезпечних. Для установок, що періодично працюють, повинні виконуватися вимоги згідно з пунктом 4.6.7 ДНАОП 0.00-1.32-01.

Під час технологічних процесів з використанням відкритого вогню або поверхонь, нагрітих вище температури самозаймання горючих речовин, що використовуються, зони в приміщеннях і зовні приміщень у межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від відкритого вогню або нагрітих поверхонь не є вибухонебезпечними (наприклад, простір біля електричних печей, що відкриваються).

Вибухонебезпечні зони в приміщеннях, де містяться легкі гази, пара ЛЗР та ГР, що характеризуються як вибухонебезпечні зони класу 1, допускається відносити до вибухонебезпечних зон класу 2 за умов:

1) улаштування систем вентиляції з установкою декількох вентиляційних агрегатів. У разі аварійної зупинки одного з них решта агрегатів повинна повністю забезпечити потрібну продуктивність систем вентиляції, а також достатню рівномірність дії вентиляції в усьому об'ємі приміщення, включаючи підвали, канали та їх повороти;

2) улаштування автоматичної сигналізації, що діє на відключення електропостачання установки в разі виникнення в будь-якому пункті приміщення концентрації горючих газів або пари ЛЗР, що не перевищує 20% нижньої концентраційної межі поширення полум'я, а для шкідливих вибухонебезпечних газів – з урахуванням їх концентрації до гранично допустимої згідно з ГОСТ 12.1.005. Кількість сигнальних приладів, їх розташування, а також система їх резервування повинна забезпечувати безвідмовну дію сигналізації.

Приміщення лабораторій з вибухонебезпечними зонами класу 2 за дотримань вказаних заходів допускається не відносити до вибухонебезпечних.

У приміщеннях без вибухонебезпечних зон, відділених стінами (з дверними прорізами або без них) від вибухонебезпечних зон суміжних приміщень, зону в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від прорізу дверей слід приймати відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Клас зони приміщення, суміжного з вибухонебезпечною зоною іншого приміщення

Клас вибухонебезпечної зони	Клас зони приміщення, суміжного з вибухонебезпечною зоною іншого приміщення і	
	стіною (перегородкою) з дверима, які знаходяться у вибухонебезпечній зоні	стіною (перегородкою) без отворів або з отворами, обладнаними тамбур-шлюзами або дверима, які знаходяться поза вибухонебезпечною зоною
1	2	Не вибухо- і не пожежонебезпечна
2	Не вибухо- і не пожежонебезпечна зона	Не вибухо- і не пожежонебезпечна
21	22	Не вибухо- і не пожежонебезпечна
22	Не вибухо- і не пожежонебезпечна зона	Не вибухо- і не пожежонебезпечна

У всіх випадках стіни і перегородки між приміщеннями повинні бути пило-газонепроникними, а двері – протипожежними і такими, що відчиняються в бік менш небезпечної зони та самі зачиняються.

Розміщення підстанцій і електроприміщень у будинках і приміщеннях з вибухонебезпечними зонами треба виконувати відповідно до вимог підрозділу “Розподільні пристрої, трансформаторні і перетворювальні підстанції”.

На виробництві дуже часто використовують документацію, де фігурують старі класифікації зон приміщень. Для того, щоб допомогти перейти до нової класифікації приміщень, необхідно знати стару класифікацію і методика переходу із старої на нову.

4.2.2. Класифікація вибухонебезпечних зон згідно з ПУЕ

При визначенні вибухонебезпечних зон приймається, що:

а) вибухонебезпечна зона в приміщенні займає весь об'єм приміщення, якщо об'єм вибухонебезпечної суміші перевищує 5% вільного об'єму приміщення;

б) вибухонебезпечною вважається зона в приміщенні в межах до 5м по горизонталі і вертикалі від технологічного апарата, з якого можливе виділення горючих газів або парів ЛЗР, якщо об'єм вибухонебезпечної суміші рівний або менший за 5% вільного об'єму приміщення. Приміщення за межами вибухонебезпечної зони необхідно вважати вибухобезпечним, якщо немає інших факторів, які створюють в ньому вибухонебезпеку;

в) вибухонебезпечна зона зовнішніх вибухонебезпечних установок обмежена розмірами, визначеними в п.7.3.44 (ПУЕ).

Примітка:

1. Об'єми вибухонебезпечних газо-пароповітряних сумішей, а також час утворення пароповітряної суміші визначаються згідно з "Указаниями по определению категории производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности", затвердженими у встановленому порядку.

2. В приміщеннях з категоріями А, Б і Е електрообладнання повинно відповідати вимогам даного підрозділу до електроустановок у вибухонебезпечних зонах відповідних класів.

Зони класу В-І – зони, розташовані в приміщеннях, в яких виділяються горючі гази та пари ЛЗР в такій кількості і з такими властивостями, що вони можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних режимах роботи, наприклад, при завантаженні або розвантаженні технологічних апаратів, зберіганні або переливанні ЛЗР, які знаходяться у відкритих ємностях.

Зони класу В-Ia – зони, розташовані в приміщеннях, в яких при нормальній експлуатації вибухонебезпечні суміші горючих газів або парів ЛЗР з повітрям не утворюються, а можливі тільки в результаті аварій або несправностей.

Зони класу В-Iб – зони, розташовані в приміщеннях, в яких при нормальній експлуатації вибухонебезпечні суміші горючих газів або парів ЛЗР з повітрям не утворюються, а можливі тільки в результаті аварій або несправностей і які відрізняються однією з таких особливостей:

Горючі гази в цих зонах мають високу НКМПП (15% і більше) і різкий запах при гранично допустимих концентраціях за ГОСТ 12.1005-76 (наприклад машинні зали аміачних компресорних і холодильних абсорбційних установок).

Приміщення виробництв, пов'язаних з наявністю газоподібного водню, в яких за умовами технологічного процесу виключається можливість утворення вибухонебезпечної суміші в об'ємі, що перевищує 5% вільного об'єму приміщення, мають вибухонебезпечну зону тільки у верхній частині приміщення. Вибухонебезпечна зона умовно приймається від відмітки 0,75 загальної висоти приміщення, рахуючи від рівня підлоги, але не вище кранового шляху, якщо такий є (наприклад, приміщення електролізу води, зарядні станції тягових і пускових акумуляторних батарей).

Пункт 2 не розповсюджується на електромашинні приміщення з турбогенераторами з водневим охолодженням при умові забезпечення електромашинного приміщення витяжною вентиляцією з природним збудженням; ці електромашинні приміщення мають нормальне середовище.

До класу В-Iб належать також зони лабораторних та інших приміщень, в яких горючі гази і ЛЗР є в невеликих кількостях, недостатніх для утворення вибухонебезпечної суміші в об'ємі, який перевищує 5% вільного об'єму приміщення, і в яких роботи з горючими газами і ЛЗР

проводяться без використання відкритого полум'я. Ці зони не належать до вибухонебезпечних, якщо робота з горючими газами і ЛЗР проводиться у витяжних шафах або під витяжними зонтами.

Зони класу В-Іг – простір навколо зовнішніх установок: технологічних установок, які містять горючі гази або ЛЗР (за винятком зовнішніх аміачних компресорних установок, вибір електрообладнання для яких проводиться згідно з п.7.3.64 (ПУЭ)), надземних і підземних резервуарів з ЛЗР або горючими газами (газгольдери), естакад для зливу та наливу ЛЗР, відкритих нафтовловлювачів, ставків-відстійників з плаваючою нафтовою плівкою і т.п.

До зон класу В-Іг також належить:

простір біля прорізів в зовнішніх загороджувальних конструкціях приміщень з вибухонебезпечними зонами класів В-І, В-Іа та В-ІІ (виняток - прорізи вікон з заповненням склоблоками);

простір біля зовнішніх загороджувальних конструкцій, коли на них розташовані пристрої для викиду повітря із систем витяжної вентиляції приміщень з вибухонебезпечними зонами будь-якого класу або якщо вони знаходяться в межах зовнішньої вибухонебезпечної зони;

простір навколо запобіжних та дихальних клапанів емностей і технологічних апаратів з горючими газами і ЛЗР.

Для зовнішніх вибухонебезпечних установок вибухонебезпечною зоною класу В-Іг вважається зона в межах до:

а) 0,5 м по горизонталі і вертикалі від прорізів в зовнішніх загороджувальних конструкціях приміщень з вибухонебезпечними зонами класів В-І, В-Іа, В-ІІ;

б) 3 м по горизонталі та вертикалі від закритого технологічного апарата, що містить горючі гази або ЛЗР; від витяжного вентилятора, встановленого зовні (на вулиці) і який обслуговує приміщення з вибухонебезпечними зонами будь-якого класу;

в) 5 м по горизонталі та вертикалі від пристроїв для викиду із запобіжних і дихальних клапанів, ємностей і технологічних апаратів з горючими газами або ЛЗР, від розташованих на загороджувальних конструкціях будівель пристроїв для викиду повітря із систем витяжної вентиляції приміщень з вибухонебезпечними зонами будь-якого класу;

г) 8 м по горизонталі та вертикалі від резервуарів з ЛЗР або горючими газами (газгольдери); при наявності обвалування - в межах всієї площі всередині обвалування;

д) 20 м по горизонталі та вертикалі від місця відкритого зливу та наливу для естакад з відкритим зливом і наливом ЛЗР.

Естакади з закритими зливно-наливними пристроями, естакади і опори під трубопроводи для горючих газів та ЛЗР не належать до вибухонебезпечних, за винятком зон в межах до 3 м по горизонталі та вертикалі від запірної арматури та фланцевих з'єднань трубопроводів, в межах яких електрообладнання повинно бути вибухозахищеним для відповідних категорії та групи вибухонебезпечної суміші.

Зони класу В-II – зони, розташовані в приміщеннях, в яких виділяється горючий пил або волокна, що переходять в завислий стан в такій кількості і з такими властивостями, що вони здатні утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних режимах роботи (наприклад, при завантаженні та розвантаженні технологічних апаратів).

Зони класу В-IIа – зони, розташовані в приміщеннях, в яких небезпечний стан, вказаний в попередньому пункті, не виникає при нормальній експлуатації, а можливий тільки в результаті аварій або несправностей.

Зони в приміщеннях і зони зовнішніх установок в межах до 5м по горизонталі та вертикалі від апарата в якому наявні або можуть виникнути вибухонебезпечні суміші, але технологічний процес ведеться з застосуванням відкритого вогню, розжарених частин або технологічні апарати мають поверхню, нагріту до температури самозаймання горючих

газів, парів ЛЗР, горючого пилу або волокон, не є по відношенню до електрообладнання вибухонебезпечними. Класифікацію середовища зовнішніх установок за межами вказаної 5-метрової зони необхідно визначати в залежності від технологічних процесів, що застосовуються в даному середовищі.

Зони в приміщеннях і зони зовнішніх установок в яких тверді рідини і газоподібні горючі речовини спалюються в якості палива або утилізуються шляхом спалювання, не належать в частині їх електрообладнання до вибухонебезпечних.

4.3. Класифікація пожежонебезпечних зон (ДНАОП 0.00-1.32-01, р.р. 5.2, 5.3)

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 конструктивних заходів під час монтажу та експлуатації електрообладнання.

Клас пожежонебезпечних зон характерних виробництв повинен відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв за вибухо-, пожежонебезпекою.

У виробничих приміщеннях та складах категорії В, згідно з Наказом МНС України від 03.12.2007 року № 833. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою, електрообладнання повинно відповідати вимогам цього розділу і відноситься до електрообладнання в пожежонебезпечних зонах відповідного класу.

Пожежонебезпечна зона класу П-I – простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, яка має температуру займання понад +61 °С.

Наприклад: сховища мінерального масла, насосні для перекачування горючих рідин, цехи просочування пряжі маслом, гаражі, сіркоплавильні відділення тощо.

Пожежонебезпечна зона класу П-II – простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна.

Наприклад: чесальні, ткацькі, прядильні, тріпальні цехи текстильних фабрик; зерноочисні приміщення млинів, елеваторів; цехи бавовняно- та льонопрядильних фабрик тощо.

Пожежонебезпечна зона класу П-IIIa – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Наприклад: склади мануфактури, паперу, меблів; книгосховища, бібліотеки, музеї, архіви, складальні цехи деревообробних заводів, меблеві фабрики тощо.

Пожежонебезпечна зона класу П-IIIb – простір поза приміщенням, в якому знаходяться горюча рідина, яка має температуру займання понад +61°С або тверді горючі речовини.

Наприклад: відкриті або під навісом сховища мінерального масла, мазуту, вугілля, торфу, дерева тощо.

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 залежно 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, в яких розташовані нагнітальні вентилятори, що працюють із застосуванням рециркуляції повітря, або (і) витяжні вентилятори, які обслуговують приміщення з пожежонебезпечними зонами класу П-П, належать до пожежонебезпечних класу П-П.

Зони навколо вентиляторів місцевих витяжок, 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 загороджувальними конструкціями і обслуговують пожежонебезпечні зони класу П-П, а також пожежонебезпечні зони будь-якого класу місцевих витяжок, слід застосовувати електродвигуни як для пожежонебезпечної зони класу П-П.

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.

Розділ 5

Маркування вибухозахищеного електрообладнання

5.1. Рівні вибухозахисту електрообладнання

Вибухозахищене електрообладнання, як ми вже зазначали раніше, крім поділу на групи та температурні класи ділиться:

- за *рівнями вибухозахисту* – залежно від умов забезпечення вибухозахисту;
- за *видами вибухозахисту* – залежно від технічного виконання засобів вибухозахисту.

Згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 встановлені такі *рівні вибухозахисту електрообладнання*, що характеризують ступінь надійності електрообладнання:

- **Електрообладнання (електротехнічний пристрій) підвищеної надійності проти вибуху** – вибухозахищене електрообладнання, у якому вибухозахист забезпечується тільки у визначеному режимі його роботи. Знак рівня – 2.
- **Вибухозахищене електрообладнання (електротехнічний пристрій)** – вибухозахищене електрообладнання, у якому вибухозахист забезпечується як при нормальному режимі роботи, так і при ймовірних пошкодженнях, які визначаються умовами експлуатації, крім пошкоджень засобів вибухозахисту. Знак рівня – 1.
- **Особливо вибухозахищене електрообладнання (електротехнічний пристрій)** – вибухозахищене електрообладнання, у якому щодо вибухозахищеного електрообладнання (електротехнічного пристрою) вжито додаткових заходів вибухозахисту, які передбачені стандартами на види вибухозахисту. Знак рівня – 0.

Згідно з ПИВРЭ та ПУЭ, рівні вибухозахисту електрообладнання позначаються:

Таблиця 5.1

Рівні вибухозахисту електрообладнання

Рівень	Знак рівня	
	Згідно ПИВРЭ (дод.2 с.629 ПУЭ)	Згідно з ГОСТ 12.2.020-76 (п.7.3.32 ПУЭ)
Електрообладнання підвищеної надійності проти вибуху	Н	2
Вибухозахищене електрообладнання	В	1
Особливо вибухозахищене електрообладнання	О	0

Згідно з ПИВЭ рівні вибухозахисту не передбачені.

Вибір рівнів вибухозахисту пов'язують із класами зон.

Таблиця 5.2 (табл.4.7 – ДНАОП 0.00-1.32-01)

Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електричних машин (стаціонарних і пересувних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту і ступінь захисту
1	2
0	Особливо вибухозахищене електрообладнання
1	Вибухозахищене обладнання
2	Підвищеної надійності проти вибуху
20	Особливо вибухозахищене і вибухозахищене електрообладнання (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01)
21	Вибухозахищене електрообладнання (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01)

Продовження табл. 5.2

1	2
22	Без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01). Частини машин, що дають іскріння (наприклад, контактні кільця), повинні бути замкнені в оболонку зі ступенем захисту IP54.

Таблиця 5.3 (табл.4.8 – ДНАОП 0.00-1.32-01)

Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електричних апаратів та приладів (стаціонарних, пересувних і переносних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту і ступінь захисту
0	Особливо вибухозахищене електрообладнання
1	Вибухозахищене обладнання
2	Підвищеної надійності проти вибуху. Дозволяється застосовувати електро-обладнання без засобів вибухозахисту для апаратів і приладів, що не іскрять і не нагріваються вище +80°C в оболонці зі ступенем захисту не менше IP54
20	Особливо вибухозахищене і вибухозахищене електрообладнання (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01)
21	Вибухозахищене електрообладнання (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01)
22	Без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01). Оболонки зі ступенем захисту не менше IP54.

Таблиця 5.4 (табл.4.9 – ДНАОП 0.00-1.32-01)

Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електричних світильників (стаціонарних і переносних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту і ступінь захисту
0	Особливо вибухозахищене електрообладнання
1	Вибухозахищене електрообладнання
2	Підвищеної надійності проти вибуху з видом захисту „п”. Дозволяється застосовувати світильники, в яких відсутні засоби вибухобезпеки за умови, що максимальна температура поверхні світильника не перевищує значень, які наведені в таблиці 1 ГОСТ 2278.0. Ступінь захисту IP54. Умови використання таких світильників повинні бути узгоджені в установленому порядку. Світильники з люмінесцентними лампами відповідно до ГОСТ 17677 повинні мати ступінь захисту не нижче IP53
20	Особливо вибухозахищене і вибухозахищене електрообладнання (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01)
21	Електрообладнання підвищеної надійності проти вибуху (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01)
22	Без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог згідно з п.4.6.9 ДНАОП 0.00-1.32-01). Оболонки зі ступенем захисту не менше IP54.

Для класів зон визначених згідно з ПУЭ, використовуються табл. 7.3.10, 7.3.11, 7.3.12 ПУЭ.

Правильно вибраний рівень дозволяє забезпечити надійну роботу електрообладнання у вибухонебезпечних зонах.

Рівні вибухозахисту досягаються певними видами вибухозахисту електрообладнання.

5.2. Види вибухозахисту електрообладнання

Вид вибухозахисту електрообладнання (електротехнічного пристрою) – сукупність заходів, які встановлені нормативними документами. Ці види вибухозахисту визначені в стандартах на вибухозахищене електрообладнання.

Вибухозахищене електрообладнання може мати такі **види вибухозахисту:**

Вибухонепроникна оболонка виду „d” – оболонка, яка утримує тиск всередині та унеможливорює його розповсюдження з оболонки в навколишнє вибухонебезпечне середовище.

Всі струмопровідні частини цього електрообладнання поміщені в оболонку, яка представляє собою міцну закриту конструкцію, що має одну або декілька внутрішніх порожнин, фланці і зазори між ними певних розмірів. Оболонка виключає можливість займання навколишнього середовища від електрообладнання при будь-яких режимах його роботи, що досягається завдяки трьом факторам:

- вибухонепроникності;
- вибухостійкості;
- температурного режиму оболонки.

Вибухонепроникність полягає в тому, що щілини між фланцями мають малий розмір (σ) і велику довжину (l) і вибух із порожнини в навколишнє середовище передаватись не буде, оскільки продукти вибуху при проходженні між фланцями охолоджуються до температури, що нижча від

температури самозаймання навколишнього вибухонебезпечного середовища.

Вибухостійкість – це механічна міцність оболонки. Міцність оболонки визначається розрахунковим шляхом і повинна відповідати максимальному тиску.

Дослідним шляхом визначено, що $P_{випр.} = 1-4 \text{ кг/см}^2$ (атм.), тому на підприємствах, де виготовляється дана продукція, електрообладнання випробовується гідравлічним тиском $P_{випр.} = 3-10 \text{ кг/см}^2$.

Температурний режим оболонки забезпечує, що при будь-яких нормальних режимах роботи електрообладнання (пуск, робота, зупинка) його нагріті частини не зможуть запалити вибухонебезпечну суміш.

Температурний режим оболонки задається температурним класом електрообладнання.

Іскробезпечне електричне коло “і” – електричне коло монтується так, щоб електричний розряд або нагрівання не могли запалити вибухонебезпечне середовище в умовах спеціальних випробувань, тому що кількість теплової енергії, що виділяється, недостатня для запалення.

Це досягається в основному шляхом використання слабкострумової апаратури і влаштування нерухомих контактів.

Температура нагріву елементів такого електрообладнання під час його роботи не повинна перевищувати 100°C .

Захист виду „е” – вид вибухозахисту, який полягає в тому, що в електрообладнанні або його вузлах нема деталей, що нормально іскрять і додатково вжито заходів, які утруднюють появу небезпечного нагрівання, електричних іскор і дуг як на внутрішніх, так і на зовнішніх частинах електрообладнання при нормальних і пускових режимах роботи. Це досягається влаштуванням механічно міцної оболонки волого-, термо- і хімічностійкої ізоляції,

влаштуванням пилонепроникних ввідних пристроїв і температурним режимом оболонки.

Захист „масляне заповнення оболонки виду „о” – вид вибухозахисту електрообладнання, в якому оболонка електрообладнання заповнюється маслом або рідким негорючим діелектриком. При цьому всі частини, що нормально іскрять і не іскрять, занурені в спеціальне масло ($t_{спалаху} = 135^\circ$, $U_{пробивна} = 17-20$ кВ/мм) або рідкий негорючий діелектрик, що забезпечує ізоляцію твердих частинок між собою і їх ізоляцію від вибухонебезпечних сумішей, а також гасіння утворених електричних дуг шляхом відбору тепла.

Рівень масла повинен бути вищим від частин електрообладнання, що іскрять, але не менше, ніж на 25 мм і від частин електрообладнання, що не іскрять, - не менше, ніж на 10 мм.

Температура масла не повинна перевищувати 100°C для вибухонебезпечних сумішей груп $T_1- T_4$ і 80°C – для T_5-T_6 .

Захист „заповнення або продування обладнання надлишковим тиском виду „р” – вид вибухозахисту електрообладнання, в якому оболонка електрообладнання заповнюється або продувається надлишковим тиском повітря чи інертного газу. При цьому виключається подання всередину оболонки вибухонебезпечних сумішей шляхом підтримання надлишкового тиску в оболонці не нижче 10 мм. вод. ст.

Для контролю за тиском використовуються спеціальні сигналізатори падіння тиску, які подають сигнал обслузі і включають систему автоматичного блокування і відключення живлення електрообладнання.

Захист „кварцеве заповнення оболонки виду „q” – вид вибухозахисту електрообладнання, за якого оболонка електрообладнання заповнюється кварцовим піском або іншим негорючим порошком.

Цим попереджається прорив електричної дуги через шар піску і горіння вибухонебезпечних сумішей в окремих

малих об'ємах між піщинками (принцип вогнеперешкоджувача).

Захист „герметизація компаундом „m” – вид вибухозахисту електрообладнання, в якому будь-яка його частина, яка здатна запалити вибухонебезпечне середовище через іскріння або нагрівання, замкнена в компаундну оболонку.

Спеціальний вид вибухозахисту „s” – вибухозахист, заснований на принципах, відмінних від наведених вище видів вибухозахисту електрообладнання, але достатніх для його здійснення.

Електрообладнання даного виду має струмопровідні частини, залиті епоксидною смолою або іншими негорючими компонентами або захисну оболонку, яка постійно перебуває під надлишковим тиском інертного газу або повітря (без продування).

Спеціальний вид вибухозахисту „n” – електрообладнання, що відповідає вимогам стандартів щодо електричних приладів, які в нормальному режимі експлуатації не мають нагрітих поверхонь, здатних до загорання, та не створюють електричних дуг або іскор. Електричні параметри (напруга, струм, індуктивність та ємність) в їх колах, включаючи кабелі, не перевищують значень, наведених у ГОСТ 22782.5 з коефіцієнтом 1.

Електрообладнання з цим видом вибухозахисту слід застосовувати для вибухобезпечних зон класу 2.

Вибухозахищене електрообладнання має такі умовні позначення видів вибухозахисту:

- | | | |
|----|---|------------------|
| 1. | Вибухонепроникна оболонка | - d ГОСТ 22782.6 |
| 2. | Заповнення або продування обладнання надлишковим тиском | - p ГОСТ 22782.4 |
| 3. | Іскробезпечне електричне коло | - i ГОСТ 22782.5 |
| 4. | Кварцове заповнення оболонки | - q ГОСТ 22782.2 |
| 5. | Масляне заповнення оболонки | - o ГОСТ 22782.1 |
| 6. | Захист виду „e” | - e ГОСТ 22782.7 |

- | | | | |
|----|-------------------------------|-----|--------------|
| 7. | Спеціальний вид вибухозахисту | - s | ГОСТ 22782.3 |
| 8. | Захист виду „m” | - m | |
| 9. | Захист виду „п” | - n | |

Таблиця 5.5

Види вибухозахищеного електрообладнання та їх маркування згідно з ПУЕ, ПИВЭ та ПИВРЭ

Види вибухозахищеного електрообладнання	ГОСТ (ПУЭ)	ПИВЭ ПИВРЭ
Вибухонепроникна оболонка	d	В
Заповнення або продування обладнання надлишковим тиском	p	П
Іскробезпечне електричне коло	i	І
Кварцове заповнення оболонки	q	К
Масляне заповнення оболонки	o	М
Спеціальний вид вибухозахисту	s	С
Захист виду „e” (підвищена надійність)	e	Н
Автоматичне відключення від джерела електроенергії	-	А

З допомогою виду вибухозахисту забезпечується вибраний рівень вибухозахисту електрообладнання.

Рівень вибухозахисту 0 (О) означає, що дане електрообладнання вибухозахищене за будь-якої кількості пошкоджень. Рівень вибухобезпеки **0 (О)** може бути забезпечений тільки іскробезпекою за будь-якої кількості пошкоджень в нормальному і аварійному режимах, тобто видом **і (И)**. Це значить, що іскри, які виникають при пошкодженні цього електрообладнання, не в змозі запалити вибухонебезпечну суміш, оскільки

$$W_{искр.} \leq 0,4 W_{мин.}$$

де $W_{искр.}$ – енергія іскри, Дж;

$W_{мін.}$ – мінімальна енергія, яка необхідна для запалення вибухонебезпечної суміші, Дж.

Таке обладнання називають ще іскробезпечним.

Рівень вибухозахисту 1 (В) означає, що дане електрообладнання вибухозахищене при ймовірних пошкодженнях. Рівень вибухозахисту **1 (В)** може бути забезпечений такими видами вибухозахисту :

d (В) – вибухонепроникною оболонкою, яка запобігає передачі вибуху при запаленні суміші всередині оболонки;

p (П) – заповнення або продування обладнання надлишковим тиском з використанням приладу автоматичного відключення при недопустимому зниженні тиску;

q (К) – заповнення оболонки кварцовим піском;

o (М) – занурення струмопровідних частин в масло;

s (С) – спеціальні засоби, які виключають запалення суміші;

i (И) – іскробезпечність при ймовірних пошкодженнях;

A – миттєве автоматичне відключення напруги зі струмопровідних частин при порушенні захисної оболонки, що запобігає запаленню суміші.

Рівень вибухозахисту 2 (Н) означає, що дане електрообладнання вибухозахищене за нормальних умов експлуатації. Рівень вибухозахисту **2 (Н)** може бути забезпечений такими видами вибухозахисту:

i (И) – іскробезпечністю електрообладнання тільки в нормальному режимі;

p (П) – продуванням оболонки електрообладнання надлишковим тиском за допомогою чистого повітря або інертного газу з приладом сигналізації про недопустиме зниження тиску;

e (Н) – засобами і заходами, які перешкоджають виникненню небезпечних іскор, електричних дуг і перегріву.

5.3. Маркування вибухозахищеного електрообладнання

5.3.1. Маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 та ПУЭ

Маркування вибухозахищеного електрообладнання містить умовні позначення всіх його характеристик в такій послідовності (зліва направо):

- знак рівня вибухозахисту електрообладнання (2, 1, 0);
- знак Ex, який вказує на відповідність електрообладнання стандартам на вибухозахищене електрообладнання (Explosionproof – вибухозахищений);
- знак виду вибухозахисту (d, p, i, q, o, e, s, m, n);
- знак групи або підгрупи електрообладнання (II, IIA, IIB, IIC);
- знак температурного класу електрообладнання (T1, T2, T3, T4, T5, T6).

У маркуванні вибухозахисту можуть міститися додаткові знаки і написи відповідно до стандартів на електрообладнання з окремими видами вибухозахисту.

Зокрема у маркуванні іскробезпечних кіл – знаки а, в, с.

Знак „X”, який може знаходитися після позначення маркування вибухозахисту електротехнічного пристрою, означає, що в експлуатаційній документації на нього вказані особливі умови монтажу або експлуатації, пов’язані з забезпеченням його вибухозахисту.

Таблиця 5.6

Приклади маркування вибухозахищеного електрообладнання

Рівень вибухозахисту	Вид вибухозахисту	Група (підгрупа)	Температурний клас	Маркування вибухозахисту
1	2	3	4	5
Електрообладнання підвищеної надійності проти вибуху	Захист виду „е”	II	T6	2ExeIIТ6
	Захист виду „е” і вибухонепроникна оболонка	II В	T3	2ExedIIВТ3
	Іскробезпечне електричне коло	II С	T6	2Exi _c IIСТ6
	Продування оболонки надлишковим тиском	II	T6	2ExpIIТ6
	Вибухонепроникна оболонка й іскробезпечне електричне коло	II В	T5	2Exdi _c IIВТ5
Вибухозахищене електрообладнання	Вибухонепроникна оболонка	II А	T3	1ExdIIАТ3
	Іскробезпечне електричне коло	II С	T6	1Exi _B IIСТ6

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4	5
	Продування оболонки надлишковим тиском	II	T6	1ExpIIТ6
	Захист виду „е”	II	T6	1ExeIIТ6
	Кварцеве заповнення	II	T6	1ExqIIТ6
	Спеціальний	II	T6	1ExsIIТ6
	Спеціальний і вибухо-непроникна оболонка	II А	T6	1ExsdIIАТ6
	Спеціальний, іскробезпечне електричне коло і вибухо-непроникна оболонка	II В	T4	1Exsi _v dIIВТ4
Особливо вибухо-захищене електрообладнання	Іскробезпечне коло	II С	T6	ОExi _a IIСТ6
	Іскробезпечне коло і вибухо-непроникна оболонка	II А	T4	ОExi _a dIIАТ4
	Спеціальний та іскробезпечне коло	II	T4	ОExsi _a dIIСТ4
	Спеціальний	II	T4	ОExsIIТ4

Згідно з ПУЭ – те ж маркування, що і згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01, але тільки одна відмінність: при маркуванні іскробезпечних кіл не використовуються знаки а, в, с.

Наприклад: OExs_adIICT4, IExdIIAT3 і т.д.

У виробництві є ще багато електрообладнання, яке має маркування згідно з ПИВЭ та ПИВРЭ.

Тому інспектор держпожнадзора повинен знати як нове (міжнародне) маркування згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01, так і старе (згідно з ПИВЭ та ПИВРЭ).

5.3.2. Маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ПИВЭ

Маркування електрозахищеного електрообладнання за ПИВЭ містить такі позначення:

- вид вибухозахисту;
- найвища категорія ВНС, для яких воно призначено;
- найвища група ВНС, для яких воно призначено.

Крім того, при маркуванні за ПИВЭ є деякі особливості, а саме:

1. Для електрообладнання з видом вибухозахисту **В** (вибухонепроникна оболонка) позначаємо категорію суміші (В1, В2).
2. Для електрообладнання з іншими видами вибухозахисту замість позначення категорії ставимо цифру 0 (Н0, С0 і т.д.)
3. Якщо вид вибухозахисту **Н** (захист виду „е”) з частинками, що іскрять, які заповнені маслом або продуваються надлишковим тиском, то замість цифри 0 ставимо ще вид М або П (НП або МН).
4. Для електрообладнання з видом вибухозахисту **И** (іскробезпечне електричне коло) вказано горючу речовину, на якій воно випробувано:

($\frac{И}{бензол}$, $\frac{И}{водень}$ і т.д.)

Категорія і група для такого електричного обладнання не проставляється

5. До рівня електричного обладнання „**підвищеної надійності проти вибуху**” належить електричне обладнання, яке має в маркуванні букву **Н** (захист виду „е”) або цифру 2 перед буквою **И**:

(МН, Н0, $\frac{2И}{бензол}$, $\frac{2И}{водень}$ і т.д.)

6. Електричне обладнання з іншими маркуваннями вибухозахисту потрібно відносити до рівня „**вибухозахищеного електричного обладнання**”.

Наприклад: маркування **ВЗГ** означає:

В – вид вибухозахисту „вибухонепроникна оболонка”;

3 (цифра) – для **ВНС** не вище 3 категорії;

Г – для **ВНС** не вище групи Г.

Таблиця 5.7

Приклади маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ПИВЭ

Вид вибухозахисту електрообладнання	Категорія і група вибухонебезпечної речовини, для яких призначено електрообладнання	Маркування щодо вибухозахисту
1	2	3
Вибухонепроникна оболонка	1-а категорія, група А 1-3-я категорія, групи А, Б і Г. Всі категорії, група А	В1А В3Г В4А

Продовження таблиці 5.7

1	2	3
Масляне заповнення оболонки і вибухонепроникна оболонка	1-3-я категорія, група А	МЗА
Масляне заповнення оболонки і захист виду „е”	Всі категорії, групи А і Б	МНБ
Захист виду „е”	Всі категорії групи А, Б і Г	НОГ
Захист виду „е” і вибухонепроникна оболонка	1-а і 2-а категорії, група А	Н2А
Захист виду „е” і заповнення або продування оболонки надлишковим тиском	Всі категорії і групи	НПД
Захист виду „е” і масляне заповнення оболонки	Всі категорії і групи	НМД
Захист виду „е” та іскробезпечне електричне коло	Всі категорії, група А	НОА $\frac{2И}{бензол}$
Заповнення або продування оболонки надлишковим тиском	Всі категорії і групи	ПОД
Іскробезпечне електричне коло і вибухонепроникна оболонка	1-3-я категорії, групи А, Б і Г	$\frac{ИЗГ}{сірчаний ефір}$

Продовження таблиці 5.7

1	2	3
Іскробезпечне електричне коло	Всі категорії і групи	$\frac{ИО}{водень}$
Спеціальний вид вибухозахисту	Всі категорії, групи А, Б і Г	С01
Спеціальний вид вибухозахисту та іскробезпечне електричне коло	Всі категорії і групи	С0Д $\frac{И}{водень}$
Вибухонепроникна оболонка і іскробезпечне електричне коло	1-3-я категорії, групи А, Б і Г	$\frac{ВЗГ}{И}$ сірчаний ефір

5.3.3. Маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ПИВРЭ

Вибухозахищене електрообладнання згідно з ПИВРЭ має маркування, де вказано:

- 1) рівень вибухозахисту;
- 2) найвища категорія ВНС, для яких вона призначена;
- 3) найвища група ВНС, для яких вона призначена;
- 4) вид вибухозахисту.

При цьому три перших умовних позначки розміщуються в прямокутній рамці, а четверта – в колі.

Наприклад: марка $\boxed{В4Т4}$ $\textcircled{М}$ означає:

В – рівень вибухозахисту „вибухозахищене електрообладнання”;

4 – для ВНС всіх категорій (тобто для 1, 2, 3, 4);

Т4 – для ВНС не вище групи Т4 (тобто для груп Т1, Т2, Т3, Т4);

М – вид вибухозахисту „оливне (масляне) заповнення оболонки”.

Таблиця 5.8

Приклади маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ПИВРЭ

Рівень вибухова-хисту електро-обладнання	Вид вибухо-захисту	Категорія і група вибухонебезпечної суміші, для якої призначено елек-трообладнання	Маркуван-ня по вибухо-захисту
1	2	3	4
Електро-обладнання підвищеної надійності проти вибуху	Захист виду „е”	Всі категорії, групи Т1-Т4	H4T4 (H)
	Захист виду „е” і вибухо-непроникна оболонка	1-а і 2-а категорії, групи Т1-Т3	H2T3 (H)(B)
	Захист виду „е” та іскробезпечне електричне коло	Всі категорії і групи	H4T5 (H)(I)
	Масляне заповнення оболонки і захист виду „е”	Всі категорії і групи	H4T5 (M) (H)
Вибухо-захищене електро-обладнання	Вибухо-непроникна оболонка	1-а і 2-а категорії, групи Т1-Т3	B2T3 (B)
	Іскробезпечне електричне коло	Всі категорії і групи	B4T3 (I)
	Кварцеве заповнення оболонки	Всі категорії, група Т1	B4T1 (K)

Продовження таблиці 5.8

1	2	3	4
	Заповнення або продування оболонки надлишковим тиском	Всі категорії, групи Т1-Т4	В4Т4 (П)
	Масляне заповнення оболонки	Всі категорії і групи	В4Т3 (М)
	Спеціальний вид вибухозахисту	Всі категорії, групи Т1-Т4	В4Т4 (С)
	Іскробезпечне електричне коло і вибухонепроникна оболонка	Категорії 1, 3-я і 4-а; групи Т1-Т3	В4Т3 (В) (И)
	Іскробезпечне електричне коло і спеціальний вид вибухозахисту	1-3-я категорії, всі групи	В3Т3 (И) (С)
	Іскробезпечне електричне коло, вибухонепроникна оболонка і спеціальний вид вибухозахисту	Всі категорії і групи	В4Т3 (В) (И) (С)
Особливо вибухозахищене електрообладнання	Іскробезпечне електричне коло	Всі категорії і групи	О4Т3 (И)

Таблиця 5.9

Порівняння маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ГОСТ 12.2.020-76, ПИВЭ, ПИВРЭ

Назва	Умовні позначення згідно з		
	ПИВЭ	ПИВРЭ	ГОСТ
Рівень вибухозахисту	-	Н	2
		В	1
		О	0
Вид вибухозахисту	В	В	d
	П	П	p
	И	И	i
	К	К	q
	М	М	o
	Н	Н	e
	С	С	s
Категорії ВНС згідно з ПИВЭ та ПИВРЭ або групою (підгрупою) ВЗЕ згідно з ГОСТ	1	1	ПА
	2	2	ПА
	3	3	ПВ
	4	4	ПС
Групи ВНС згідно з ПИВЭ та ПИВРЭ або температурний клас ВЗЕ згідно з ГОСТ	А	Т1	Т1
	Б	Т2	Т2
	Г	Т4	Т4
	Д	Т5	Т5
	-	-	Т6

Маркування наноситься на корпус електрообладнання фарбою, чеканкою, фотоспособом на спеціальній табличці або, навіть, ливарним способом.

Щоб компетентно проводити пожежно-технічне обстеження, необхідно знати маркування вибухозахищеного обладнання. Для того, щоб встановити відповідність електрообладнання навколишньому середовищу, необхідно вміти співставити старе маркування з новими параметрами згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01.

Розділ 6

Маркування загальнопромислового електрообладнання

6.1. Маркування загальнопромислового електрообладнання

Як вже було вказано раніше, електрообладнання, відповідно до навколишнього середовища, поділяється на:

- вибухозахищене;
- загального призначення або загальнопромислове.

Електрообладнання загального призначення – це електрообладнання, яке широко використовується в звичайних умовах, тобто в пожежо- і вибухобезпечних зонах. Воно виконане без спеціальних конструктивних вимог і не забезпечує безпеку експлуатації у вибухонебезпечному середовищі.

Таке електрообладнання має на корпусі умовне позначення відповідно до міжнародних рекомендацій, яке вказує ступінь захисту персоналу від доторкання до струмопровідних частин та від попадання всередину оболонки твердих тіл, пилу та води.

Тому захист струмопровідних частин електрообладнання від впливу навколишнього середовища має важливе значення не тільки при визначенні строків експлуатації і надійності в роботі, але і в забезпеченні пожежної безпеки і безпеки обслуговування.

Ступінь захисту вказаний на оболонці виробу або на таблиці з паспортними даними. Якщо виріб складається з електрообладнання, яке заключається в різні оболонки, умовне позначення ступеня захисту повинно бути нанесене на кожен оболонку.

Умовне позначення ступеня захисту має такі дані:

- IP – букви означають, що даний ступінь захисту відповідає стандарту і в ньому враховані вимоги Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК);

- перша цифра (від 0 до 6) після знаку IP характеризує ступінь захисту обслуги від дотику із струмопровідними і рухомими частинами, які знаходяться всередині оболонки, а також ступінь захисту вмонтованого в оболонку обладнання від попадання твердих сторонніх тіл;
- друга цифра (від 0 до 8) після літер IP характеризує ступінь захисту електрообладнання, яке розміщене всередині оболонки, від попадання води.

Значення першої цифри такі:

0 – відсутній захист персоналу від можливого дотику із струмопровідними або рухомими частинами всередині оболонки, а також від попадання сторонніх тіл;

1 – захист від випадкового стикання великої ділянки поверхні людського тіла із струмопровідними або рухомими частинами всередині оболонки, але відсутній захист від навмисного доступу до цих частин, а також від потрапляння великих твердих сторонніх тіл діаметром менше 52,5 мм;

2 – захист від можливого дотику пальців із струмопровідними або рухомими частинами всередині оболонки, а також від потрапляння твердих сторонніх тіл середнього розміру діаметром не менше 12,5 мм;

3 – захист від дотику інструментом, дротом та іншими подібними предметами, товщина яких перевищує 2,5 мм із струмопровідними або рухомими частинами всередині оболонки, а також обладнання від потрапляння дрібних твердих сторонніх тіл діаметром не менше 2,5 мм;

4 – захист від дотику інструментом, дротом та іншими подібними предметами, товщина яких перевищує 1 мм, із струмопровідними частинами всередині оболонки, а також від потрапляння дрібних твердих сторонніх тіл діаметром не менше 1 мм;

5 – повний захист від дотику із струмопровідними або рухомими частинами всередині оболонки, а також від шкідливих відкладень пилу;

6 – повний захист персоналу від дотику із струмопровідними або рухомими частинами всередині оболонки, а також обладнання від проникнення пилу.

Значення другої цифри такі:

0 – відсутній захист від попадання води;

1 – захист від крапель води, які падають вертикально на оболонку;

2 – захист від крапель води, які падають на оболонку під кутом 15° до вертикалі;

3 – захист від крапель дощу, які падають на оболонку під кутом не більше 60° до вертикалі;

4 – захист від бризок води, які падають на оболонку в будь-якому напрямку;

5 – захист від водяних струменів, які попадають на оболонку в будь-якому напрямку;

6 – захист від морської хвилі. При дії морської хвилі вода не повинна проникати під оболонку;

7 – захист при зануренні в воду під обумовленим тиском на час, який вказаний в ГОСТ і ТУ на окремі види електрообладнання;

8 – захист при довготривалому зануренні в воду при обумовленому тиску, який вказаний в ГОСТ і ТУ на окремі види електрообладнання.

Приклад:

На електрообладнанні написано: "**IP23**".

Це означає, що оболонка електрообладнання оберігає персонал від можливих дотиків до струмопровідних або рухомих частин електрообладнання; а також від попадання всередину електрообладнання твердих тіл діаметром не менше 12,5 мм; а також від крапель дощу, які падають на оболонку під кутом не більше 60° до вертикалі.

Таблиця 6.1

Рекомендовані ступені захисту загальнопромислового електрообладнання

Перша цифра: захист від дотику і потрап- ляння сторонніх предметів	Друга цифра: захист від проникнення води								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	IP00	IP01	--	--	--	--	--	--	--
1	IP10	IP11	IP12	IP13	--	--	--	--	--
2	IP20	IP21	IP22	IP23	--	--	--	--	--
3	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34	--	--	--	--
4	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	--	--	--	--
5	IP50	IP51	--	--	IP54	IP55	IP56	--	--
6	IP60	--	--	--	--	IP65	IP66	IP67	IP68

-- – не використовується даний захист.

Якщо для виробу немає потреби в одному з видів захисту (від пилу або води), то допускається проставляти знак **X** замість позначення того виду захисту, який в даному виробі не вимагається або випробування якого не проводиться.

Наприклад: IPX2.

При визначених технічно обґрунтованих випадках можуть бути застосовані допоміжні ступені захисту, які не передбачені табл. 25.

Так, наприклад, світильники загального призначення крім ступенів захисту, які вказані в табл. 25, можуть мати ступінь захисту від пилу (2'3, 5'3):

2' – те ж, що і 2 за табл. 6.1, але при цьому попадання пилу обмежується неущільненими світлопропускними оболонками (тобто, здійснюється захист світильника від попадання пилу і дотику до струмопровідних частин відповідно до ступеня захисту 2, крім колби лампи);

5' – те ж, що і 5 за табл. 6.1, але при цьому колби ламп не захищені від впливу пилу.

Таким чином, при застосуванні ступенів захисту **2'**, **5'** від пилу наявні відступи від рекомендацій МЕК і тому букви **IP** не вказуються.

Наприклад, світильник типу "Астра-П" (НСПОІх100), який випускається Фрунзенським дослідним заводом електровакуумного машинобудування з 1972 р., має ступінь захисту 5'3. Цей ступінь захисту вказаний на корпусі світильника.

Ступені захисту обладнання, як правило, відносяться до визначеного способу їх установки, а у випадку зміни способу установки допускається зміна ступеня захисту.

Розглядаючи ступені захисту електромашин загального призначення, як обладнання, яке складається із різних оболонок, необхідно вказати, що ступені захисту коробки виводів і коробки контактних кілець повинні відповідати ступеню захисту електромашини, але не нижче за IP20 для коробки виводів і IP23 для коробки контактних кілець, якщо ступінь захисту машини менший за IP20. Електромашини із ступенем захисту IP43 і вище, які мають зовнішній вентилятор насаджений на вал, повинні мати кожух вентилятора із ступенем захисту не меншим за IP20. В електромашиних із ступенем захисту IP43 і IP44, які мають зовнішній вентилятор на валу і ротор, який продувається повітрям, ступінь захисту отворів для проходу повітря повинен бути не меншим за IP23. При цьому конструкція машини з ротором, який продувається повітрям, повинна забезпечувати відповідно ступінь захисту IP43 або IP44 внутрішньої частини машини (зони розміщення обмоток

статора і ротора) від тракту, по якому проходить повітря, що охолоджує ротор. Зі сторони виходу повітря (проміжок між зовнішніми ребрами станини або труби) повинен бути забезпечений захист від дотику пальця з вентилятором, який крутиться і від попадання твердих сторонніх тіл (діаметром більше 50 мм). Зливні отвори в корпусі машини із ступенем захисту IP44 не повинні мати ступінь захисту менший за IP23.

Таким чином, інспектор ДПН, проводячи ПТО, перевіряє відповідність ступеня захисту встановленого електрообладнання вимогам норм і правил для даного типу приміщення і класу зони.

6.2. Види електрообладнання і електротехнічних пристроїв

За конструктивним виконанням розрізняють такі види електрообладнання і електротехнічних улаштувань.

1. Відкрите електрообладнання – електрообладнання, яке не захищене від дотику персоналом до його рухомих і струмопровідних частин та від попадання всередину нього сторонніх предметів, тобто це електрообладнання із ступенем захисту IP00.

2. Захищене електрообладнання – це електрообладнання, яке має спеціальні пристосування для захисту від випадкового дотику обслуги до його рухомих і струмопровідних частин та від випадкового попадання всередину електрообладнання сторонніх предметів, рідини і пилу. Захищеним електрообладнанням може бути названо електрообладнання із всіма ступенями захисту, крім IP00.

3. Водозахищене електрообладнання – це захищене електрообладнання, яке виконане так, що при обливанні його водою обмежується її попадання всередину до кількості, яка виключає порушення його роботи. Водозахищеним електрообладнанням може бути названо електрообладнання із ступенем захисту IP55, IP65, IP56, IP66.

4. Бризкозахищене електрообладнання – захищене електрообладнання, яке виконане так, що обмежується попадання всередину нього бризок будь-якого напрямку до кількості, яка виключає порушення його роботи. Бризкозахищеним електрообладнанням може бути названо електрообладнання із ступенем захисту IP34, IP44, IP54.

5. Краплезахищене електрообладнання – захищене електрообладнання, яке виконане так, що обмежується попадання всередину нього крапель, які падають по вертикалі або під кутом не більше 60° до вертикалі, до кількості, яка виключає порушення його роботи. Краплезахищеним електрообладнанням може бути названо електрообладнання із ступенем захисту IP01, IP11, IP21, IP41, IP51, IP12, IP13, IP22, IP23, IP32, IP33, IP42, IP43.

6. Пилозахищене електрообладнання – захищене електрообладнання, яке виконане так, що обмежується попадання всередину нього пилу до кількості, яка виключає порушення роботи. Пилозахищеним електрообладнанням може бути названо електрообладнання із ступенем захисту IP50, IP51, IP54, IP55, IP66, IP67, IP68.

7. Закрите електрообладнання – захищене електрообладнання, яке виконане так, що можливість сполучення між його внутрішнім простором та навколишнім середовищем може відбуватися через нещільності з'єднання між частинами електрообладнання або через окремі невеликі отвори.

8. Герметичне електрообладнання (пиловологонепроникне електрообладнання) – захищене електрообладнання, яке виконане так, що виключається можливість сполучення між внутрішнім його простором і навколишнім середовищем. Герметичним електрообладнанням може бути названо електрообладнання із ступенем захисту IP60, IP65, IP66, IP67, IP68.

9. Вибухозахищене електрообладнання – електрообладнання, в якому передбачені конструктивні

заходи з метою усунення або ускладнення можливості запалення навколишнього вибухонебезпечного середовища. Класифікація і маркування вибухозахищеного електрообладнання були описані вище.

10. Спеціальне електрообладнання – електрообладнання, яке заповнене з урахуванням специфічних вимог для певної галузі народного господарства або для певного призначення. До спеціального електрообладнання відноситься:

10.1. – *холодостійке електрообладнання;*

10.2. – *вологостійке електрообладнання;*

10.3. – *хімічностійке електрообладнання;*

10.4. – *електрообладнання тропічного виконання.*

Спеціальне електрообладнання призначене для експлуатації у відповідному середовищі: в районах з підвищеною вологістю та тропічним кліматом, в приміщеннях з хімічно активним середовищем тощо. Кожне із перелічених видів спеціального електрообладнання може мати будь-який ступінь захисту від впливу пилу і води. Спеціальне електрообладнання має специфічну ізоляцію, забарвлення і оболонку.

6.3. Методика вибору електрообладнання за умовами навколишнього середовища

1. Встановлюємо вид приміщення і клас зони згідно з нормами технологічного проектування або галузевими переліками виробництв з вибухо-, пожежонебезпеками. При відсутності документації визначаємо, які горючі речовини знаходяться в приміщенні чи за його межами і їх параметри (*t_{enalex}*, НКМПП), після чого встановлюємо клас зони [9].

2. Визначаємо необхідний ступінь захисту електрообладнання (маркування виконання електрообладнання для конкретного класу зони).

2.1. Для пожежонебезпечних зон – згідно з табл. 5.1-5.3 ДНАОП 0.00-1.32-01 (табл.7.4.1-7.4.3 ПУЭ).

2.2. Для вибухонебезпечних зон:

- 2.2.1. Встановлюємо рівень вибухозахисту згідно з табл. 4.7-4.9 ДНАОП 0.00-1.32-01 (табл. 7.3.10-7.3.12 ПУЭ).
- 2.2.2. Визначаємо параметри вибухонебезпечної суміші – категорію і групу суміші згідно з табл. 7.3.3 ПУЭ або ГОСТ 12.1.011.
- 2.2.3. Визначаємо групу, підгрупу і температурний клас вибухозахищеного електрообладнання згідно з табл. 4.3-4.4 та п.4.4.2 ДНАОП 0.00-1.32-01 (табл. 7.3.5-7.3.7 ПУЭ).
- 2.2.4. Встановлюємо мінімально необхідний ступінь захисту.

Приклад середовища, в якому наявні пари бензину: ІЕх...ІІАТЗ

3. Проводимо порівняння наявного електрообладнання з необхідним.

4. Даємо висновок про відповідність електрообладнання навколишньому середовищу.

5. Розробляємо заходи з усунення недоліків (пропозиції до припису ДПН).

Примітка: маркування за ПИВЭ, ПИВРЭ здійснюється відповідно до вимог ГОСТ 12.2.020.

6. Лише після цього проводиться:

6.1. Експертиза захисного заземлення.

6.2. Експертиза електропроводки (визначення марки проводів і способу їх прокладки).

Приклад 1.

Визначити виконання електродвигунів для встановлення в цеху отримання ацетилену.

1. Визначаємо клас зони: **2** (п.4.5.4 ДНАОП 0.00-1.32-01).

2. Визначаємо рівень вибухозахисту: **підвищена надійність проти вибуху – 2** (табл.4.7 ДНАОП 0.00-1.32-01).

3. Визначаємо параметри вибухонебезпечного середовища: **ПС Т2** (табл. 7.3.3 ПУЭ).

4. Визначаємо групу, підгрупу і температурний клас двигуна: **ПС Т2** (табл.4.3-4.4 ДНАОП 0.00-1.32-01).

5. Записуємо маркування електродвигуна: **2Ех...ПСТ2**.

Приклад 2.

Дати висновок про відповідність електродвигуна виконання 1ЕхsdПВТ1 і світильника виконання ВЗГ, встановлених у насосній станції для перекачування бензину А-76.

1. Визначаємо клас зони: **2** (п.4.5.4 ДНАОП 0.00-1.32-01).

2. Визначаємо рівень вибухозахисту:

для двигуна – **підвищена надійність проти вибуху – 2** (табл.4.7 ДНАОП 0.00-1.32-01);

для світильника – **підвищена надійність проти вибуху – 2** (табл.4.9 ДНАОП 0.00-1.32-01).

3. Визначаємо параметри вибухонебезпечного середовища: **ПА Т3** (табл. 7.3.3 ПУЭ).

4. Визначаємо групу, підгрупу і температурний клас двигуна і світильника: **ПА Т3** ((табл.4.3-4.4 ДНАОП 0.00-1.32-01).

5. Записуємо необхідне маркування електродвигуна і світильника: **2Ех...ПАТ3**.

6. Переводимо маркування світильника з ПИВЭ у ГОСТ згідно з табл. П.1.4; П.1.5 ПУЭ, що також відповідає і ДНАОП 0.00-1.32-01: **ВЗГ** → **1ЕхdПВТ3** та порівнюємо з необхідним: **2Ех...ПАТ3**.

Висновок: виконання електродвигуна не відповідає необхідному температурному класу вибухозахищеного електрообладнання для вказаних умов, а світильник задовольняє вимоги ДНАОП 0.00-1.32-01.

Приклад 3.

Визначити мінімально допустимий ступінь захисту оболонки електродвигуна, встановленого в цеху розпилювання деревини.

1. Визначаємо клас зони: **П-Па** (п.5.3.4 ДНАОП 0.00-1.32-01).

2. Визначаємо мінімально допустимий ступінь захисту оболонки електродвигуна з врахуванням класу зони: **не нижче IP44**.

Приклад 4.

Виконати перевід маркування електрообладнання з ПИВРЭ у ГОСТ згідно з табл. П.1.4; П.1.5 ПУЭ.

Таблиця 6.2

Відповідність позначень ПИВРЭ згідно ГОСТ

Рівень вибухозахисту		Вид вибухозахисту		Категорія ВНС	Група електрообладнання	Група (t) ВНС	Клас електрообладнання
ПИВРЭ	ДНАОП	ПИВРЭ	ДНАОП	ПИВРЭ	ДНАОП	ПИВРЭ	ДНАОП
Н	2	В	d	1	ПА	T1	T1
В	1	П	p	2	ПА	T2	T2
О	0	И	i	3	ПВ	T3	T3
		К	q	4	ПС	T4	T4
		М	o			T5	T5
		Н	e				T6
		С	s				

Наприклад:

ВЗТ4

И

К

→ 1ExiIICT2

НЗТ4

В

П

→ 2ExdpICT4

Приклад 5.

Виконати перевід маркування електрообладнання з ПИВЭ у ГОСТ згідно з табл. П.1.4; П.1.5 ПУЭ.

Примітки: за правилами запису маркування за ПИВЭ знак категорії ВНС ставиться лише для виду вибухозахисту «В», для інших – знак «0» (нуль); якщо в електрообладнанні виконано кілька видів вибухозахисту, то позначення категорії має вигляд: „Н”, „П” – НП; „Н”, „М” – МН .

Наприклад: В1Г → 1ExdПAТ4
 Н0Г → 2ExeПТ4
 С0Д → 1ExsПТ5

Таблиця 6.3

Відповідність позначень ПИВЭ згідно ГОСТ

Рівень вибухозахисту		Вид вибухозахисту		Категорія ВНС	Група електрообладнання	Група (t) ВНС	Клас електрообладнання
ПИВЭ	ДНАОП	ПИВЭ	ДНАОП	ПИВЭ	ДНАОП	ПИВЭ	ДНАОП
Немає		В	d	1	ПА	А	T1
Рівень визначається за видом вибухозахисту		П	p	2	ПА	Б	T2
		И	i	3	ПВ	Г	T4
		К	q	4	ПС	Д	T5
		М	o				
		Н	e				
Н	2	С	s				
Всі інші	1						

Розділ 7

Протипожежні вимоги до зовнішніх і внутрішніх електропроводок

7.1. Проводи, шнури, кабелі

7.1.1. Основні визначення

Електропроводкою називається сукупність проводів, шнурів, кабелів з належним їм кріпленням, підтримуючими і захисними конструкціями, а також іншими допоміжними деталями.

Провід – це одна або декілька ізольованих або голих жил, призначених для передачі електроенергії.

Жила – це один або декілька скручених неізольованих чи ізольованих металевих дротів, що служить для передачі електричного струму.

Шнур – провід, що складається з 2-х і більше ізольованих жил, які мають підвищену гнучкість.

Кабель – провідник, який має одну або декілька ізольованих жил, що поміщені в захисну оболонку і які можуть мати броню і зовнішній покрив.

Проводи та кабелі, як правило, призначені для живлення електроенергією стаціонарних струмоприймачів, а шнури - для переносних (пересувних).

Електропроводки поділяються на такі види:

Відкрита електропроводка – прокладена по поверхні стін, стель, по фермах і інших будівельних елементах будівель і споруд, по опорах і т. ін.

Для відкритої електропроводки використовуються такі способи прокладки проводів і кабелів: безпосередньо по поверхні стін, стель і т.п., на роликах, ізоляторах, крюках, тросах, в металевих та ізоляційних трубах і гнучких металевих рукавах.

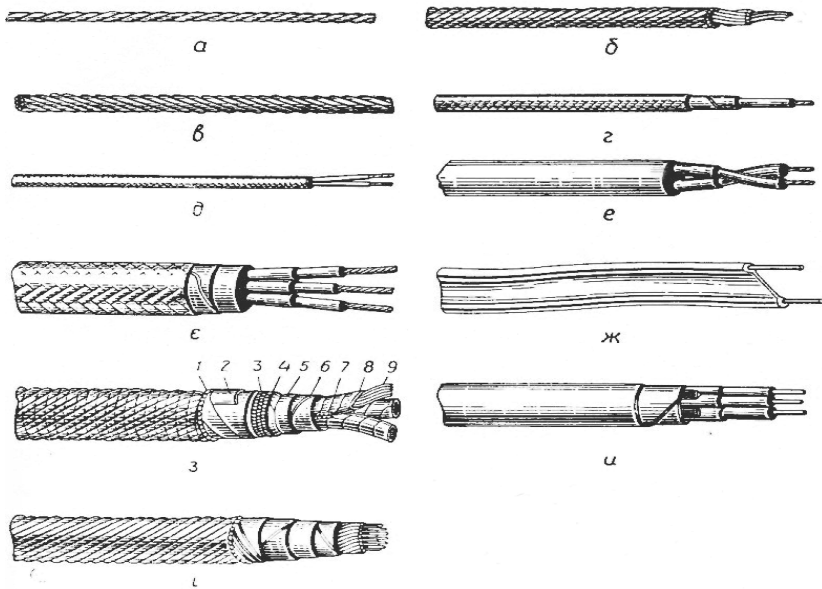


Рис. 7.1. Електричні проводи та кабелі:

а) – голий алюмінієвий А; б) – голий сталєалюмінієвий АС і АСУ; в) – голий мідний М; г) – ізолюваний ПРГ; д) – ізолюваний ДПРГ; е) – ізолюваний ТПРФ; е) – ізолюваний ПРШП; ж) – ізолюваний ППВ і АППВ; з) – силовий броньований кабель з паперовою ізоляцією; и) – силовий неброньований кабель з гумовою ізоляцією; і) – контрольний броньований кабель.

1 – джутове покриття; 2 – сталева стрічка броньопокриття; 3 – кабельне прядиво; 4 – паперовий прошарок; 5 – оболонка (свинцева або алюмінієва); 6 – поясна ізоляція; 7 – заповнювачі; 8 – жильна ізоляція; 9 – струмопровідна жила

Прихована електропроводка – прокладена всередині конструктивних елементів будівель і споруд (в стінах, підлогах, перекритті, фундаментах), а також по перекритті в підготовці підлоги, безпосередньо під з’ємною підлогою і т.п.

Для прихованої електропроводки використовуються

такі способи прокладки проводів і кабелів: спеціальними проводами та кабелями безпосередньо під штукатуркою, в трубах, гнучких металевих рукавах, коробах, замкнутих каналах та пустотах будівельних конструкцій.

Зовнішня електропроводка – електропроводка прокладена по зовнішніх стінах будівель та споруд, під навісами і т. ін., а також між будівлями на опорах (не більше 4-х просвітів довжиною по 25 м кожний) поза вулицями, дорогами та т. ін.

Ввід – це частина проводки, яка з'єднує зовнішню проводку з внутрішньою, рахуючи від ізоляторів вводу до внутрішнього розподільчого щита.

Частина вводу від останньої опори до ізоляторів вводу називається ввідним просвітом.

Внутрішня проводка – це сукупність проводів, кабелів, шнурів з усіма кріпленнями та підтримуючими пристроями, що прокладені всередині будівель та споруд.

7.1.2. Загальна конструкція проводів, шнурів, кабелів та їх маркування

Ізольована жила може складатись з одного дроту або з певної кількості скручених між собою тонких дротиків. Така багатодротяна жила називається гнучкою. Зрозуміло, що гнучкою може бути жила лише з міді, бо алюміній є відносно крихким матеріалом.

Для голих проводів жила може бути не тільки з міді чи алюмінію, а й з сталі та її сплавів (сталемідна, сталеалюмінієва, сталебронзова та ін.).

Маркування жил:

- мідь
- немає літери;
- алюміній
- А.

Ізоляція – це покрив з діелектричного матеріалу, який оточує жилу.

Ізоляція призначається для запобігання дотику жил між собою та з іншими предметами і для захисту людини від випадкового торкання до струмопровідної жили.

Для ізоляції використовуються такі матеріали:

- гума спеціальна – **Р**;
- полівінілхлорид (поліхлорвініл) (ПХВ) – **В**;
- поліетилен (зовні відрізняється від ПХВ відносною прозорістю) – **П**;
- кабельний папір (тільки для кабелів) – без літери;
- нейрит – важкозаймистий матеріал на основі гуми з негорючими добавками – **Н**;
- кремнійорганічний матеріал – **К**;
- фторопласт – **Ф**.

Захисна оболонка – це покрив, який обіймає ізольовані жили і призначається для захисту ізольованих жил від агресивного середовища та механічних впливів.

Для захисних оболонок вживаються такі матеріали:

для проводів:

- ПХВ покрив – **В**;
- плетиво з гнучких дротиків (оболонка з дротяної сітки, т. з. екран), (панцирний захист) – **П**;
- тонкостінна металева трубка з фальцованим швом з латунної чи цинкової фольги – **ТФ**;

для шнурів:

- міцна шлангова гума – **Р**;
- гнучкі види ПХВ – **В**;

для кабелів:

- ПХВ – **В**;
- поліетилен – **П**;

- нейрит – Н;
- алюмінієва труба – А;
- свинцева труба – С.

Броня – металевий покрив, призначений для захисту кабелів від значних механічних впливів і забезпечення довготривалої експлуатації.

Броньовані кабелі вживаються переважно для мереж живлення, що прокладаються в землі, у воді.

Броня може бути виготовлена:

- відсутня – Г;
- з плоских сталевих стрічок, покритих бавовняним прядивом – Б;
- з плоских сталевих стрічок без бавовняного прядива – БГ;
- з круглого сталевого дроту (без бавовняного прядива) – К (КГ);
- з плескатого сталевого дроту (без бавовняного прядива) – П (ПГ);

Інші характеристики:

для проводів:

- для захищеної (скритої) прокладки – С;
- для прокладки в трубах – ТО;
- з гнучкими жилами – Г;
- з ПВХ плівкою зверху гумової ізоляції – В;
- з бавовняним плетивом, яке просякнуте лаком – Л;
- з роздільною смугою між жилами з того ж матеріалу, що й ізоляція – П;
- подвійний – Д;
- для тросової підвіски – Т.

Наявність в маркуванні другої букви **П** вказує на роздільну смугу між жилами, виготовлену з того самого матеріалу, що і ізоляція.

для шнурів:

- в загальному бавовняному плетиві – **О**;
- переносний легкий (тобто з перерізом жили до 4 мм²) – **ПЛ**;
- переносний середній (4-16 мм²) – **ПС**;
- переносний тяжкий (більше 16 мм²) – **ПТ**;

для кабелів:

- для вертикальної прокладки – **В**.

Таблиця 7.1

Складники марок проводів

Матеріал жили	„Базова літера”	Матеріал ізоляції	Інші характеристики
(-), А	П ПП	Р В П Н К	Г, С, Л, В, ТО, ТФ

Таблиця 7.2

Складники марок шнурів

Матеріал жили	„Базова літера”	Матеріал ізоляції	Матеріал оболонки	Інші характеристики
(-)	Ш	Р В	Р В	О ПЛ ПС ПТ

Таблиця 7.3

Складники марок кабелів

Матеріал жили	„Базова літера”	Матеріал оболонки	Матеріал ізоляції	Броня	Інші характеристики
(-), А	відсутня	В П Н А С	Р В П Н (-)	Б, БГ К, КГ Ц, ПГ Г	В

Після літер проставляються цифри, які вказують кількість жил і їх переріз.

Всі проводи, шнури і кабелі виготовляються з жилами тільки стандартних перерізів. Кожний провід, шнур, кабель, залежно від перерізу жили, їх кількості, конструкції та способу прокладки, розрахований на певну допустиму силу тривалого струму. Розміри стандартних перерізів та допустимих сил тривалого струму для різних проводів, шнурів і кабелів подаються у спеціальних довідкових таблицях та в ПУЕ.

Приклади:**Проводи:**

АППВ – провід з алюмінієвою жилою, з полі хлорвініловою ізоляцією з роздільною смугою.

АППВС-2х4 – провід (плоский) з алюмінієвими жилами, з поліхлорвініловою ізоляцією з роздільною смугою, для захованої прокладки, двожильний, з перерізом жили 4 мм².

Шнури:

ШПО – шнур з двома мідними жилами, ізольованими бавовняно-паперовою пряжею (б/п) або б/п пряжею та гумою в загальній обплітці з б/п пряжі або шовку.

ШПВ – шнур з двома мідними жилами та поліхлорвініловою ізоляцією без оболонки.

ШВВШ – шнур із скрученими мідними жилами, поліхлорвініловою ізоляцією і поліхлорвініловою оболонкою.

Кабелі:

АБ – кабель з мідною жилою, алюмінієвою оболонкою, паперовою ізоляцією, броньований сталеву стрічкою із зовнішнім покриттям.

СК – кабель з мідними жилами, свинцевою оболонкою, паперовою ізоляцією, броньований круглим дротом із зовнішнім покриттям.

АСРГ – кабель з алюмінієвими жилами, свинцевою оболонкою, гумовою ізоляцією, без броні, без зовнішнього покриття.

АВВГ – кабель з алюмінієвою жилою, ПВХ оболонка, ПВХ ізоляція, без броні, без зовнішнього покриття.

Висновок:

Щоб визначити відповідність проводу умовам навколишнього середовища, необхідно знати маркування проводів і кабелів.

7.2. Кабельні споруди

Кабельні тунелі – це спеціальні споруди, призначена для прокладки в них кабелів.

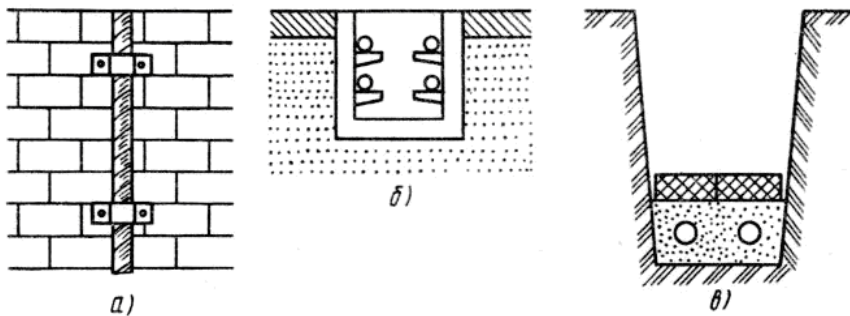


Рис. 7.2. Загальний вид кабельних споруд

До кабельних тунелів ставляться такі протипожежні вимоги:

- вони повинні бути з негорючих матеріалів (межа вогнестійкості 0,7 год.);
- при довжині тунелю до 25 м з нього допускається влаштовувати один вихід, а при більшій довжині їх повинно бути не менше двох;
- через кожні 150 м (120 м для маслонаповнених кабелів) по довжині кабельний тунель повинен мати перегородки з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості $> 0,75$ год. з влаштуванням в них протипожежних дверей з межею вогнестійкості $> 0,75$ год., що відкриваються в дві сторони і забезпеченими пристроями для самозакривання;
- прохід кабелів через перегородки повинен бути з негорючих труб з надійним подальшим ущільненням отворів з негорючих матеріалів;
- в радіусі до 25 м від люків входу в кабельний тунель повинні бути влаштовані пожежні гідранти;
- тунелі повинні обладнуватися димовою пожежною сигналізацією і стаціонарними пінними установками пожежогасіння;
- броньовані кабелі допускається прокладати на кронштейнах, а не броньовані - по суцільних негорючих настилах, маслонаповнені кабелі прокладати в нижній частині тунелю і відділяти негорючими перегородками з межею вогнестійкості $> 0,75$ години;
- кабельні тунелі забезпечуються природною чи штучною системою вентиляції, обладнаною заслінками для припинення подачі повітря у випадку пожежі;
- інші вимоги ПУЭ п.2.3.112-2.3.133.

Кабельні тунелі – це досить складні інженерні споруди, і щоб забезпечити їх задовільний протипожежний стан необхідно чітко дотримуватись протипожежних вимог.

Даний розділ описує протипожежні вимоги до електропроводок силових, освітлювальних і вторинних електричних кіл напругою до 1 кВ змінного і постійного струму, які виконані всередині будівель і споруд, на їх зовнішніх стінах, територіях підприємств, організацій, на будівельних майданчиках з використанням ізольованих установочних проводів всіх перерізів; а також до неброньованих силових кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією в металевій, гумовій або пластмасовій оболонці з перерізів фазних жил до 16 мм².

7.3. Протипожежні вимоги до електромереж

7.3.1. Загальні вимоги

З'єднання, відгалуження та окінцювання жил проводів і кабелів мають здійснюватися за допомогою опресування, зварювання, паяння або затискачів (гвинтових, болтових тощо).

Місця з'єднання жил проводів і кабелів, а також з'єднувальні та відгалужувальні затискачі повинні мати мінімальний перехідний опір, щоб уникнути їх перегрівання і пошкодження ізоляції стиків. Струм втрат ізоляції стиків повинен бути не більшим за струм втрат ізоляції цілих жил цих проводів і кабелів (ППБУ, п.5.1.7; ПУЭ, п 2.1.21).

В місцях з'єднань, відгалужень і приєднань жил проводів і кабелів повинен бути передбачений запас проводу (кабелю), що забезпечує можливість повторного з'єднання (ПУЭ, п.2.1.22).

Місця з'єднань і відгалужень проводів і кабелів повинні бути доступні для огляду і ремонту (ПУЭ, п 2.1.23)

В місцях з'єднань, відгалужень проводи і кабелі не повинні піддаватися механічному навантаженню (ПУЭ, п 2.1.24).

Місця з'єднань і відгалужень проводів і кабелів повинні мати ізоляцію рівноцінну ізоляції жил цих проводів і кабелів

(ПУЭ, п.2.1.25).

З'єднання і відгалуження проводів і кабелів повинні виконуватись в розподільчих коробках, в спеціальних нішах будівельних конструкцій, всередині корпусів електротехнічних виробів, апаратів і машин (ПУЭ, п.2.1.26).

Влаштування та експлуатація тимчасових електромереж не дозволяється. Винятком можуть бути тимчасові ілюмінаційні установки і електропроводки, які живлять місця проведення будівельних, тимчасових ремонтно-монтажних та аварійних робіт.

Не дозволяється прокладання проводів і кабелів (за винятком тих, що прокладаються у сталевих трубах) безпосередньо по металевих панелях та плитах з полімерними утеплювачами, а також установлення електричних апаратів, щитів тощо ближче 1 м від вказаних конструкцій. У місцях перерізу обгороджувальних конструкцій електричними комунікаціями повинні передбачатися металеві гільзи з ущільненням негорючими матеріалами (ППБУ, п.5.1.9).

Відстань від кабелів та ізовлених проводів, прокладених відкрито по конструкціях на ізоляторах, тросах, в лотках і т. ін., до місць відкритого зберігання (розміщення) горючих матеріалів повинна бути не менше 1 м (ППБУ, п.5.1.14).

Електрошафи, розміщені в коридорах, у вестибюлях, холах, фойє, на інших шляхах евакуації, повинні бути замкненими. Електрощити, групові електрощитки необхідно оснащувати схемою підключення споживачів з пояснюючими написами і вказаним значенням номінального струму апарата захисту (плавкої вставки) (ППБУ, п. 5.1.22).

Проводи та розподільні пристрої треба регулярно, не рідше одного разу на місяць, а в запиленних приміщеннях - щотижня, очищати від пилу (ППБУ, п.5.1.23).

Кабельні споруди і конструкції, на яких укладають кабелі, повинні виготовлятися з негорючих матеріалів. Забороняється розміщення в кабельних спорудах будь-яких тимчасових пристроїв, зберігання в них матеріалів та

устаткування (ППБУ, 5.1.24).

Не дозволяється (ППБУ, п.5.1.29):

- експлуатація кабелів і проводів з пошкодженою або такою, що в процесі експлуатації втратила захисні властивості, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими струмопровідними жилами;
- використання роликів, вимикачів, штепсельних розеток для підвішування одягу й інших предметів;
- заклеювання ділянок електропроводки папером, горючими тканинами;
- застосування для електромереж радіо- та телефонних проводів.

На кожному об'єкті повинен бути встановлений порядок відключення напруги з електрообладнання, силових та контрольних кабелів на випадок пожежі. При цьому електроживлення систем пожежної автоматики, протипожежного водопостачання та експлуатаційного (аварійного) освітлення мають бути не відключеними (ППБУ, п.5.1.31).

Електричні мережі повинні мати захист від струмів короткого замикання, який забезпечує якомога менший час відключення і вимоги селективності (ПУЕ, п.3.1.8).

7.3.2. Зовнішня електропроводка

За вимогами механічної міцності переріз незахищених ізольованих проводів повинен бути (ПУЕ, табл. 2.1.1):

- алюмінієвих не менше 4 мм²;
- мідних не менше 2,5 мм².

Незахищені ізольовані проводи зовнішньої електропроводки повинні бути розміщені або обгороджені таким чином, щоб вони були недоступні для дотику з місць, де можливе перебування людей.

Віддалі до цих місць при відкритому прокладанні по стінам повинні бути:

- а) при горизонтальному прокладанні:
- над балконом, ганком а також над дахом промислової будівлі – 2,5 м;
 - над вікном – 0,5 м;
 - під вікнами та балконами – 1,0 м;
- б) при вертикальному прокладанні:
- до балкона – 1 м;
 - до вікна – 0,75 м;
 - від землі – 2,75 м.

При підвішуванні проводів на опорах віддаль від них до балконів і вікон повинна бути не менше 1,5м (ПУЭ, п.2.1.75)

Прокладання зовнішньої електропроводки по дахах житлових, громадських будівель і видовищних закладів **не допускається** за винятком вводів у будівлю.

Незахищені ізольовані проводи зовнішньої електропроводки стосовно дотику слід розглядати як неізольовані (ПУЭ, п.2.1.75).

Проходження повітряних ліній електропередач та зовнішніх електропроводок над горючими покрівлями, навісами, штабелями лісу, складами паливно-мастильних матеріалів, торфу, дров та інших горючих матеріалів не дозволяється (ППБУ, п.5.1.29).

Висота прокладання проводів над дорогами та проїздами повинна бути не менше 6м, над непроїжджою частиною – не менше 3,5м (ПУЭ, п.2.1.76).

Віддаль між проводами повинна бути:

- при просвіті до 6 м – не менше 0,1 м;
- при просвіті більше 6 м – не менше 0,15 м.

Віддаль від проводів до стін і опорних конструкцій повинна бути не менше 50 мм (ПУЭ, п.2.1.77).

При прокладанні проводів і кабелів зовнішньої електропроводки в трубах, коробах і гнучких металевих рукавах повинно виконуватись ущільнення (ПУЭ, п.п. 2.1.77; 2.1.63).

З'єднання труб, коробів і гнучких металевих рукавів між собою а також з коробами, корпусами

електрообладнання повинно бути з ущільненням; короби в цих випадках повинні бути з суцільними стінками і з ущільненими глухими кришками, а гнучкі металеві рукави – герметичні (ПУЕ, п.2.1.64).

7.3.3. Ввід в будівлю

При виконанні вводів в будівлю через стіну, вони повинні виконуватись через ізоляційні труби таким чином, щоб вода не могла накопичуватись в проході і проникнути всередину будівлі.

Віддаль від проводів перед вводом і проводів вводу до поверхні землі повинна бути не менше 2,75 м.

Відстань між проводами біля ізоляторів вводу, а також від проводів до виступаючих частин будівлі повинна бути не менше 0,2 м (ПУЕ, п.2.1.79).

При виконанні вводів в будівлю через дах, вони повинні виконуватись через сталеву трубу.

Віддаль по вертикалі від проводів перед вводом і проводів вводу до даху повинна бути не менше 2,5 м.

Для будівель невеликої висоти (торгові павільйони, кіоски, пересувні будки, фургони і т.п.) на дахах яких виключене перебування людей, відстань від проводів перед вводом і проводів вводу до даху допускається приймати не менше 0,5 м. При цьому віддаль від проводів до поверхні землі повинна бути не менше 2,75 м (ПУЕ, п.2.1.79).

7.3.4. Внутрішня електропроводка

Внутрішні проводки бувають:

- відкриті (на роliках, ізоляторах, гаках, тросах, в металевих та ізоляційних трубах);
- приховані (спеціальними проводами та кабелями безпосередньо під штукатуркою, в будівельних каналах та пустотах).

Прокладання проводів і кабелів, труб і коробів з проводами і кабелями за умовами пожежної безпеки повинна задовольняти вимоги таблиці 2.1.3. ПУЕ.

Таблиця 7.4

Вибір видів електропроводки та способи прокладання проводів і кабелів за умовами пожежної безпеки

Вид електропроводки і способи її прокладання по основах і конструкціях		Дроти і кабелі
з горючих матеріалів	з негорючих або важкогорючих матеріалів	
<i>Відкриті електропроводки</i>		
1	2	3
На роликах, ізоляторах або на підкладці з негорючих матеріалів ¹	Безпосередньо	Незахищені дроти; захищені дроти і кабелі в оболонці з негорючих матеріалів
Безпосередньо	Безпосередньо	Захищені дроти і кабелі в оболонці з негорючих і важкогорючих матеріалів
У трубах і коробах з негорючих матеріалів	У трубах і коробах з негорючих і важкогорючих матеріалів	Незахищені і захищені дроти і кабелі в оболонці з горючих і важкогорючих матеріалів
<i>Скриті електропроводки</i>		
На підкладці з негорючих матеріалів ¹ і подальшим обштукатурюванням або обшиванням з усіх боків суцільним шаром з інших негорючих матеріалів	Безпосередньо	Незахищені дроти; захищені дроти і кабелі в оболонці з негорючих матеріалів

Продовження таблиці 7.4.

1	2	3
На підкладці з негорючих матеріалів ¹	Безпосередньо	Захищені дроти і кабелі в оболонці з важкогорючих матеріалів
Безпосередньо	Безпосередньо	Захищені дроти і кабелів оболонці з негорючих матеріалів
У трубах і коробах з важкогорючих матеріалів – з підкладкою під труби і короби негорючих матеріалів ¹ і подальшим заштукатурюванням ²	У трубах і коробах: з горючих матеріалів – під лице, в борознах і т. ін., в суцільному шарі з негорючих матеріалів ³	Незахищені дроти і кабелі в оболонці з горючих, важкогорючих і негорючих матеріалів
У трубах і коробах з негорючих матеріалів – безпосередньо	У трубах і коробах: з горючих і важкогорючих матеріалів – безпосередньо	

1. Підкладка з негорючого матеріалу повинна виступати з кожної сторони проводу, кабелю, труби чи коробка не менше ніж на 10 мм.

2. Обштукатурювання труби здійснюється суцільним шаром штукатурки, алебастру і т ін. товщиною не менше 10 мм над трубою.

3. Суцільним шаром негорючого матеріалу кругом труби (короба) може служити шар штукатурки, алебастрового, цементного розчину чи бетону товщиною не менше 10 мм.

У разі відкритого прокладання незахищених проводів та захищених проводів (кабелів) з оболонками з горючих матеріалів відстань від них до горючих основ (конструкцій,

деталей) повинна становити не менше 0,01 м. Якщо неможливо забезпечити вказану відстань, провід (кабель) слід відокремлювати від горючої поверхні шаром негорючого матеріалу, який виступає з кожного боку проводу (кабелю) не менше ніж на 0,01 м (ППБУ, п. 5.1.15; ПУЭ, п. 2.1.37).

У разі прихованого прокладання таких проводів (кабелів) їх необхідно ізолювати від горючих основ (конструкцій) суцільним шаром негорючого матеріалу. Після закінчення прокладання складається акт проведення прихованих робіт (ППБУ, п. 5.1.15; ПУЭ, п. 2.1.38).

При відкритому прокладанні електропроводки в трубах і коробах по негорючих і важкогорючих основах і конструкціях відстань від труб (коробів) до поверхні конструкцій, деталей з горючих матеріалів повинна бути не менше 100 мм. При неможливості забезпечити вказану відстань трубу (короб) необхідно відділити з усіх сторін від цих поверхонь суцільним шаром негорючого матеріалу (штукатурка, алебастр, цементний розчин і т.п.) товщиною не менше 10 мм (ПУЭ, п.2.1.39).

При прихованому прокладанні електропроводки в трубах і коробах в закритих нішах, в пустотах будівельних конструкцій (наприклад, між стіною і облицюванням) труби і короби необхідно відділити з усіх сторін від поверхонь конструкцій, деталей з горючих матеріалів суцільним шаром негорючого матеріалу товщиною не менше 10 мм (ПУЭ, п.2.1.40).

При прихованому прокладанні електропроводки за підвісними стелями їх необхідно виконувати:

- за стелями з горючих матеріалів – в металевих трубах, коробах, металорукавах;
- за стелями з негорючих і важкогорючих матеріалів – в ізоляційних трубах, коробах, металорукавах, а також кабелями і захищеними проводами, які мають оболонки з важкогорючих матеріалів (ПУЭ, п.7.1.32).

Не допускається використання проводів і кабелів з алюмінієвими жилами для приєднання до електротехнічних

пристроїв, що вібрують або встановлені безпосередньо на вібруючих опорах.

В музеях, картинних галереях, бібліотеках, архівах і інших будівлях державного значення слід використовувати проводи і кабелі тільки з мідними жилами (ПУЭ, п.2.1.49).

Висота прокладання ізоляційних незахищених проводів по стінах, на роликах, ізоляторах, тросах і лотках повинна бути:

- в приміщеннях без підвищеної небезпеки – не менше 2м;
- в приміщеннях з підвищеною небезпекою – не менше 2,5 м.

У виробничих приміщеннях спуски незахищених проводів до вимикачів, розеток, апаратів, щитків і т. д. повинні захищатись від механічних дій до висоти не менше 1,5 м від рівня підлоги (ПУЭ, п.2.1.52).

При перерізі незахищених ізольованих проводів з незахищеними чи захищеними ізольованими проводами на них одягається додаткова ізоляція, при відстані між ними < 10 мм (ПУЭ, п.2.1.55).

При перерізі незахищених і захищених проводів та кабелів з трубопроводами віддаль між ними повинна бути не менше 50 мм, а з трубопроводами, де містяться горючі газы, ЛЗР і ГР – не менше 100 мм.

При відстані між ними менше 250 мм проводи і кабелі повинні мати додатковий механічний захист на 250 мм в кожную сторону від трубопроводу (ПУЭ, п.2.1.56).

При паралельному прокладанні проводів (кабелів) і трубопроводів віддаль між ними повинна бути не менше 100 мм, а до трубопроводів з ГР, ЛЗР і газами ≥ 400 мм (ПУЭ, п.2.1.57).

Проходи проводів і кабелів через стіни і міжповерхові перекриття повинні виконуватись у трубі, коробі і т.п. з ущільненням негорючим матеріалом. Ущільнення повинно допускати заміну, додаткову прокладку кабелів і проводів та мати межу вогнестійкості не менше межі вогнестійкості стіни (перекриття) (ПУЭ, п.2.1.58).

При переході незахищених проводів з одного сухого приміщення в інше всі проводи одної лінії допускається

прокладати в одній ізоляційній трубі.

При проході проводів з одного приміщення в інше, яке відрізняється по вологості, чи назовні кожний провід повинен прокладатися в окремій ізоляційній трубі (ПУЕ, п.2.1.59).

Кабелі на лотках, тросах і інших несучих конструкціях допускається прокладати без проміжку між ними (пучками). Проводи і кабелі кожного пучка повинні бути скріплені між собою (ПУЕ, п.2.1.60).

Електричні мережі всередині приміщень, які виконані відкрито і прокладені провідниками з горючою зовнішньою оболонкою або ізоляцією, повинні бути захищені від перевантаження.

Крім того, повинні бути захищені від перевантаження мережі всередині приміщень:

- освітлювальні мережі в житлових і громадських будівлях, в торгівельних приміщеннях, службово-побутових приміщеннях промислових підприємств, в тому числі мережі для побутових і переносних електроприймачів (чайники, праски, електроплитки, холодильники, порохотяги, пральні та швейні машини і т.д.), а також в пожежонебезпечних зонах;
- силові мережі на промислових підприємствах, в житлових і громадських будівлях, торгівельних приміщеннях - тільки у випадках, коли за умовами технологічного процесу або режиму роботи мережі можливе виникнення тривалого перевантаження провідників (ПУЕ, п.3.1.10).

7.3.5. Електропроводки на горищах

На горищах можуть застосовуватись такі види електропроводок:

відкрита:

- проводи і кабелі в трубах - на будь-якій висоті;
- захищені проводи і кабелі в оболонках з негорючих або важкогорючих матеріалів - на будь-якій висоті;

- незахищені ізолювані проводи на роliках і ізоляторах – на висоті не менше 2,5 м (при висоті меншій вказаній, необхідно передбачити захист від дотику і механічних пошкоджень (ПУЭ, п.2.1.69).

прихована:

- в стінах і на перекриттях з негорючого матеріалу – на будь-якій висоті.

Відкрита проводка повинна бути виконана з проводів і кабелів з мідними жилами (ПУЭ, п.2.1.70).

Проводи і кабелі з алюмінієвими жилами допускаються на горищах:

- будівель з негорючим перекриттям – при відкритій прокладці їх в сталевих трубах або прихованій прокладці в негорючих стінах і перекриттях;
- виробничих будівель сільськогосподарського призначення з горючим перекриттям – при відкритій прокладці їх в сталевих трубах, при цьому повинні використовуватись різьбове з'єднання (ПУЭ, п.2.1.70).

З'єднання і відгалуження жил провідників і кабелів повинно виконуватись в металевих з'єднувальних коробках (ПУЭ, п.2.1.71).

Комутаційні апарати в колах світильників і інших електроприймачів, встановлених безпосередньо в горищних приміщеннях, повинні бути встановлені поза цими приміщеннями (ПУЭ, п.2.1.74).

7.3.6. Електропроводки у вибухонебезпечних зонах

1. У вибухонебезпечних зонах класів 0, 1, 2 і в приміщеннях з вибухонебезпечними зонами класу 20 слід застосовувати кабелі і проводи з мідними жилами, у вибухонебезпечних зонах решти класів допускається застосовувати кабелі і проводи з алюмінієвими жилами за винятком випадків, коли їх застосування не допускається через несприятливі умови середовища експлуатації.

2. Переріз жил кабелів і проводів силових і освітлювальних кіл повинен бути не менше $1,5 \text{ мм}^2$ для мідних жил і $2,5 \text{ мм}^2$ – для алюмінієвих; вторинних кіл – не менше 1 мм^2 для мідних жил і $2,5 \text{ мм}^2$ – для алюмінієвих. Для вторинних кіл можуть застосовуватися мідні жили перерізом менше 1 мм^2 , якщо ввідні пристрої і контактні затискачі апаратів, що встановлені у вибухонебезпечній зоні, розраховані на приєднання таких провідників.

3. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу можуть застосовуватися:

- а) проводи з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією;
- б) кабелі з гумовою, полівінілхлоридною та паперовою ізоляцією в гумовій, полівінілхлоридній та металевій оболонках.

Забороняється застосування кабелів з алюмінієвою оболонкою у вибухонебезпечних зонах класів 0, 1, 2.

Забороняється застосування проводів і кабелів з поліетиленовою ізоляцією або оболонкою у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу.

4. Кабелі, які прокладаються відкрито у вибухонебезпечних зонах, не повинні поширювати горіння відповідно до ГОСТ 12176 (розділи 2 і 3).

5. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу не допускається застосування неізольованих проводів (виняток - проводи для заземлення).

6. Ізольовані проводи без оболонок можуть бути застосовані тільки усередині розподільних пристроїв, оболонок апаратів (див. пункт 11).

7. Провідники відгалужень до електродвигунів з короткозамкненим ротором повинні мати тривало допустимий струм не менше 125 % номінального струму електродвигуна (див. пункт 4.10.2).

8. У мережах напругою до 1000 В з заземленою нейтраллю переріз жил кабелів або проводів, що використовуються як нульові робочі N або як нульові захисні PE провідники, слід приймати однаковим з фазним.

Допускається застосовувати кабелі зі зменшеним перерізом жили, яка використовується як РЕ провідник, у разі підтвердження допустимого значення напруги дотику за вимогами ГОСТ 12.1.038.

Нульові робочі або нульові захисні відповідно N і РЕ провідники (виконані окремою жилою кабелю або проводу) повинні мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції фазних провідників.

Гнучкий струмопровід напругою до 1000 В у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу слід виконувати гнучким (який призначений для приєднання до пересувного електрообладнання) кабелем із мідними жилами.

У цих випадках для вибухонебезпечних зон класів 1 і 2 кабелі повинні бути броньованими, у захисному шланзі або в герметичному металорукаві.

7.3.6.1. Прокладання проводів і кабелів у вибухонебезпечних зонах

1. У випадках, не обумовлених вимогами цього розділу, прокладання кабелів і проводів слід виконувати відповідно до глави 2.1 ПУЭ. Способи прокладання кабелів, які дозволяються для вибухонебезпечних зон, зазначені в таблиці 7.5.

2. Кабелі і проводи іскробезпечних кіл можуть бути прокладені будь-яким із зазначених у пунктах 1, 2 способів прокладання. Ці способи слід застосовувати відповідно до вимог чинних нормативних документів.

3. Багатошарово, пучками і одношарово без щілин на лотках і в коробах рекомендується прокладати силові кабелі напругою до 1000 В з перерізом жил до 16 мм² і кабелі вторинних кіл (див. главу 2.1 ПУЭ).

4. У вибухонебезпечних зонах класів 21 і 22 кабелі рекомендується прокладати таким чином, щоб кількість пилу, яка на них осідає, була мінімальна.

Таблиця 7.5

Допустимі способи прокладання кабелів у вибухонебезпечних зонах

№ з/п	Спосіб прокладання кабелів	Клас вибухонебезпечної зони, у якій допускається прокласти кабель		Примітка
		броньований	не броньований	
Вибухонебезпечні установки в приміщеннях				
1	2	3	4	5
1	Відкритий: на кабельних конструкціях, лотках, тросах, вздовж будівельних конструкцій тощо	0*, 1, 2, 20*, 21	2**, 22	
2	У коробах: перфорованих неперфорованих (суцільних)	0*, 1, 2, 20*, 21	2**, 2, 22	
3	У каналах: не засипаних піском, ґрунтом засипаних піском, ґрунтом пилоущільнених (наприклад, покритих асфальтом)	1 1 21	2 2 22	Див. п.4.8.25 При легких газах При важких газах і парах
4	У сталевих трубах, герметичних металорукавах	-	Всі класи	Див. п.4,8.11

Продовження таблиці 7.5

1	2	3	4	5
5	Відкритий: на кабельних конструкціях, лотках, у перфорованих коробах, вздовж будівельних конструкцій тощо	0*, 1		p***
6	У каналах: не засипаних піском, ґрунтом засипаних піском, ґрунтом	-	2 2	При легких газах При важких газах
7	У ґрунті (траншеї) Те ж саме за відсутності механічного і хімічного впливу	1, 2	2****	

* У зонах 0 і 20 повинна застосовуватися трубна електропроводка. При відкритому прокладанні кабелів у вибухонебезпечних зонах класів 0 і 20 необхідно передбачати додатковий захист у відповідності з умовами навколишнього середовища (механічний, хімічний, електричний).

** Мережі освітлення, які прокладаються вище 2 м над рівнем підлоги

*** У разі механічного впливу неброньовані кабелі слід прокладати у вибухонебезпечних зонах класу 2 в неперфорованих (суцільних) коробах або сталевих трубах (див пункт 11).

**** Мережі напругою до 1000 В.

5. З'єднувальні і відгалужувальні коробки для електропроводок повинні задовольняти вимоги таблиці 4.8 та пункти 4.6.9, 4.6.10. Вставлення таких коробок у вибухонебезпечних зонах класів 1 і 21 бажано було б обмежити, за винятком групових освітлювальних мереж. Коробки, у яких розгалуження кабелів не виконуються,

повинні мати ступінь захисту оболонки IP54 для вибухонебезпечних зон усіх класів.

6. Вводи проводів, прокладених у трубах, у машини, апарати, світильники тощо повинні виконуватися разом з трубою. У цьому випадку на ввіді слід установлювати роздільне ущільнення, якщо у ввідному пристрої машини, апарата або світильника таке ущільнення відсутнє.

7. У разі переходу труб електропроводки з приміщення з вибухонебезпечними зонами класів 1 і 2 в приміщення з нормальними зонами, вибухонебезпечними зонами іншого класу, з іншою категорією або групою вибухонебезпечної суміші або назовні, труба з проводами в місці проходку крізь стінку повинна мати роздільні ущільнення у спеціально для цього призначених коробках.

8. У вибухонебезпечних зонах класів 2 і 22, включаючи зовнішні вибухонебезпечні установки, роздільні ущільнення встановлювати не потрібно. Роздільні ущільнення слід установлювати:

- а) у безпосередній близькості від місця входу труби в приміщення з вибухонебезпечними зонами,
- б) у разі переходу труб з вибухонебезпечної зони одного класу у вибухонебезпечну зону іншого класу - у приміщенні вибухонебезпечної зони з більш високою категорією і групою вибухонебезпечної суміші;
- в) у разі переходу труб з однієї вибухонебезпечної зони в іншу такого самого класу - у приміщенні вибухонебезпечної зони з більш високою категорією і групою вибухонебезпечної суміші.

Допускається установка роздільних ущільнень з боку вибухонебезпечної зони або зовні, якщо у вибухонебезпечній зоні установка роздільних ущільнень неможлива. Не допускається використання з'єднувальних і відгалужувальних коробок для роздільних ущільнень.

9. Роздільні ущільнення, які встановлені в трубах електропроводки, повинні випробовуватися надлишковим тиском

повітря 250 кПа (близько 2,5 атм.) протягом 3 хв. На термін випробувань допускається падіння тиску не більше ніж до 200 кПа.

10. Довжину кабелів напругою вище 1000 В, що прокладаються у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу, бажано було б обмежувати.

11. Введення кабелів в електричні машини і апарати повинно виконуватися із застосуванням ввідних пристроїв. Місця введення повинні бути ущільнені відповідно до категорії вибухонебезпечної зони. Введення трубних електропроводок у машини і апарати, які мають вводи тільки для кабелів, забороняється. У вибухонебезпечних зонах класів 2, 22 для машин великої потужності, які не мають ввідних муфт, допускається кінцеві розгалуження всіх видів встановлювати в шафах (які продуваються або зі ступенем захисту IP54), розміщених у місцях, доступних обслуговуючому персоналу (наприклад, у фундаментних ямах, які відповідають вимогам пункту 4.6.13). Якщо у вибухонебезпечній зоні кабель прокладено в сталевій трубі, то в разі переходу труби з цієї зони у вибухобезпечну зону або в приміщення з вибухонебезпечною зоною іншого класу або з іншими категорією чи групою вибухонебезпечної суміші труба з кабелем у місці переходу крізь стіну повинна мати роздільне ущільнення та задовольняти вимоги пунктів 17 та 18.

Роздільні ущільнення не встановлюються, якщо:

- а) труби, у яких прокладені кабелі, виходять з будинку назовні, а кабелі прокладаються далі відкрито;
- б) труби використовуються для захисту кабелю від механічного впливу і обидва їх кінці знаходяться у межах однієї вибухонебезпечної зони.

12. У вибухонебезпечних зонах вибір рівнів розміщення кабельних трас слід виконувати з урахуванням питомої ваги газів, парів ЛЗР. В разі паралельного прокладання в приміщенні відстань від кабелів до трубопроводів з горючими газами та ЛЗР повинна бути не менше ніж 1 м, а при виконанні захисних заходів

(перегородки, екрани) - не менше ніж 0,5 м. У разі їх перехреснування повинні виконуватися вимоги глави 2.1 ПУЭ.

13. У разі прокладання кабелів у приміщенні з вибухонебезпечними зонами з важкими горючими газами, парами ЛЗР слід уникати улаштування кабельних каналів. За потреби влаштування кабельних каналів вони повинні бути повністю засипані піском, ґрунтом, рівень яких повинен періодично відновлюватися в процесі експлуатації. У місцях можливого розливу ЛЗР канали мають покриватись асфальтом.

Тривало допустимі струми кабелів, засипаних піском, ґрунтом, повинні прийматися у відповідності з вимогами глави 1.3 ПУЭ як для кабелів, прокладених відкрито, з урахуванням поправочних коефіцієнтів на кількість кабелів, що є в роботі.

Улаштування кабельних каналів у будинках, зарахованих до категорій А і Б з вибухонебезпечними зонами з важкими горючими газами, парами ЛЗР, не допускається.

Бажано, щоб кабелі у вибухонебезпечних зонах були безперервними. Якщо виникає необхідність з'єднання, їх захист повинен електрично та механічно відповідати категорії вибухонебезпеки середовища.

З'єднання провідників, за винятком з'єднань у трубопроводах з вибухонебезпечним обладнанням або іскробезпечними колами, мають виконуватися методом опресовування спеціальними з'єднувачами з запобіжними гвинтами, зварюванням або паянням тугоплавким припоєм. Пайка може допускатися, якщо з'єднувані провідники попередньо кріпляться механічними засобами.

У вибухонебезпечних зонах класів 0, 1, 2 та у приміщеннях зон 20 та 21 рекомендується застосовувати спеціальні кабелі (ВБВ з індексом НГ).

14. Кабелі і проводи, які приєднуються до електрообладнання з видом вибухозахисту «іскробезпечне електричне коло», повинні задовольняти такі вимоги:

- 1) іскробезпечні електричні кола мають прокладатися окремо від інших кіл з дотриманням

вимог ГОСТ 22782.5;

- 2) використання одного кабелю для іскробезпечних та іскронебезпечних кіл не допускається;
- 3) кабелі і проводи іскробезпечних кіл повинні бути захищені від електричних наводок, що порушують їх іскробезпечність;
- 4) в іскробезпечних колах мають бути використані тільки ізольовані проводи, які витримують випробувальну напругу, провідник-екран та екран-заземлення не менше 500В;
- 5) якщо використовуються багатожильні провідники, їх кінці мають бути захищені від розпадання на окремі жилки. Діаметр провідників у вибухонебезпечній зоні має бути не менше 0,1 мм;
- 6) екран має бути заземлений тільки в одній точці, як правило, в безпечній зоні;
- 7) якщо екран має високий опір або вимагається екранування від перешкод, допускається багаторазове заземлення;
- 8) у системі заземлення мають бути використані два мідних провідники перерізом не менше 1,5 мм² або один провідник перерізом не менше 4 мм².

15. Броня кабелю має бути приєднана до системи - зрівнювання потенціалів через кабельний ввід або в кожному кінці траси кабелю. Якщо вздовж кабелю знаходяться розподільні коробки або інші прилади, має бути забезпечена безперервність електричного з'єднання броні по всій довжині кабелю.

16. Провідники іскробезпечних та іскронебезпечних кіл мають бути відділені ізоляційними або заземленими металевими конструкціями.

17. Клеми іскробезпечних та іскронебезпечних кіл мають відділятися перегородками або мати проміжок не менше 50 мм.

18. Проходи кабелів і труб крізь стіни та перекриття слід виконувати відповідно до вимог глави 2.1 ПУЕ.

Отвори в стінах і в підлозі для проходу кабелів і труб електропроводки повинні бути щільно замуrowані неспалимими матеріалами та елементами відповідно до категорії вибухозахисту. Такі вимоги поширюються на невикористані отвори та вводи в електрообладнанні.

19. Крізь вибухонебезпечні зони будь-якого класу в приміщеннях забороняється прокладати транзитні кабельні лінії усіх напруг, які не мають відношення до даного технологічного процесу (виробництва в складі основних і допоміжних цехів і приміщень). На відстані менше 5 м по горизонталі і вертикалі від вибухонебезпечної зони допускається прокладання транзитних кабелів за умови вжиття додаткових захисних заходів, наприклад, у трубах, неперфорованих суцільних коробах, замкнених каналах будівельних конструкцій.

20. У зовнішніх вибухонебезпечних установках прокладання кабелів рекомендується виконувати відкрито: на кабельних естакадах, у частково закритих кабельних галереях, на технологічних естакадах, вздовж стін будинків. Бажано обмежувати прокладання кабелів у підземних кабельних спорудах (тунелях, каналах, блоках) і траншеях.

21. Зовнішні кабельні естакади, частково закриті галереї при прокладанні на них транзитних кабелів слід розміщувати на відстані не менше 6 м від меж зовнішніх вибухонебезпечних зон та від приміщень, зарахованих до категорій А або Б згідно з вимогами нормативних документів.

22. У разі прокладання на кабельних естакадах, галереях кабелів, призначених тільки для даного виробництва (основних і допоміжних будинків і споруд), відстань від приміщень з вибухонебезпечними зонами і від зовнішніх вибухонебезпечних установок не нормується.

23. Торці відгалужень від кабельних естакад для підведення кабелів до приміщень з вибухонебезпечними зонами або до зовнішніх вибухонебезпечних установок можуть примикати безпосередньо до стін приміщень з

вибухонебезпечними зонами і до зовнішніх вибухонебезпечних установок, у тому числі до окремих резервуарів з ЛЗР. Допускається також прокладання кабелів у наземних лотках від кабельних естакад до окремих резервуарів. Під'їзд пожежних автомобілів до кабельних естакад, галерей допускається тільки з одного їх боку.

24. Уздовж естакад з трубопроводами горючих газів і ЛЗР, крім кабелів, призначених для власних потреб (для керування засувками трубопроводів, сигналізації, диспетчеризації тощо), допускається прокладати на кабельних конструкціях до 30 кабелів на відстані не менше 0,5 м від трубопроводів, по змозі з боку трубопроводів з негорючими речовинами. У цих випадках неброньовані кабелі повинні прокладатися в сталевих трубах або коробах. У разі відділення кабелів від трубопроводів глухими захисними конструкціями з рівнем вогнестійкості не менше 0,75 год. неброньовані кабелі слід прокладати відкрито. При кількості кабелів більше 30 їх слід прокладати на кабельних естакадах і галереях як окремо збудованих, так і споруджених на спільних будівельних конструкціях з трубопроводами горючих газів і ЛЗР при відокремленні їх від трубопроводів суцільними захисними конструкціями з межею вогнестійкості не менше 0,75 год. На кабельних естакадах і галереях як окремо збудованих, так і споруджених на технологічних естакадах слід прокладати неброньовані кабелі.

25. Кабельні естакади можуть перехрещуватися з естакадами з трубопроводами горючих газів і ЛЗР як зверху, так і знизу. У цих випадках повинні виконуватися такі вимоги:

- 1) на ділянці перехрещення не менше 1,5 м в обидва боки від зовнішніх габаритів естакади з трубопроводами горючих газів і ЛЗР естакади повинні бути розділені суцільною горизонтальною захисною конструкцією з рівнем вогнестійкості не менше 0,75 год. При кількості кабелів до 15 в місці перехрещення

допускається не споруджувати кабельну естакаду: кабелі можуть прокладатися в трубах або просто в закритому сталевому коробі з товщиною стінки не менше 1,5 мм;

2) на ділянці перехрещення не повинно бути ремонтних площадок, а на трубопроводах не повинно бути фланцевих з'єднань, компенсаторів, запірної арматури тощо;

3) у місцях перехрещення на кабелях не повинні встановлюватися кабельні муфти;

4) відстань між трубопроводами з горючими газами і ЛЗР та кабельною естакадою повинна бути не менше 0,5 м.

26. Зовнішні кабельні канали слід споруджувати на відстані не менше 1,5 м від стін приміщень з вибухонебезпечними зонами всіх класів.

У місцях входу у вибухонебезпечну зону цих приміщень, а також в електроприміщення канали повинні повністю засипатися піском, ґрунтом на довжину не менше 1,5 м (рівень піску, ґрунту повинен періодично оновлюватися) і відділятися від будівлі пилогазонепроникною перегородкою.

27. У зовнішніх кабельних каналах, розміщених у вибухонебезпечних зонах класу 2 або на території між цими вибухонебезпечними зонами, через кожні 100 м потрібно встановлювати піщані перемички завдовжки не менше 1,5 м. За наявності важких газів або парів ЛЗР рекомендується засипання каналів на всій довжині, у місцях можливого розливу ЛЗР канали потрібно покривати асфальтом (див. пункт 25).

28. Спорудження кабельних тунелів та шахт на території підприємства з вибухонебезпечними зонами з важкими горючими газами, парами ЛЗР не рекомендується.

Кабельні тунелі повинні споруджуватися за таких умов:

1) кабельні тунелі повинні споруджуватися, як правило, за межами вибухонебезпечних зон;

- 2) у разі перетинання межі вибухонебезпечної зони в кабельному тунелі повинна бути споруджена пилогазонепроникна перегородка з рівнем вогнестійкості не менше 0,75 год.;
- 3) у кабельних тунелях мають бути виконані протипожежні заходи згідно з вимогами глави 2.1 ПУЕ;
- 4) виходи з тунелю та вентиляційних шахт тунелю повинні бути за межами вибухонебезпечної зони.

7.3.6.2. Струмопроводи і повітряні лінії електропередачі

1. Забороняється застосування струмопроводів і шинопроводів без засобів вибухозахисту у вибухонебезпечних зонах приміщень класів 1, 21 і 22, а також для зовнішніх вибухонебезпечних установок.

Допускається в приміщеннях з вибухонебезпечними зонами класу 2 застосування шинопроводів напругою до 1000 В без засобів вибухозахисту за таких умов:

- 1) шини, включаючи місця з'єднань і приєднань, повинні бути ізольовані;
- 2) шини мають бути мідними;
- 3) нероз'ємне з'єднання шин має виконуватися зварюванням;
- 4) болтові з'єднання (наприклад, у місцях приєднання шин до апаратів і між секціями) повинні мати пристрій, який унеможливує довільне відгвинчування;
- 5) шинопроводи мають захищатися металевими кожухами для забезпечення ступеня захисту не нижче IP31. Кожухи повинні відкриватися тільки з допомогою спеціальних (торцевих) ключів.

2. Струмопроводи напругою вище 1000 В до 10 кВ в оболонці зі ступенем захисту не нижче IP54 можуть прокладатися на території підприємства з вибухонебезпечними зонами на спеціальних естакадах, естакадах з трубопроводами горючих газів і ЛЗР і естакадах КВПіА, якщо відсутні небезпечні наводки на кола КВПіА від

струмопроводів. Струмопроводи слід прокладати на відстані не менше 0,5 м від трубопроводів, бажано – з боку трубопроводів з негорючими речовинами. Повинно бути унеможливлене механічне пошкодження струмопроводу. Струмопровід слід прокладати на відстані не менше 6 м від межі зовнішньої вибухонебезпечної зони і від приміщень, зарахованих до категорії А або Б згідно з вимогами нормативних документів.

3. Допускається прокладати відкриті струмопроводи напругою до 10 кВ на території підприємства з вибухонебезпечними зонами на спеціально для цього призначених естакадах або опорах.

Мінімально допустиму відстань від відкритих струмопроводів (гнучких і жорстких) до приміщень з вибухонебезпечними зонами і зовнішніх вибухонебезпечних установок слід приймати згідно з таблицею 4.11 як для відкритих РП, ПС, але вона повинна бути не менше півторакратної висоти опори струмопроводу.

Ті самі вимоги стосуються відстаней від ПЛ і контактних мереж електротранспорту до приміщень з вибухонебезпечними зонами і зовнішніх вибухонебезпечних установок.

Через вибухонебезпечні зони будь-якого класу, а також на відстані менше 5 м по горизонталі і вертикалі від вибухонебезпечної зони заборонено прокладати транзитні електропроводки і кабельні лінії, що не відносяться до даного технологічного процесу. Допускається їх прокладка тільки коли вони в трубах, закритих коробах, в підлозі.

7.3.7. Електропроводки, струмопроводи, повітряні та кабельні лінії в пожежонебезпечних зонах

1. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу слід застосовувати кабелі та проводи, які не поширюють горіння, за ГОСТ 12176. Забороняється застосування кабелів з горючою поліетиленовою ізоляцією.

2. Забороняється прокладати транзитні

електропроводки і кабелюні лінії всіх напруг, які не належать до даного технологічного процесу, через пожежонебезпечні зони будь-якого класу, а також на відстані менше 1 м по горизонталі і вертикалі від пожежонебезпечних зон.

3. Забороняється в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу застосування неізолюваних проводів (виняток див. у пункті 5).

4. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу дозволяються всі види прокладання кабелів і проводів. Відстань від кабелів та ізолюваних проводів, що прокладаються відкрито безпосередньо вздовж конструкцій на ізоляторах, лотках, тросах тощо, до місця, де відкрито зберігаються (розміщуються) горючі речовини, повинна бути не менше 1 м.

Прокладання незахищених ізолюваних проводів з алюмінієвими жилами в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу повинно виконуватися в трубах і коробах, які виконані з негорючих або важкогорючих матеріалів з помірними димоутворювальними властивостями відповідно до ГОСТ 12.1.044.

5. Допускається в пожежонебезпечних зонах класів П-I, П-II і П-III застосування шинопроводів напругою до 1000В з мідними і алюмінієвими шинами із ступенем захисту IP21 і вище; у цих випадках в пожежонебезпечних зонах класів П-I і П-II всі шини, у тому числі і шини відгалужень, повинні бути ізолювані. У шинопроводах із ступенем захисту IP54 і вище шини допускається не ізолювати.

Нерозбірні контактні з'єднання шин повинні бути зварними, а розбірні з'єднання – із застосуванням засобів, що унеможливають самовідгвинчування.

Температура всіх елементів шинопроводів, відгалужувальних коробок, що установлюються в пожежонебезпечних зонах класу П-I, не повинна перевищувати +60°C.

6. Допускається застосовувати відгалужувальні коробки з комутаційними і захисними апаратами, а також різніми

контактні з'єднання в пожежонебезпечних зонах усіх класів. У таких випадках відгалужувальні коробки, які встановлюються на шинопроводах, разом з місцями вводу кабелів (проводів) і місцями стикування з шинопроводами повинні мати ступінь захисту IP44 і вище для пожежонебезпечних зон класів П-I і П-IIa; IP54 і вище – для зон класу П-II.

Для зон класів П-I і П-II повинен бути забезпечений випереджувальний розрив кола відгалуження на момент комутації рознімних контактних з'єднань.

В приміщеннях архівів, музеїв, картинних галерей, бібліотек, а також у пожежонебезпечних зонах складських приміщень забороняється застосування рознімних з'єднань, за винятком з'єднань у тимчасових мережах на час показу експозицій.

7. Відстані від осі ПЛ до пожежонебезпечних зон повинні вибиратися згідно з пунктами 2.5.64 та 2.5.163 ПУЗ, за винятком відстаней від ПЛ напругою до 1000 В з неізолюваними проводами з алюмінію, сталеалюмінієвих або алюмінієвих сплавів до відкритих наземних складів, які перелічені в таблиці 5.4. Відстані від осі ПЛ напругою до 1000 В до складів, перерахованих у таблиці 5.4, повинні бути не меншими зазначених у таблиці 5.5. Дані вимоги не поширюються на ПЛ зовнішнього освітлення, які розташовуються на території складів.

7.3.8. Електропроводка в культурно-видовищних закладах

Електропроводки і кабельні лінії на сценах, в студіях, в глядацьких залах (> 800 місць), технічних апаратних, акумуляторних, горищних приміщеннях, пустотах над стелею і над підвісною стелею глядацького залу, а також кола управління пожежною сигналізацією повинні виконуватись проводами і кабелями з мідними жилами.

Електропроводки в інших приміщеннях повинні виконуватись проводами і кабелями з алюмінієвими жилами. В глядацьких залах, фойє, буфетах і інших приміщеннях для глядачів електропроводка повинна бути прихована і допускати можливість заміни (ПУЕ, п.7.2.53).

Електропроводки в межах сцени (естради, манежу), в кінопроекційній, глядацьких залах (> 800 місць) повинні виконуватись в сталевих трубах (ПУЕ, п.7.2.54).

Лінії, що живлять пересувні прилади слід виконувати гнучкими мідними кабелями, або гнучкими ізольованими мідними проводами в шлангах (ПУЕ, п.7.2.56).

Перехід від нерухомої електропроводки до рухомої слід виконувати через електричні з'єднувачі (або коробки затискачів), які встановлюються в доступних для обслуговування місцях (ПУЕ, п. 7.2.58).

Лінії електроживлення обладнання відеокomплексів повинні бути виконані окремо від ліній інших споживачів електроенергії, мати власні пристрої для відключення і встановлені в місцях, доступних для обслуговуючого персоналу. Для кожної одиниці обладнання на місці його встановлення повинна бути передбачена індивідуальна розетка, змонтована з урахуванням можливості негайного відключення обладнання від електромережі (ППБУ, п. 7.528).

7.3.9. Електропроводка в сільськогосподарських приміщеннях

Під час досушування грубих кормів під навісом (у скирті, стозі) вентилятор повинен встановлюватися на відстані не менше 2,5 м від навісу (скирти). Провід (кабель), який живить електродвигун, необхідно прокладати в землі.

Пускова електроапаратура повинна знаходитись у місцях, що дозволяють спостерігати за процесом запуску вентиляторів, на окремо розташованій опорі і на відстані не менше 5 м від будівель (споруд) (ППБУ, п. 7.92.11).

На закритих складах (навісах) грубих кормів загальний електричний вимикач повинен розміщуватися поза будівлями (навісами) на негорючій стіні, а для будівель (навісів) з горючих матеріалів – на окремо розташованій опорі і бути вміщеним у шафу або нішу, які по закінченні робіт plombуються.

Встановлення електровимикачів усередині складів (навісів) не дозволяється (ППБУ, п. 7.92.12).

Розподільчі щити, вимикачі, запобіжники слід встановлювати в тамбурах або на зовнішніх стінах тваринницьких приміщень з розміщенням їх у негорючих шафках.

Не дозволяється прокладати електропроводи та кабелі транзитом через приміщення тваринницьких ферм, складувати під електропроводкою сіно, солому тощо, розміщати електропроводи над місцями перебування тварин (ППБУ, п. 7.9.6.7).

У разі встановлення та експлуатації електричних брудерів слід дотримуватися таких вимог:

- забезпечення брудерів електроенергією повинно здійснюватися самостійними лініями від розподільчого щита;
- для кожного брудера має бути самостійний вимикач, а також передбачений пристрій захисту від короткого замикання, перевантаження тощо;
- розподільчий щит повинен мати вимикач для знеструмлення всієї електромережі, а також необхідні апарати захисту (ППБУ, п. 7.9.6.8).

Проводи, прокладені до електробрудерів та ультрафіолетових установок, повинні прокладатися на висоті не менше 2,5 м від рівня підлоги та на відстані не менше 0,1 м від горючих конструкцій (ППБУ, п. 7.9.6.10).

Проводи і кабелі з алюмінієвими жилами допускаються на горищах виробничих будівель сільськогосподарського призначення з горючим перекриттям – при відкритій прокладці їх в сталевих трубах, при цьому повинно використовуватись різьбове з'єднання (ПУЕ, п.2.1.70).

7.3.10. Електропроводка в банках і банківських сховищах

У будинку банку слід передбачати електроприміщення з встановленням у ньому ввідно-розподільного щита або головного розподільного щита (ВБН В22-00032106-1-95, п. 52.4).

Для підключення автоматизованих робочих місць слід передбачати п'яти провідну систему для мереж 380/200 В і три провідну – для однофазних мереж з приєднанням провідників захисного занулення до нульових шин щитів (ВБН В22-00032106-1-95, п. 52.5).

Живлення мереж освітлення сховищ і систем механізації слід здійснювати із передсховищ. Введення мережі освітлення і живлення систем механізації в сховищах у період експлуатації повинно передбачатися через відчинені двері гнучкими кабелями, які підключаються у передсховищі до штепсельних роз'ємів (ВБН В22-00032106-1-95, п. 5.2.11).

Живильні освітлювальні та розподільчі силові мережі слід прокладати в шахтах і каналах будівельних конструкцій, у підлозі, в підшивних стелях у сталевих трубах (ВБН В22-00032106-1-95, п. 52.13).

Розподільчі освітлювальні мережі слід виконувати приховано – дротом АППВ у порожнинах будівельних конструкцій і під шаром штукатурки, дротом АПВ у сталевих трубах у підвісних стелях (ВБН В22-00032106-1-95, п. 52.14).

Допускається відкрите прокладання групової мережі освітлення і розподільчої силової мережі в сталевих трубах у

випадку, коли приховану проводку виконувати технічно неможливо (ВБН В22-00032106-1-95, п. 52.15).

7.3.11. Електропроводки в складських приміщеннях

Для загального відключення силових та освітлювальних мереж складських приміщень з вибухо-і пожежонебезпечними зонами будь-якого класу, архівів, книгосховищ та інших подібних приміщень необхідно передбачати встановлення апаратів відключення (вимикачів) поза межами (і зовні) вказаних приміщень на негорючих стінах (перегородках) або на окремих опорах. Спільні апарати відключення (вимикачі) слід розташовувати в ящиках з негорючих матеріалів або в нішах, які мають пристосування для пломбування та замикання на замок (ППБУ, п.5.121).

Не дозволяється прокладання електричних проводів і кабелів транзитом через складські приміщення (ППБУ, п.5.129.).

Забороняється складування горючих матеріалів або товарів в горючій тарі ближче, ніж за 17м від повітряних ЛЕП $U \geq 1000$ В.

7.4. Методика перевірки прокладання електромереж

1. Визначити вид приміщення або клас зони (ПУЭ, п.п. 1.1.6-1.1.12; 7.3.40-7.3.46; 7.4.3-7.4.7).
2. Перевірити правильність улаштування способу прокладки проводів і кабелів (ПУЭ, табл. 2.1.3; 7.3.14, п.п. 2.1.69; 72.32; 72.54; 7.4.39).
3. Перевірити правильність вибору проводів і кабелів:
 - 3.1. Визначити матеріал жили.
 - 3.2. Визначити матеріал ізоляції.
4. Перевірити зовнішнім оглядом цілісність виконання електропроводки (ППБУ, п.5.129).
5. Перевірити наявність і виконання розподільчих коробок а також способи з'єднань проводів (ППБУ, п.п. 5.1.7; 5.1.8, ПУЭ, п.п. 2.121-2.126:2.1.71; 7.3.103; 7.4.42).

6. Перевірити наявність апаратів захисту і їх відповідність перерізу жил провідників (ПУЕ, п.п. 3.1.8; 3.1.10; 7.3.94).
7. Сформулювати пропозиції в припис ДПН.

Приклад перевірки правильності прокладання електромереж

Умова.

В процесі проведення пожежно-технічного обстеження насосної по перекачці бензину А-76 було встановлено:

Електропроводка до світильників виконана проводом марки АПВ, який прокладений в металевих трубах. Відгалужувальні коробки в електричних колах освітлювальної мережі – вибухозахищеного виконання із ступенем захисту ВЗГ. Від проводів в світильники, прокладений в трубах, виконаний разом з трубами з ущільненням.

Електропроводка до двигунів насосів виконана проводами ПРТО, які прокладені в металевій трубі. Вводи проводів у двигуни і кнопки управління двигунами виконані не захищеними. Відгалужувальні коробки в електричних колах силової мережі вибухозахищеного виконання з ступенем захисту ВЗГ. Магнітні пускачі і апарати захисту силової мережі винесені в окреме приміщення.

Кабель марки СРБ для живлення електродвигуна вентилятора аварійної вентиляції прокладений відкрито по стінах на скобах.

З зовнішньої сторони будівлі насосної по стіні на віддалі 3 м від віконних прорізів прокладена відкрито транзитна електропроводка кабелем АВВГ.

Рішення

Приміщення насосної для перекачки бензину А-76 відноситься до вибухонебезпечного класу зони, оскільки бензин А-76 це – легкозаймиста рідина з температурою спалаху пароповітряної суміші $t_{cn} = -39^{\circ}\text{C}$.

Перекачування бензину здійснюється закритими герметичними насосами, що практично виключає при нормальній експлуатації його підтікання і утворення в приміщенні вибухонебезпечної суміші. У випадку виникнення аварії (розрив ущільнюючих прокладок, підтікання сальникових ущільнень насосів, засувок і т.п.) можливе надходження в приміщення насосної бензину в кількості, яка здатна утворити вибухонебезпечну суміш парів бензину з повітрям, так як $t_{сн.} = -39^{\circ}\text{C} < 61^{\circ}\text{C}$. Згідно з п.7.3.41 ПУЕ у виробничих приміщення утворюється зона класу 2.

Перевірку відповідності виконання електропроводки виконаємо в табличній формі.

Таблиця 7.6

Перевірка правильності виконання електромереж

№ п/п	Питання, що перевіряються	Є в наявності	Вимагається по нормах	Висновок
1	Освітлювальна мережа:			
1.1	Марка проводу	АПВ	Мідна жила	Не відповідає п.7.3.М ПУЕ
1.2	Спосіб прокладання	В трубах	В трубах	Відповідає т.7.3.14ПУЕ
1.3	Відгалужувальні прокладки	ВЗГ (1ExdПВТЗ)	2Ex...ПАТЗ	Відповідає п.7.3.103, т.7.3.11
1.4	Ввід електропроводки в світильник	Захищені з ущільненням	Захищені з ущільненням	Відповідає п.7.3.104ПУЕ
2	Силова мережа:			
2.1	Марка проводу	ПРТО	Мідна жила	Відповідає п.7.3.93 ПУЕ
2.2	Спосіб прокладання	В трубах	В трубах	Відповідає п.7.3.14ПУЕ

Продовження таблиці 7.6

1	2	3	4	5
2.3	Марка кабелю	СРБ (мідна жила) СРБ (зовнішній покров)	Мідна жила без зовнішнього покрову	Відповідає п.7.3.93 ПУЭ Не відповідає п.7.3.108 ПУЭ
2.4	Спосіб прокладання	Відкрито по стінах	Відкрито по стінах	Відповідає т.7.3.14 ПУЭ
2.5	Ввід електропроводки в двигуни, апарати	Не захищені і не ущільнені	Захищені з ущільненням	Не відповідає п.7.3.104 ПУЭ
2.6	Відгалужувальні коробки	ВЗГ (1ExdПВТЗ)	2Ex...ПАТЗ	Відповідає п.7.3.103, т.7.3.11
2.7	Транзитна електропроводка кабелем АБВГ із зовнішньої сторони	На віддалі 3 м від насосної	Не менше 5 м по горизонталі і вертикалі від вибухонебезпечної зони	Не відповідає п.7.3.115 ПУЭ

Пропозиції до припису ДПН.

1. В освітлювальній мережі провід марки АПВ замінити на електропровід з мідними жилами (ПУЭ, п.7.3.93).

2. Кабель для живлення електродвигуна вентилятора аварійної вентиляції марки СРБ замінити на кабель з мідними жилами (ПУЭ, п.7.3.93).

3. Вводи електропроводки, що прокладена в трубах, в електродвигуни і вимикачі виконати разом із трубами з ущільненням (ПУЭ, п.7.3.104).

4. Транзитну електропроводку кабелем АБВГ розмістити на віддалі не менше 5 м від будівлі насосної (ПУЭ, п.7.3.115).

Розділ 8

Електричне освітлення та протипожежні вимоги до його експлуатації

8.1. Електричні джерела світла

Світильник – пристрій, що поєднує в собі джерело світла з освітлювальною арматурою.

Світильник складається:

а) джерело світла:

- лампи розжарювання (вакуумні до 60 Вт і газонаповнені – більше 60 Вт);
- люмінесцентні лампи (ртутні низького, середнього і високого тиску);

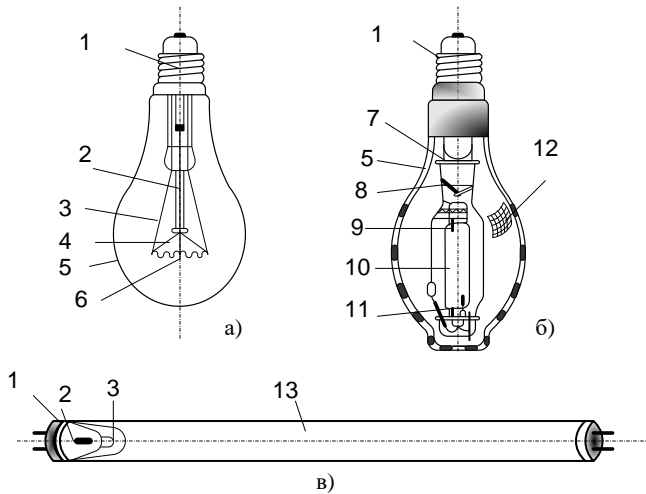


Рис. 8.1 Електричні лампи:

а – розжарювання; *б* – люмінесцентна низького тиску; *в* – дугова ртутна високого тиску; 1 – цоколь; 2 – ніжка; 3 – електрод; 4 – гачок; 5 – колба; б – волосок; 7 – трубка; 8 – резистор; 9 – основний електрод; 10 – кварцовий пальник; 11 – додатковий електрод; 12 – люмінофор; 13 – скляна трубка

б) освітлювальна арматура:

- корпус;
- патрон;
- відбивач (розсіювач);
- захисний пристрій (скляний плафон, металічна сітка).

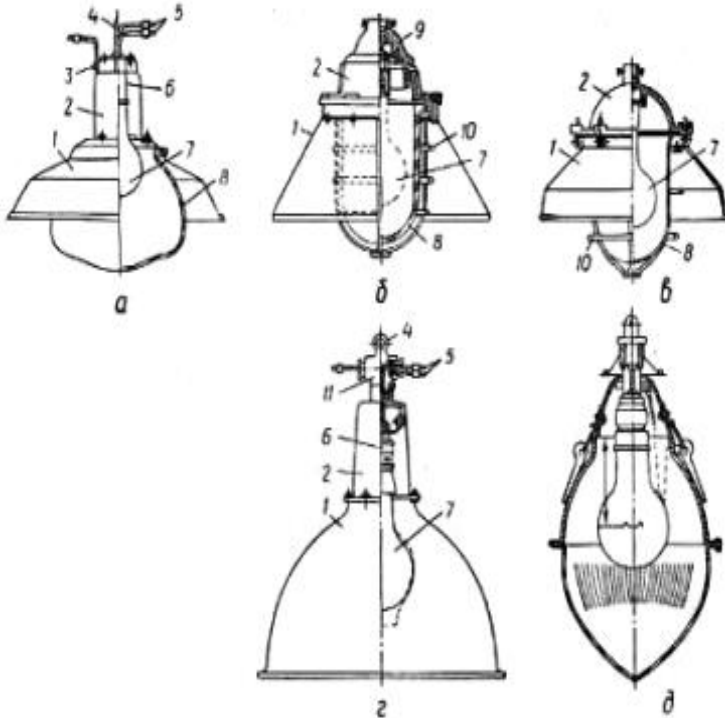


Рис. 8.2. Арматура світильників з лампами розжарювання і ДРЛ:

а – "Універсальний"; *б* – рудниковий; *в* – пилонепроникний; *г* – глибокого випромінювання; *д* – загального освітлення; 1 – відбивач; 2 – корпус; 3 – болт заземлення; 4 – скоба (вушко) для підвішування; 5 – проводи; 6 – патрон; 7 – лампа; 8 – захисне скло; 9 – кришка; 10 – захисна сітка; 11 – бугель

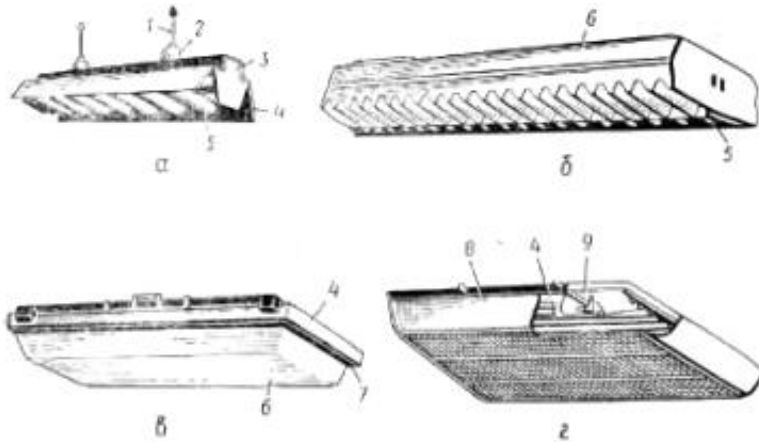


Рис. 8.3. Електричні лампи:

а – розжарювання; *б* – люмінесцентна низького тиску; *в* – дугова ртутна високого тиску; 1 – цоколь; 2 – ніжка; 3 – електрод; 4 – гачок; 5 – колба; 6 – волосок; 7 – трубка; 8 – резистор; 9 – основний електрод; 10 – кварцовий палець; 11 – додатковий електрод; 12 – люмінофор; 13 – скляна трубка

Лампа розжарювання – (винайдена Лодигінім в 1873 р.) складається з вольфрамової нитки розжарювання, скляної колби та цоколя (гвинтового або стержневого). Світло випромінюється нагрітою струмом вольфрамовою спіраллю.

В газонаповнених лампах в колбу додають суміш газів (аргону і азоту).

Напруга: $U_n = 1; 2; 5; 3,5; 6,5; 12; 24; 36; 110; 127$ і 220 В.

Потужність: від десятих частин Вт до 500 Вт.

Недоліки: низький к.к.д. (10% – 15 %) у зв'язку з великими втратами на нагрівання.

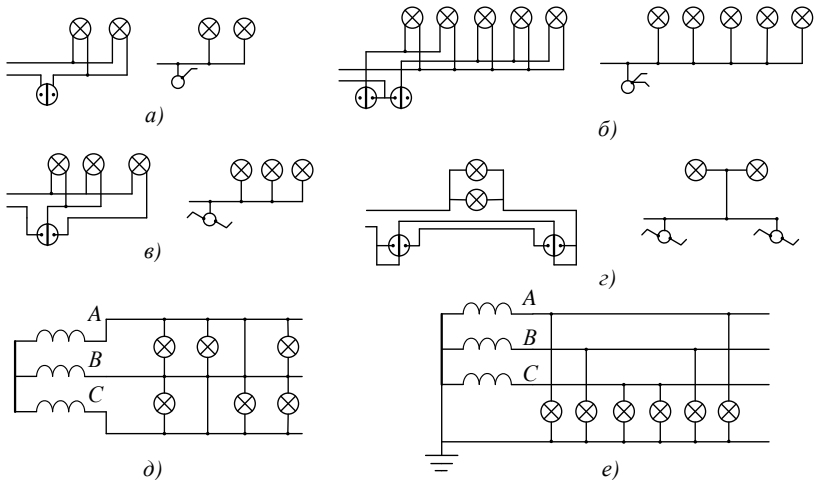


Рис 8.4. Схеми приєднання ламп розжарювання:

а – з одним вимикачем; *б* – з двома вимикачами; *в* – з одним перемикачем; *г* – з двома перемикачами; *д* – на лінійну напругу; *е* – на фазну напругу

Люмінесцентні лампи низького тиску – є скляною трубкою ($d = 25 - 50$ мм , $L = 0,45 - 1,2$ м), що заповнена парами ртуті з невеликою кількістю аргону. Внутрішня поверхня трубки покрита люмінофором. В кінці трубки через цоколі введені вольфрамові оксидовані (барію і торію) електроди.

Залежно від люмінофору лампи поділяються:

- **ЛБ** – лампи білого кольору світла,
- **ЛДП** і **ЛД** – лампи денного кольору світла,
- **ЛТБ** і **ЛХБ** – лампи тепло-білого і холодно-білого кольору світла.

Люмінесцентні лампи обладнуються наступною пускорегулюючою апаратурою:

- **стартер** – маленька неонева лампочка, яка виконує роль теплового реле. Призначена для автоматичного запалення лампи;

- два **конденсатори** – один для підвищення $\cos \varphi$, другий для знищення радіоперешкод;
- **дросель** – для утворення імпульсу струму, для запалювання лампи в момент її пуску, а в процесі роботи обмежує робочий струм.

В момент пуску в стартері за рахунок тліючого розряду проходить нагрів біметалічної пластини, яка вигинається і замикає коло. В колі потече струм, який нагріє електроди лампи до $t = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$. В момент замикання пластини стартера тліючий розряд припиняється і пластини охолоджуються, вигинається і розмикає коло. При цьому, за рахунок явища самоіндукції, в дроселі виникає імпульс великої напруги, під дією якого між електродами лампи виникне електричний розряд, який викличе світіння люмінофору.

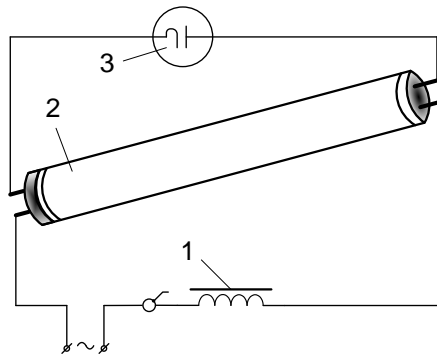


Рис 8.5. Принципова схема люмінесцентної лампи з стартерним запалюванням:

1 – дросель,; 2 – лампа, 3 – стартер

Люмінесцентні лампи високого тиску складаються:

- **кварцова розрядна трубка**, яка містить пари ртуті при $P = 2-4 \text{ кГ/см}^2$;
- **скляна колба**, покрита люмінофором;

– **цоколь.**

Ввімкнення лампи проводиться з допомогою пускорегулювальної апаратури, яка складається з дроселю і імпульсного контуру з розрядником.

Під час ввімкнення лампи в коло спочатку заряджається конденсатор через селеновий випрямляч з обмежувальним опором. Коли починається процес розрядки конденсатора, то в первинній обмотці дроселя виникне імпульс напруги, який запалить лампу. При горінні лампи напруга на конденсаторі нижча за пробивну напругу розрядника, тому розряди не виникають.

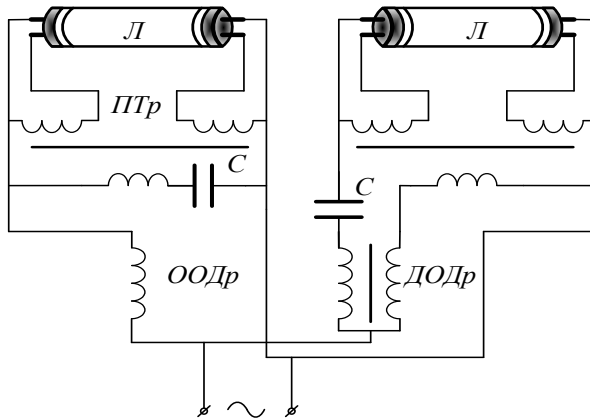


Рис 8.6. Схема вмикання люмінесцентних ламп з безстартерним запалюванням:

Л – лампа; *ПТр* – підлоговий трансформатор; *С* – конденсатор; *ООдр* – основна обмотка дроселя; *ДОдр* – додаткова обмотка дроселя

В останній час розроблені і експлуатуються, а також розробляються освітлювальні пристрої на основі волоконної оптики (із світловодами) (гастрокопія і т. ін.).

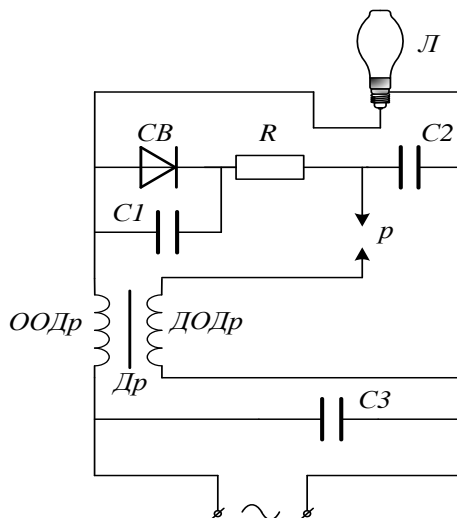


Рис 8.7. Схема вмикання ртутної дугової лампи високого тиску (ДРЛ):

Л – лампа; *СВ* – селеновий випрямляч (діод); *R* – зарядний резистор; *С1*, *С2*, *С3* – конденсатори; *p* – розрядник; *Др.* – дросель; *ООДр* – основна обмотка дроселя; *ДОДр* – додаткова обмотка дроселя

Кожен світильник має своє **умовне позначення** (шифр), яке складається з ряду букв і цифр, що характеризують його світлотехнічні, енергетичні і конструктивні параметри. Деякі світильники мають свої фірмові назви.

Згідно з ГОСТ 14255-69 “Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Оболочки. Степени защиты” ступінь захисту світильників, як і всіх електроустановок, позначається двома буквами “IP” і двома цифрами.

Нині в систему позначень за ГОСТ 14255-69 внесені зміни, пов’язані з тим, що цей стандарт розповсюджується на однаковий ступінь захисту від пилу всіх частин електрообладнання. Тому в ньому не враховані особливості конструкції світильників з відкритими лампами або лампами

з закритими неущільненими світлопроникними оболонками при різному ступені ущільнення їх корпусів.

В зв'язку з цим, згідно з ГОСТ 17677-82 Е “Светильники. Общие технические условия” для таких світильників введені додаткові позначення, в яких відсутні букви IP, а біля першої цифри (ступінь захисту від пилюки) проставлено знак “штрих” (наприклад: 2'3; 5'3; 6'4, де:

2' – аналогічно ступеню захисту 2, при обмеженні попадання всередину пилюки неущільненими світлопроникними оболонками;

5', 6' – аналогічно ступеню захисту 5 і 6 при колбах ламп, не захищених від дії пилюки).

В залежності від виконання (по способу захисту від навколишнього середовища) світильники поділяються:

- **відкриті** (IP00, IP10; IP11) – електрична лампочка і патрон не ізольовані від навколишнього середовища.

Вони застосовуються в сухих і гарячих приміщеннях з невеликою кількістю пари води та неструмопровідного пилу.

Приклади:

- а) глибоковипромінювач Г-200 ;
 - б) «Універсаль» Уз-200 ;
 - в) «Люцетта» Лц-150;
 - г) «Кососвет»;
 - д) кільцевий СК;
 - є) «Альфа»;
 - ж) світильники місцевого освітлення СМО-100.
- **захищені** (IP20; IP21, IP30, IP31) - лампа і патрон ізольовані від навколишнього середовища оболонкою, яка не має пилонепроникних прокладок.

Застосовуються в сухих, жарких та з невеликою кількістю пилу приміщеннях, а також в зоні класу П-Па.

Приклади:

- а) «Універсаль» УН-200;
- б) «Шар» ШМ (молочний);
- в) «Плафон» П;
- г) ПВП; БУН-60; ПУП - 60.

- **вологозахищені** – мають вологостійкий корпус і патрон, надійну ізоляцію в місці вводу проводів в арматуру.

Застосовуються в сирих, запилених приміщеннях, поза приміщеннями, а також в зоні класу П-III.

Приклади:

- а) Фарфоровий напівгерметичний Фм-60;
- б) «Люцетта» з фарфоровим плафоном Лв-200;
- в) «Плафон стельовий брызкозахищений» ППГ.

- **закриті** – мають ущільнену оболонку, що виключає можливість попадання всередину пилуки і вологи.

Застосовуються в особливо сирих приміщеннях, в приміщеннях з хімічно активним середовищем, поза приміщеннями, а також в зонах класів 2, 22, П-І, П-ІІ.

Приклади:

- а) ПУ – промисловий ущільнений;
- б) РН – рудниковий нормальний;
- в) СХ – сільськогосподарський.

Якщо конструкція світильника виключає потрапляння тонкоподрібненого пилу, то таке виконання називається **пилонепроникним** (СПБ, НСП та ін.).

- **вибухозахищені** – мають оболонку, яка забезпечує безпечність експлуатації в вибухонебезпечному середовищі.

Поділяються на дві групи:

а) вибухонепроникні – оболонка може витримати максимальний тиск вибуху в/н суміші всередині оболонки і є щільниковий захист, який запобігає передачі вибуху із оболонки в навколишнє середовище.

Застосовуються в приміщеннях всіх класів зон з врахуванням категорії та групи в/н суміші.

Приклади:

- а) ВЗГ-200;
- б) В4А-50;
- в) РВЛА – люмінесцентні;
- г) ВЗГ-ДРЛ – люмінесцентні.

б) підвищеної надійності проти вибуху – це такі, в яких виключається можливість утворення іскор, електричних дуг і небезпечних температур в тих місцях, де вони не повинні бути при нормальних умовах, а оболонка герметична і підвищеної міцності.

Застосовуються в усіх класах зон, за винятком зони класу **1**, з врахуванням категорії та групи в/н суміші.

Приклади:

- а) НЗБ;
- б) НОБ;
- в) ПН;
- г) РП;
- д) НОГ;
- е) НОГЛ – 80 та ін.

Висновок:

Електричні джерела світла являють собою певну пожежну небезпеку.

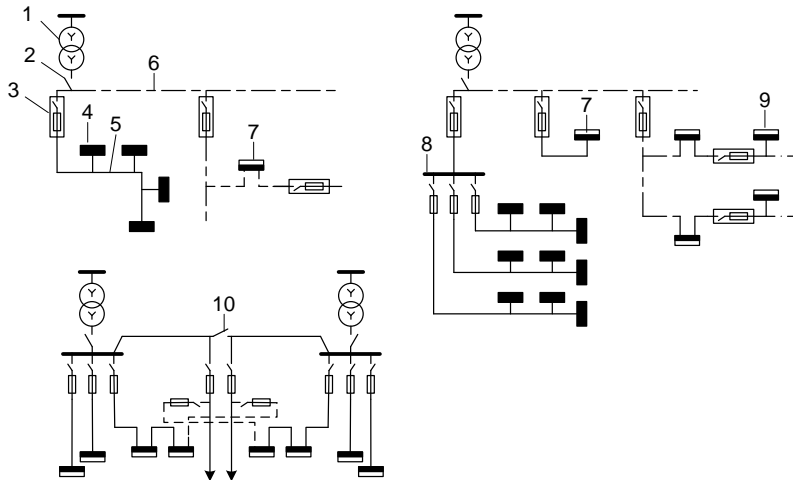


Рис 8.8. Схеми живлення освітлення за магістральною схемою

а – без магістрального роздільного щитка; *б* – з магістральним роздільним щитком; *в* – від двох трансформаторів; 1 – трансформатор; 2 – головний автомат; 3 – ящик з комутуючими і захисними апаратами; 4 – груповий щиток робочого освітлення; 5 – магістральна лінія робочого освітлення; 6 – головна магістраль; 7 – силовий розподільний пункт; 8 – магістральний щиток; 9 – груповий щиток аварійного освітлення; 10 – середній розмикач

8.2. Пожежна небезпека світильників

Особливості пожежної небезпеки світильників обумовлюються такими факторами:

- процес перетворення електричної енергії в світлову супроводжується виділенням тепла ($t_{\text{колби}} = 80 - 165^{\circ}\text{C}$). Особливо висока температура досягається при запиленні колби ($t > 300^{\circ}\text{C}$) та контакті колби з матеріалами, що акумулюють тепло (лампа $P = 40$ Вт на ватній ковдрі нагрівається до $t = 250^{\circ}\text{C}$) ($t_{\text{спиралі}} = 3000^{\circ}\text{C}$);

- можливістю іскроутворення в патроні при вгвинчуванні та вигвинчуванні ламп або нещільному контакті;
- можливістю розриву колби лампи і випадання нагрітих металічних частин при перенарузі в мережі або попаданні вологи;
- коротке замикання на вводі проводів в патрон, в патроні при пошкодженні ізоляції;
- можливість проплавлення скляних колб ламп розплавленими електродами при к. з. між ними;
- в люмінесцентних світильниках пожежонебезпечними моментами є:
 - а) безперервна робота дроселя в режимі пуску ($t_{\text{дроселя}} = 2200\text{С}$);
 - б) коротке замикання в дроселі;
 - в) пробій конденсатора;
- наявність горючих матеріалів в конструкції світильників (розсіювачі, паперові обкладинки конденсаторів і т. ін.);
- неправильний вибір світильника по виконанню;
- використання в світильниках ламп підвищеної потужності, що непередбачено технічними умовами, що приводить до сильного нагріву зовнішньої поверхні оболонки світильника.

Висновок:

1. Світильники мають високу пожежну небезпеку.
2. Пожежна небезпека світильників обумовлена їх конструкцією та умовами експлуатації.

8.3. Протипожежні вимоги до монтажу і експлуатації світильників

8.3.1 Протипожежні вимоги до монтажу світильників (ПУЭ п.п. 6.2; 7.2; 7.1; 7.3; 7.4; ДНАОП 0.00–1.32–01)

Загальні вимоги до монтажу світильників внутрішнього освітлення:

- кожна групова лінія, як правило, повинна мати в електромережі на кожен фазу не більше 20 ламп розжарювання, ДРЛ, ДРН; для люмінесцентних - не більше 50 ламп; в житлових і громадських будівлях на однофазну групу освітлення сходів, коридорів, холів, технічних підвалів і горищ - не більше 60 ламп розжарювання потужністю до 60 Вт;
- пускорегулюючі апарати люмінесцентних ламп повинні забезпечувати $\cos \varphi \geq 0,9$.

Протипожежні вимоги до монтажу світильників житлових і громадських будівель, культурно-видовищних закладів, у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зонах

- в ваннах, душових, санвузлах квартир, готелів та гуртожитків корпуси світильників з лампами розжарювання і патрони повинні бути виконані з ізолюючого матеріалу;
- освітлювальні прилади постановочного освітлення повинні мати запобіжні сітки, що виключають випадання світлофільтрів, лінз, ламп та інших внутрішніх частин;
- у вибухонебезпечних зонах можуть застосовуватися світильники з рівнем вибухозахисту або ступенем захисту, згідно з п. 7.3.12 (ПУЭ) або вищим;
- у пожежонебезпечних зонах повинні застосовуватися світильники, які мають ступінь захисту не менше вказаного в п. 7.4.3 (ПУЭ);

- конструкція світильників з лампами ДРЛ повинна виключати випадання із них ламп. Світильники з лампами розжарення повинні мати суцільне силікатне скло, яке захищає лампу, а також відбивачі і розсіювачі з негорючих матеріалів;
- в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу, складських приміщеннях світильники з люмінесцентними лампами не повинні мати відбивачі і розсіювачі з горючих матеріалів;
- електропроводка всередині світильників з лампами розжарення і ДРЛ до місця приєднання зовнішніх провідників повинна виконуватись термостійкими проводами;
- переносні світильники в пожежонебезпечних зонах повинні мати ступінь захисту не менше IP 54;
- скляний ковпак захищається металічною сіткою;
- забороняється підвіска світильників на живильних проводах, якщо вони для цього не призначені;
- у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу при відсутності світильників вибухозахищеного виконання допускається виконувати освітлення світильниками без засобів вибухозахисту такими способами:
 - а) через глухі вікна без кватирок і фрауг зовні будівлі (при одинарному склі світильник повинен мати захисний скляний ковпак);
 - б) через ніші з подвійним склом і природною вентиляцією їх зовнішнім повітрям;
 - в) через ліхтарі спеціального типу із світильниками з подвійним склом і природною вентиляцією їх зовнішнім повітрям;
 - г) в коробах, які продуваються під надлишковим тиском чистим повітрям;
 - д) освітлювальними пристроями з щілинними світловодами.

Крім вище перерахованих вимог до монтажу світильників в правилах пожежної безпеки для різноманітних об'єктів народного господарства викладені специфічні вимоги до монтажу.

8.3.2. Протипожежні вимоги до експлуатації світильників

Протипожежні вимоги до експлуатації світильників викладені в правилах пожежної безпеки для об'єктів народного господарства в окремих розділах ППБ 02-75 «Типовые правила пожарной безопасности для промпредприятий», ППБ-С-3-81 «Предприятия торговли и общественного питания, базы и склады», ППБ-04-76 «Правила пожарной безопасности для объектов сельскохозяйственного производства».

Під час експлуатації електроустановок забороняється:

- використовувати електрообладнання, поверхневий нагрів якого при роботі перевищує температуру навколишнього середовища (повітря) більше, ніж на 40 0С;
- застосовувати в пожежонебезпечних зонах складських приміщень люмінесцентні світильники з відбивачами та розсіювачами, виготовленими з горючих матеріалів;
- застосовувати в пожежонебезпечних зонах світильники з лампами розжарювання без захисного суцільного скла (ковпака), а також з відбивачами і розсіювачами з горючих матеріалів;
- встановлювати прожектори зовнішнього освітлення безпосередньо на дахах складів;
- у зерноскладах використовувати електросвітильники, які не відповідають пожежній небезпеці зони приміщень складу;
- відтягувати проводи і світильники, підвішувати світильники на струмопровідних проводах;
- обгортати електричні лампи та світильники папером,

- тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);
- в тваринницьких приміщеннях використовувати лампи, потужність яких перевищує допустиму норму для даного типу світильника.

Необхідно:

- зовнішнє освітлення тютюнових складів та сушарок влаштовувати за допомогою прожекторів, встановлених на негорючих опорах за межами приміщень;
- в матеріальних складах віддаль від світильника до горючих матеріалів повинна бути не менше 0,5 м. В люмінесцентних світильниках повинна виключатись можливість випадання стартерів;
- повинен проводитись постійний контроль за цілісністю і справністю світильників, вводів та проводів в них. У разі виявлення несправностей електромережа повинна вимикатись до їх усунення.

Висновок:

Дотримання протипожежних вимог до монтажу і експлуатації світильників суттєво знижує їх пожежну небезпеку.

8.4. Системи та види освітлення

Системи освітлення:

- **загальне** – для освітлення всього приміщення або його частини з рівномірною освітленістю;
- **місцеве** – для освітлення тільки робочого місця (стаціонарне і переносне);
- **комбіноване** – сукупність загального і місцевого освітлення.

Види освітлення:

- **робоче** – забезпечує необхідну освітленість під час роботи.

Робоче освітлення є:

- а) **охоронне** – для створення умов видимості при охороні якоїсь території;
 - б) **чергове** – для створення умов видимості в приміщенні для його охорони;
- **аварійне** – для тимчасового продовження роботи;
 - **аварійне для евакуації людей (евакуаційне)** – забезпечує при вимиканні робочого освітлення умови, достатні для безпечного виходу людей з приміщення.

8.5. Аварійне та евакуаційне освітлення

8.5.1. Улаштування аварійного та евакуаційного освітлення

Аварійне освітлення для тимчасового продовження роботи (аварійне) влаштовується:

- у виробничих приміщеннях, коли відключення робочого освітлення і пов'язане з цим порушення нормального обслуговування обладнання і механізмів може спричинити вибух, пожежу або отруєння людей;
- в видовищних, клубних закладах, спортивних спорудах: в приміщеннях кас, адміністратора, гардеробу, постів охорони, пожежного поста, апаратній управління постановочним освітленням, звукоапаратній, кінопроекційній, трансформаторної підстанції або головного розподільчого щита, телефонній станції та в цирку (в приміщеннях для тварин);
- в дитячих закладах – при цілодобовому перебуванні дітей, незалежно від їх кількості.

**Аварійне освітлення для евакуації людей
(евакуаційне) влаштовується:**

- у виробничих приміщеннях:
 - а) в місцях, небезпечних для проходу людей;
 - б) в проходах і на сходах, які служать для евакуації понад 50 чол.;
 - в) по основних проходах, які служать для евакуації понад 50 чол.;
 - г) в приміщеннях допоміжних будівель;
 - д) якщо в приміщенні може одночасно перебувати понад 100 чол.;
 - е) у виробничих будівлях без природного освітлення;
 - ж) у виробничих приміщеннях без природного освітлення за наявності понад 50 працюючих або, якщо площа перевищує 150 м²;
 - з) в приміщеннях, де може одночасно перебувати 100 чол. і більше, незалежно від наявності аварійного освітлення, проектують евакуаційне освітлення по основним проходам;
- в житлових будинках: в сходових клітках будинків висотою 6 поверхів і більше ;
- в громадських будинках: в приміщеннях, де одночасно може перебувати 100 чол. і більше;
- у видовищних, клубних закладах і спортивних спорудах:
 - а) в приміщеннях, де одночасно може перебувати не менше 50 чол. ;
 - б) на всіх шляхах евакуації (сходи, проходи, тощо).

Висновок:

Необхідність улаштування аварійного чи евакуаційного освітлення залежить від призначення приміщення, кількості людей, що можуть там одночасно перебувати, та його розташування.

8.5.2. Вимоги до аварійного і евакуаційного освітлення

Сходові клітки, внутрішні відкриті та зовнішні сходи, коридори, проходи та інші шляхи евакуації мають бути забезпечені евакуаційним освітленням.

Світильники евакуаційного освітлення, у разі перебування в будівлі людей, повинні вмикатися з настанням сутінків.

Шляхи евакуації, що не мають природного освітлення, у разі перебування в будівлі людей, повинні постійно освітлюватися електричним світлом.

У світильниках аварійного та евакуаційного освітлення потрібно використовувати лампи розжарювання. Дозволяється, в окремих випадках, застосовувати для аварійного та евакуаційного освітлення люмінесцентні світильники за умови, що температура навколишнього середовища приміщення становить не менше +5 °С, а живлення світильників здійснюється на змінному струмі й забезпечує напругу мережі не нижче 90% номінальної.

Світильники аварійного та евакуаційного освітлення виділяються з числа світильників робочого освітлення своїм типом чи спеціально нанесеним знаком. Світильники евакуаційного освітлення слід позначати літерою „Е”.

Встановлення будь-яких місцевих вимикачів або штепсельних роз'єднувачів у мережах аварійного та евакуаційного освітлення не дозволяється.

8.5.3. Вимоги до живлення аварійного і евакуаційного освітлення

Світильники робочого і аварійного освітлення у виробничих і громадських будівлях без природного освітлення повинні живитись від різних незалежних джерел.

Допускається живлення робочого і аварійного освітлення прокладати від різних трансформаторів однієї підстанції при їх живленні від різних незалежних джерел.

В громадських будівлях, за відсутності незалежних джерел живлення, допускається живлення світильників

аварійного освітлення від мережі трансформатора, що не використовується живленням робочого освітлення.

Світильники евакуаційного освітлення у виробничих будівлях з природнім освітленням, в громадських і житлових будівлях приєднуються до мережі, незалежної від мережі робочого освітлення, починаючи від щита підстанції (РПО) або вводу в будівлю (при наявності одного вводу).

Світильники евакуаційного освітлення виробничих будинків без природного освітлення приєднуються до окремого незалежного джерела живлення або автоматично на нього перемикаються, коли в нормальному режимі евакуаційного освітлення живиться від джерела живлення робочого освітлення.

У приміщеннях виробничих будівель без природного освітлення, де одночасно перебуває 100 і більше чол., живлення евакуаційного освітлення по основних проходах при його відключенні повинно перемикатись на незалежне зовнішнє або місцеве джерело (акумуляторна батарея, генератор), яке в нормальному режимі не використовується для живлення робочого, аварійного і евакуаційного освітлення.

Не допускається використання електросилових мереж для живлення загального робочого, аварійного і евакуаційного освітлення у виробничих приміщеннях без природного освітлення.

Світлові покажчики евакуаційних або запасних виходів в будь-яких будівлях, які обладнані автоматичними джерелами живлення, в нормальному режимі можуть живитись від будь-якої стаціонарної освітлювальної електромережі.

В приміщеннях, в яких постійно знаходиться обслуговуючий персонал, в основних проходах повинна забезпечуватись можливість автоматичного відключення аварійного і евакуаційного освітлення упродовж всього часу роботи робочого освітлення. При відключенні робочого

освітлення автоматично повинно включатись аварійне і евакуаційне освітлення.

При технічній недоцільності використання живлення аварійного і евакуаційного освітлення у відповідності з п.6.1.12 ПУЕ замість стандартного аварійного і евакуаційного освітлення допускається використання ручних світлових приладів з акумуляторами або сухими елементами.

Висновок: Вимоги до живлення аварійного і евакуаційного освітлення залежать від призначення будівлі, а також наявності чи відсутності природного освітлення.

8.5.4. Протипожежні вимоги до аварійного і евакуаційного освітлення культурно-видовищних установ

За відсутності другого незалежного живлення (за винятком кінотеатрів) для аварійного і евакуаційного освітлення та пожежної сигналізації передбачають акумуляторну установку.

При живленні від акумуляторної установки для аварійного і евакуаційного освітлення застосовуються тільки лампи розжарення.

В будівлях і спорудах з кількістю місць в глядацькому залі 800 чол. і більше, а в дитячих театрах, будинках дитячої творчості і т. ін. з глядацькими залами будь-якої вмістимості повинна передбачатись акумуляторна установка для живлення або автоматичного переключення на неї світильників аварійного і евакуаційного освітлення та пожежної сигналізації при відключенні зовнішніх джерел живлення.

В кінотеатрах (при залах будь якої вмістимості), при наявності двох незалежних джерел живлення, акумуляторна установка не передбачається. При цьому робоче та аварійне (евакуаційне) освітлення повинні живитись від різних джерел.

В будівлях і спорудах з кількістю місць в глядацькому залі менше 800 чол., при живленні робочого та аварійного (евакуаційного) освітлення від двох незалежних джерел, акумуляторна установка не передбачається. При цьому живлення робочого та аварійного (евакуаційного) освітлення і пожежної сигналізації здійснюється окремими лініями від різних станцій ГРЩ або ВРП.

Світлові покажчики з написом «Вихід» розміщують над дверми по шляху евакуації з глядацького залу; із сцени (естради, манежу), інших приміщень – в напрямку виходу з будинку. Вони повинні бути пофарбовані в інший колір, приєднуватись до живлення евакуаційного освітлення або автоматично на нього переключатись та повинні бути ввімкнені упродовж всього часу перебування глядачів.

Керування аварійним і евакуаційним освітленням має бути централізованим з приміщення зарядної, а за її відсутності – з приміщення ГРЩ або ВРП. Допускається керування з кінопроекційної або з пожежного поста.

Висновок:

Правильний монтаж та експлуатація аварійного і евакуаційного освітлення зменшують вірогідність травматизму та загибелі людей при аварійних ситуаціях.

Розділ 9

Захисні та комутаційні апарати

9.1. Призначення і класифікація електричних апаратів

Електричними апаратами називають електротехнічні пристрої, призначені для керування, контролю, регулювання та захисту електричних кіл і машин.

Електричні апарати класифікують:

1. За призначенням:

- *комутуючі* – для вмикання та вимикання електричних кіл;
- *захисні* – для захисту електричних кіл та машин від перевантаження, коротких замикань, змін напруги та інших порушеннях режимів роботи електроустановок;
- *пускорегулюючі* – для здійснення пуску, реверсування, регулювання частоти обертання електричних машин, а також струму та напруги електроустановок;
- *контролюючі* – для контролю за координатами режимів електричних кіл.

2. Залежно від конструкції контактної системи:

- *контактні* – шляхом замикання чи розмикання контактних частин здійснюється керування роботи електричного кола);
- *безконтактні* – відбувається керування електричним режимом шляхом зміни параметра комутаційних елементів).

3. За родом струму:

- *постійного*;
- *змінного*.

4. За напругою:

- *низької* (до 1000 В);
- *високої* (понад 1000 В).

5. За виконанням:

- *відкрите*;

- захищені;
- закриті;
- вибухозахищені, тощо.

б. За способом керування:

- напівавтоматичне (ручне);
- автоматичне.

Електричні апарати можна класифікувати також і за такими ознаками: за кількістю полюсів (від одного до чотирьох) та за способом гасіння електричної дуги в апараті (за допомогою дугогасильних камер, сіток, масла тощо).

9.2. Будова та принцип дії електричних апаратів ручного керування

Апарати неавтоматичного або ручного керування приводяться в дію рукою. До них належать рубильники, перемикачі, пакетні вимикачі, скриньки з рубильниками, барабанні вимикачі, пускові реостати тощо.

Рубильник призначений для ручного вмикання та розмикання електродвигунів та електричних кіл постійного та змінного струмів. Він також використовується як розмикач для оперативних дій без перевантажень в електричних мережах.

Рубильники бувають одно-, дво-, три-, а іноді і чотирьополюсні, які розраховані на напругу до 500В та струм до 1000 А і використовуються для нечастих вмикань.

Складається з нерухомих та рухомих контактів, виготовлених з міді чи латуні (рис. 9.1).

Рухомі контакти виготовляють у вигляді ножів, а нерухомі – пружинних губок. При розмиканні електричного кола між контактами рубильника виникає дуга, тому рубильники, розраховані на великі струми, укомплектовують дугогасильними пристроями. Ножі, при цьому, встановлюють на пружинах для миттєвого розмикання електричного кола.

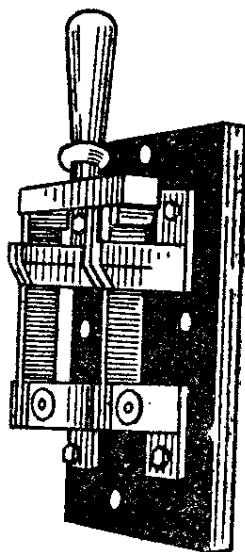


Рис. 9.1. Загальний вигляд двополюсного рубильника

Вмикання чи розмикання рубильника здійснюється центральною чи бічною рукояткою або важільним приводом.

За ступенем захисту рубильники випускають *відкритими* або *захищеними*.

Перемикачі призначені для комутації електричних кіл, але, в основному, за їх допомогою здійснюють перемикання із зірки на трикутник під час запуску короткозамкнених асинхронних двигунів з метою зниження пускових струмів.

За своєю конструкцією перемикачі (рис. 9.2) бувають, подібні до рубильників, тобто мають рухомі та нерухомі контакти, виготовлені у вигляді ножів та губок. На відміну від рубильників, перемикачі мають дві групи нерухомих контактів.

Перемикачі бувають: *поворотного* типу, *універсальні* та *малогабаритні*.

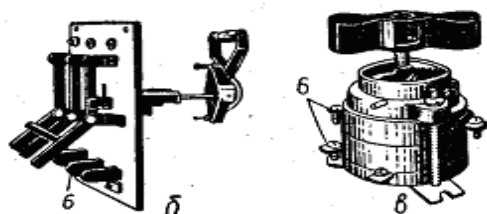


Рис. 9.2. Загальний вигляд перемикача та пакетного вимикача

Універсальні перемикачі для перемикання в електричних колах (рис. 9.3) складаються із секцій, а кожна секція – з нерухомого контакту 4, лівого 3 і правого 5 рухомих контактів, ізоляційних кулачкових шайб 6, які встановлюються на центральний валик 7. Рухомі контакти закріплені на скобах 1. Під час повороту рукоятки повертаються ізоляційні кулачкові шайби. При попаданні шплінта 2, розміщеного на скобі, у западину кулачкової шайби рухомий контакт замикається з нерухомим.

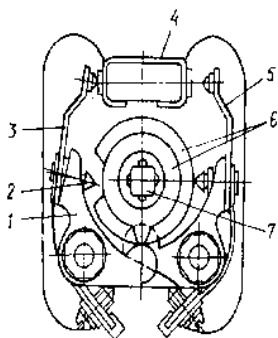


Рис. 9.3. Секція універсального перемикача:

1 – скоба; 2 – шплінт; 3 – лівий рухомий контакт; 4 – нерухомий контакт; 5 – правий рухомий контакт; 6 – кулачкові шайби; 7 – центральний валик

Малогабаритні перемикачі подібні за конструкцією до універсальних і використовуються для перемикання електричних кіл постійного та змінного струмів, а також для дистанційного керування комутуючими апаратами.

Пакетний вимикач призначений для комутації електричних двигунів малої потужності, електричних кіл керування та сигналізації (рис. 9.4).

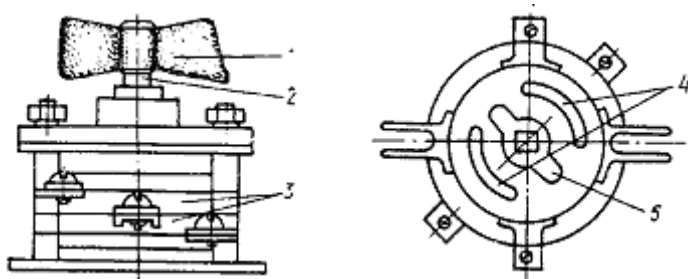


Рис. 9.4. Пакетний вимикач:

*1 – ручка увімкнення; 2 – стержень; 3 – пакети;
4 – нерухомі контакти; 5 – рухомі контакти*

Він складається з набору ізоляційних однополюсних кілець, на яких розміщені нерухомі контакти 4. Рухомі контакти з'єднані з рукояткою вимикача. За допомогою пружини, вмонтованої в ручку вимикача, контакти при перемиканні миттєво замикаються, запобігаючи утворенню іскор та дуг.

Найчастіше використовуються одно-, дво- і триполюсні вимикачі.

Вимикачі освітлення бувають різних типів. Найчастіше в освітлювальних електромережах використовують вимикачі клавішного типу (рис. 9.5).

В неробочому розімкненому положенні рухомий 2 та нерухомий 3 контакти розімкнуті. При натисканні на клавішу

1 фіксатор 4, стискуючи пружину 5, переміститься вниз, внаслідок чого контакти замкнуться

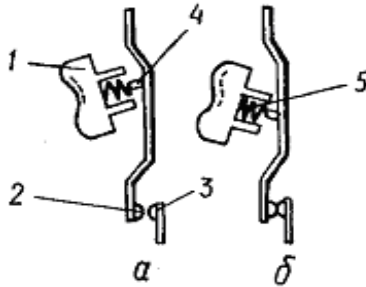


Рис. 9.5. Вимикач із клавішним приводом:

а – розімкнуте положення; *б* – увімкнуте положення;
 1 – клавіша; 2 – рухомий контакт; 3 – нерухомий контакт;
 4 – фіксатор; 5 – пружина

Тумблери – це однополюсні перемикачі або вимикачі, які призначені для комутації малопотужних споживачів (рис. 9.6).

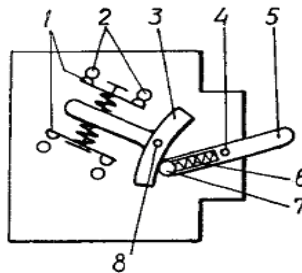


Рис. 9.6. Тумблер:

1 – рухомий контакт; 2 – нерухомий контакт; 3 – дугова планка; 4 і 8 – осі; 5 – важіль; 6 – пружина; 7 – кулька

Під час переміщення поворотного важеля 5 кулька 7 буде пересуватися по дуговій планці 3 і, при переході через центральне положення, контакти, під дією пружини, перемкнуться.

Пускова скринька, крім рубильника, оснащена комплектом запобіжників, які служать захистом від коротких замикань та перевантажень електрообладнання (рис. 9.7).

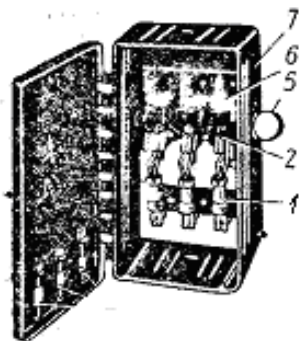


Рис. 9.7. Пускова скринька:

1 – запобіжники 2 – контактні ножі; 5 – рукоятка; 6 – нерухомі контакти; 7 – корпус;

Скринька оснащена спеціальним блокуючим пристроєм, що запобігає замиканню електричного кола при відкритих дверцятах.

Контролери застосовують, в основному, при дотриманні особливих умов пуску електродвигунів, їх реверсуванні та регулюванні частоти обертання.

Пристрій контролера дозволяє, на відміну від рубильника, вимикати електричні кола не одночасно, а у визначеній послідовності. На рис. 9.8 зображена схема дії однієї ланки контролера кулачкового типу.

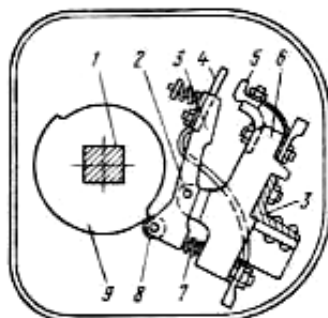


Рис. 9.8. Схема дії контролера кулачкового типу

Робочі контакти 4 і 5 закріплені на ізоляційних основах – рухомій 3 і нерухомій 6. На рухомій основі, яка може повертатися довкола осі 2, закріплений ролик 8. На валу 1 закріплена кулачкова шайба 9. Якщо вона дотикається до ролика 8 поверхнею меншого радіуса, то контакти замкнені дією пружини 8. Повертаючи вал 1 і кулачкову шайбу 9 таким чином, що більший радіус шайби буде дотикатися до ролика 8, контакти можна розімкнути. Таких кулачкових елементів вздовж вала 1 можна встановити стільки, скільки потребує схема керування електричним колом.

Пускові реостати – це додаткові опори, які вводяться в коло якоря двигуна постійного струму та в коло ротора асинхронного двигуна з фазним ротором для обмеження пускового струму.

Пускові реостати бувають *рідинні*, *дротяні*, з *литими чавунними опорами*, тощо.

9.3. Загальні відомості про апарати захисту та їх види

Всі електроустановки захищаються від ненормальних (аварійних) режимів роботи, оскільки останні призводять до

пошкодження електрообладнання, перебоїв в електропостачанні споживачів, а також до виникнення пожеж і загорань в електромережах.

Такими аварійними режимами є: струмове перевантаження; коротке замикання; відхилення напруги; витік струму (винос потенціалу) та обрив проводів.

Кожний з аварійних режимів характеризується певним значенням хоча б одного з електричних параметрів електроустановки, який відрізняється від нормального режиму роботи.

Наприклад:

- струм короткого замикання у струмопровідних елементах миттєво зростає до значень багатократно більших, ніж в нормальному режимі роботи електроустановок;
- струми перевантажень у струмопровідних частинах є менші, ніж струми коротких замикань, але вони діють більш тривалий період;
- при витоку струму електричний потенціал з'являється на не струмонесучих елементах не тільки електроустановок, а й будівель та споруд.

В усіх інших випадках, які наведені вище, можливе використання спеціальних технічних засобів, які реагують на аварійні значення електричних параметрів електроустановок. Отож, розглянемо такі засоби.

Апарат захисту – це пристрій, який самостійно вимикає електричне коло в разі ненормальних режимів роботи.

Види апаратів захисту:

- плавкі запобіжники;
- автоматичні запобіжники (автоматичні вимикачі);
- теплові та температурні реле;
- диференційні реле (реле витоку струму, пристрої захисного вимкнення, пристрої вмонтованого температурного захисту тощо);

- розрядники.

Апарати захисту виготовляють не на будь-яке значення струму, а тільки на певне значення згідно зі стандартами. Для силових і освітлювальних мереж стандартний ряд струмів такий: [1; 1,2; 1,6; 2,0(2,5); 3,2(3,5); 4,0; 5,0; 6,3; 8,0] · 10ⁿ, де n = 0-4(5).

Наприклад, номінальний струм може бути: 1,2; 12; 120; 1200; 12 000; 120 000 А або 8; 80; 800; 8000; 80 000 А.

В силових електромережах:

- а) від короткого замикання захищаються будь-які мережі в будь-якому середовищі (п. 5.3.55 ПУЭ);
- б) від перевантаження захищаються (п. 5.3.57 ПУЭ):
 - мережі вибухонебезпечних зон класів 1, 2, 21, 22;
 - мережі всередині приміщень, прокладені відкрито провідниками з горючою ізоляцією чи оболонкою;
 - мережі на підприємствах, в житлових і громадських будівлях, торгових приміщеннях - тільки у випадках, коли за умовами технологічного процесу або за режимом роботи мережі може виникнути довготривале перевантаження провідників.

Електричні двигуни захищаються:

- при перевантаженні механізму по технологічним причинам;
- при тяжких умовах пуску;
- у вибухонебезпечних приміщеннях класів всіх зон.

В освітлювальних та побутових електромережах:

- а) від короткого замикання захищаються будь-які мережі в будь-яких середовищах (п. 3.1.8 ПУЭ);
- б) від перевантаження захищаються мережі в таких випадках (п. 3.1.10 ПУЭ):
 - мережі всередині приміщень, які прокладені відкрито провідниками з горючою ізоляцією чи зовнішньою оболонкою;
 - мережі в житлових та громадських будівлях, в торгових приміщеннях, службово-побутових

- приміщеннях пром підприємств, а також в пожежонебезпечних зонах;
- мережі вибухонебезпечних зон класів 1, 2, 21, 22.

9.4. Плавкі запобіжники

9.4.1. Призначення, будова та принцип дії плавких запобіжників

Плавкий запобіжник – це пристрій захисту, який спрацьовує шляхом розплавлення спеціальної плавкої вставки.

За зовнішньою формою і лінійними розмірами вони можуть бути різними, але завжди складаються з: корпуса; контактів та плавкої вставки.

Корпус виготовляється з електроізоляційного та теплостійкого негорючого матеріалу, розрахованого на робочу напругу в мережі (порцеляна, скло, стеатит, карболіт, фібра та ін.).

Контакти виконуються у вигляді роз'ємних затискачів, за допомогою яких запобіжник вмикається в електричне коло.

Плавка вставка – спеціальний тонкий дротик чи пластина, які виготовлені з легкоплавкого матеріалу і призначається для розплавлення під дією струму, який перевищує розрахункове значення. Вони виготовляються з олова, сплаву олова з цинком, з цинку, міді, срібла.

Олово, його сплави і цинк мають низьку температуру плавлення (200-420 °С).

Недоліком плавких вставок з цих матеріалів є їх теплова інерційність через відносно великий питомий опір та теплоємність металу.

Плавкі вставки з міді та срібла мають добру електропровідність, але плавляться при високій температурі (1080 і 960 °С). Тому, для зниження температури плавлення застосовують наплавку на мідну фольгу кульок з олова чи з

цинку. В результаті т. з. "металургійного ефекту" при нагріванні плавкої вставки олово чи цинк починають плавитися і поступово розчиняють мідь, від чого плавка вставка руйнується і перегоряє при температурі в 2-3 рази нижчій, ніж температура плавлення міді.

Срібні плавкі вставки дорогі і тому застосовуються лише на малі струми та високі напруги понад 1000 В.

9.4.2. Види плавких запобіжників

Пластинчасті – це відкриті запобіжники без корпусу, які мають тільки контакти і плавку вставку з кількох мідних дротів.

Такий запобіжник через відсутність корпусу не обмежує викид полум'я та розплавлених бризок міді при спрацьовуванні. Тому вони є найбільш небезпечними під час експлуатації. Їх застосування допускається лише в спеціальних приміщеннях (ЗРУ, електрощитові та т. ін.). Виготовляються на струм від 10 до 350 А.

Трубчасті відкриті – трубчастий корпус виготовляється з ізоляційного матеріалу (скло, порцеляна, стеатит), відкритий з обох кінців, всередині якого розміщена мідна плавка вставка.

Такий запобіжник відносно менш пожежонебезпечний, ніж пластинчастий. Але його використання все ж обмежене, і тому його розташовують у закритих скриньках, щитах. Виготовляється на струми від 15 до 100 А. Тип – СПО.

Трубчасті закриті – корпус (патрон) закритий з обох кінців. Всередині розташована плавка вставка.

Такий запобіжник простий за конструкцією і пожежобезпечний, тому він поширений в мережах. Виготовляється на струми від 15 до 1000 А. Тип ПР-1 і ПР-2 (рис. 9.9).



Рис 9.9. Плавкий запобіжник ПР-2

Запобіжники з наповнювачем – корпус (патрон), де знаходиться плавка вставка, заповнений кварцовим піском.

Патрон може бути розбірним чи нерозбірним. Такі запобіжники найбільш пожежобезпечні і тому мають широке застосування. Розміщується у щитах, скриньках. Виготовляються на струми від 100 до 600 А. Типи ПНР, НПН, ПН-2.

Гвинтовий (корковий) – запобіжник, в якого плавка вставка розміщена всередині т. з. "корка", який вкручується в основу гвинтовою різьбою. Стандартні діаметри різьби 27, 33 мм, а "корок" і основа виготовляються з порцеляни. Корок може мати всередині плавку вставку з цинкового дроту або змінні плавкі елементи. Останні можуть мати покажчик спрацьовування.

Через те, що в цих запобіжниках відсутні струмонесучі елементи, які є небезпечними для людини, вони широко розповсюджені в електромережах житлових та громадських будівель, а також в освітлювальних мережах на виробництві.

Виготовляються на струми від 6,3 до 60 А.

Крім окремо вживаних запобіжників, виготовляються так звані **мітчики-запобіжники**, **вимикачі-запобіжники**, в яких запобіжники є складовою частиною пристрою і своїми контактними вузлами комутують захищену мережу.

9.4.3. Електричні параметри плавких запобіжників

U_n – номінальна напруга (напруга мережі, при якій дозволяється застосовувати запобіжник) вказується на корпусі;

$I_{н.зан.}$ – номінальне значення струму запобіжника – струм, на який розраховані контакти запобіжника;

$I_{н.вст.}$ – номінальна величина струму плавкої вставки – найбільший струм, при якій вставка може працювати довго без спрацювання (вказується на вставці, якщо вона змінна, або на корпусі, якщо вона незмінна);

$I_{гр.}$ – гранична величина струму вставки – струм, при якому плавка вставка розплавиться через 2-3 години.

Співвідношення між цими параметрами такі:

$$I_{н.зан.} \geq I_{н.вст.}$$

$$1,25 \div 1,3 \leq \frac{I_{гр.}}{I_{н.вст.}} \leq 1,4 \div 1,6$$

Якщо струм, який протікає через вставку, більший у 3-4 рази від номінального, то все тепло, яке виділяється плавкою вставкою, йде на її нагрівання. Вставка розплавляється за час, який обернено пропорційний силі струму. Час нагріву вставки до температури плавлення дорівнює:

$$t_{гр.} = A' \frac{q^2}{I^2} = A' / \delta^2,$$

де A' – стала, яка визначається тільки властивостями матеріалу і від розмірів вставки не залежить;

q – поперечний переріз вставки;

I – струм;

δ – густина струму у вставці.

Плавкі запобіжники прості за конструкцією і дешеві, але вони потребують термінової заміни «згорілих» плавких вставок відразу ж після їх спрацювання, а нерозбірні – й самих запобіжників. Ця обставина уможлиблює використання нестандартних, саморобних вставок, які є пожежонебезпечними.

9.5. Автоматичні вимикачі.

Будова та призначення основних вузлів

Більш досконалішими і надійними апаратами захисту багатократної дії є автоматичні вимикачі, які оснащені тепловим реле (рис. 9.10) чи тепловими елементами.

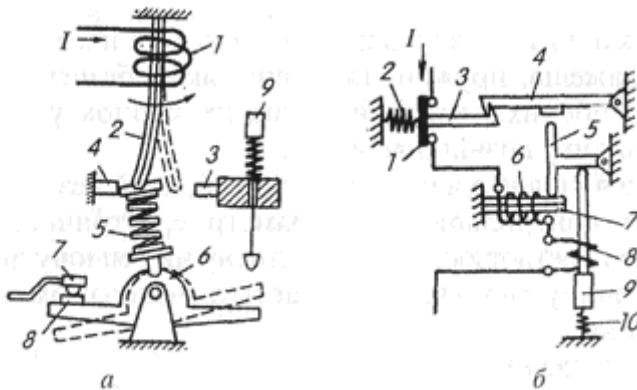


Рис. 9.10. Принципові схеми теплового реле (а) і автоматичного вимикача (б):

- а) 1 – нагрівальний елемент; 2 – біметалева пластина; 3, 4 – обмежувачі руху; 5 – пружина; 6 – важіль; 7, 8 – контакти робочого кола; 9 – кнопка повернення;*
- б) 1 – робочий контакт; 2, 10 – пружини; 3, 4 – заціпки; 5 – важіль; 6 – нагрівальний елемент; 7 – біметалева пластина теплового роз'єднувача; 8 – обмотка та 9 – яр електромагнітного роз'єднувача*

Автоматичні вимикачі забезпечують автоматичне включення електричних кіл в разі короткого замикання та перевантаження, а також не часту комутацію при нормальній роботі.

Складові частини автоматичних вимикачів:

- **корпус** – це основа з покриттям (кожухом) з ізоляційного матеріалу. На основі кріпляться інші деталі автоматичного вимикача;
- **робочі контакти** – це комутаційний вузол апарата. Робочі контакти вмикають і розмикають електричне коло. В апаратах з великими струмами робочі контакти розміщені в дугогасильній камері, яка виглядає як комірка зі сталевими або мідними пластинами (гратками), що розташовані перпендикулярно до електричної дуги. Механізм дугогасіння полягає в затягуванні дуги електродинамічними силами між пластини (гратки), в результаті чого вона роздрібнюється на декілька коротких частин, охолоджується металом і гасне;
- **механізм управління** – це привід, що забезпечує замикання та розмикання робочих контактів. Він може бути у вигляді кнопок «Пуск» та «Стоп» або важеля чи клавіші. За їх положенням видно, в якому стані знаходиться автоматичний вимикач;
- **механізм вільного розчеплення** – це система важелів, пружин, тяг тощо, які забезпечують розмикання робочих контактів як від дії кнопок управління, так і від впливу роз'єднувачів;
- **роз'єднувач** – це пристрій, який безпосередньо реагує на контрольований параметр режиму електричного кола. Цей вузол перетворює електромагнітну чи теплову дію струму в механічну дію, яка сприймається механізмом вільного розчеплення.

Види роз'єднувачів:

- *електромагнітний* – навій з якорем, який рухається під дією електромагнітних сил і впливає на механізм вільного розчеплення (М);
- *тепловий* – це сукупність спеціального електронагрівального елемента, який виділяє теплоту, та біметалевої пластини, яка перетворює теплову дію на механічний рух, що сприймається механізмом вільного розчеплення (Т);
- *комбінований (МТ)*. Автоматичні вимикачі з комбінованим роз'єднувачем забезпечують автоматичне вимикання електричних установок при короткому замиканні та струмових перевантаженнях і представляють собою сукупність теплового і електромагнітного роз'єднувачів.

Під час короткого замикання спрацьовує електромагнітний роз'єднувач, а при струмових перевантаженнях – тепловий. Автоматичний вимикач вимикає електроустановку в разі спрацювання будь-якого із роз'єднувачів.

9.6. Принципи дій електромагнітного та теплового роз'єднувачів

Автоматичні вимикачі з електромагнітним роз'єднувачем (рис. 9.10, б) захищають електричні мережі від короткого замикання (тому що даний роз'єднувач спрацьовує миттєво), а тепловий роз'єднувач захищає мережу від перевантажень (він спрацьовує з витримкою часу).

При нормальній роботі рухомий контакт 1 знаходиться в замкнутому стані в зачепленні із защіпкою 4 і утримується в цьому положенні пружиною 2. Сила пружини розрахована так, що робочий струм, який протікає по обмотці котушки електромагніту 8, не може її подолати.

При короткому замиканні в електромережі різко збільшуються струми, які утворюють потужне

електромагнітне поле в котушці 8, під дією якого якір електромагніту 9 втягується в котушку і діє на важіль 5. Важіль, в свою чергу, діє на заціпку 4, яка, піднімаючись вверх, виходить із зачеплення із заціпкою 3. Остання, під дією пружини, відходить вліво, розриваючи коло живлення електроустановки і котушки електромагніту.

Після ліквідації причини короткого замикання рухомий контакт за допомогою кнопки „Пуск” повертають в початкове положення і фіксують його зубом із заціпкою 4.

Тепловий роз’єднувач (рис. 9.10, б) призначений для автоматичного відключення електричної установки при виникненні в ній струмових перевантажень.

При нормальній роботі контакти замкнуті і по електричному колу проходить струм, який живить електроустановки, а також електромагніти роз’єднувачів.

При струмовому перевантаженні в робочій лінії починається процес нагріву нагрівального елемента. Завдяки теплу, що виділяється, біметалева пластина вигинається, діючи при цьому на важіль 5. Важіль діє на заціпку 4, а та виводить із зачеплення заціпку 3. Робочий контакт 1 під дією пружини 2 розмикає електричне коло. Для повернення автоматичного вимикача в робочий стан, після вистигання біметалевої пластини, необхідно натиснути на кнопку «Пуск».

До найважливіших електричних параметрів автоматичних вимикачів відносяться:

U_n – номінальна напруга – напруга мережі, в якій дозволяється використовувати автомат;

I_n – номінальна сила струму автомата – найбільш сила струму, на яку розраховані всі струмонесучі елементи автомата;

$I_{н. е.л.м.}$, $I_{н. тепл.}$ – номінальна сила струму роз’єднувача (електромагнітного чи теплового) – найбільша сила струму, на яку розрахований роз’єднувач для тривалої роботи, яка не викликає спрацьовування автомата;

$I_{спр. ел. м.}$, $I_{спр. тепл.}$ – сила струму спрацювання роз'єднувача (електромагнітного чи теплового) – найменша сила струму спрацювання роз'єднувача;

$I_{вст. роз'єд.}$ – сила струму вставки роз'єднувача – сила струму, на яку відрегульований роз'єднувач (якщо автомат має таке регулювання).

9.7. Комутаційні апарати дистанційного керування

9.7.1. Призначення, будова та принцип роботи магнітного пускача

Магнітні пускачі призначені для дистанційного пуску і зупинки 3-фазних електродвигунів (можуть використовуватись і для електричних мереж), їх реверсування, а також для захисту від перевантаження і падіння напруги.

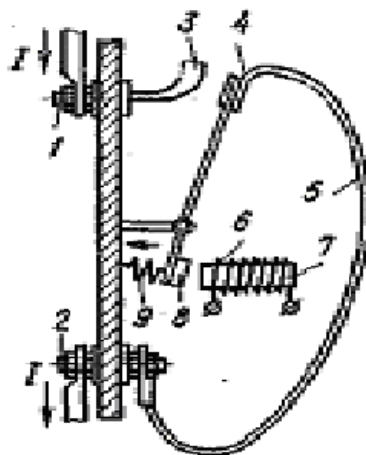


Рис. 9.11. Принципова схема контактора

1,2 – затискачі; 3,4 – контакти; 5 – провід; 6 – котушка; 7 – сердечник;
8 – електромагніт; 9 – пружина

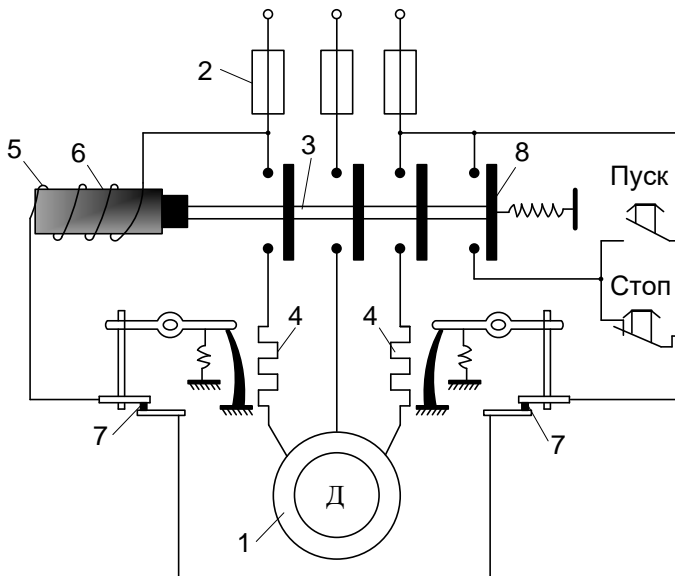


Рис. 9.12. *Схема магнітного пускача*

1 – обмотка двигуна; 2 – запобіжники; 3 – робочі контакти контактора; 4 – теплове реле; 5 – котушка електромагніта; 6 – сердечник; 7 – розмикаючі контакти; 8 – замикаючий контакт

При натисканні кнопки «Пуск» (рис. 9.12) струм поступає від фази С через кнопку управління і замкнуті контакти теплових реле до електромагніту, який притягне контакти контактора і останній замкне своїми контактами коло живлення електродвигуна і блок-контакти (так як опісля кнопка „Пуск” відпускається).

При натисканні кнопки «Стоп» переривається коло живлення електромагніту і контактор під дією пружини розімкне коло живлення електродвигуна.

При перевантаженні в колі живлення електродвигуна потечуть великі струми, під дією яких почнуть нагріватися нагрівні елементи теплових реле. Від цього тепла почне нагріватися біметалева пластина контактів теплового реле і,

вигинаючись, вона розімкне їх, а відповідно і коло живлення електромагніту. Під дією пружини контактор розімкне коло живлення електродвигуна (від короткого замикання електродвигун захищається спеціально встановленими плавкими запобіжниками).

Основною характеристикою теплового реле є залежність часу його спрацювання від кратності навантаження, тобто, відношення струму, який проходить через нагрівний елемент до номінального струму теплового реле. Графічно вона представлена ампер-секундною або захисною характеристикою (рис 9.13).

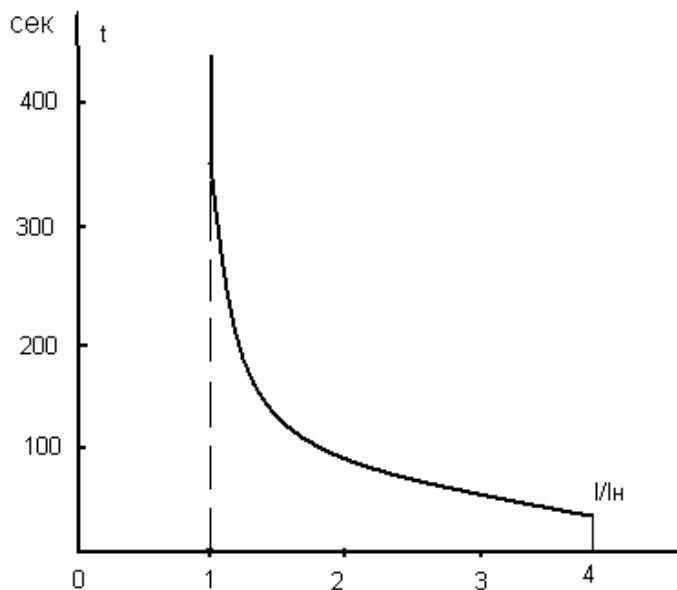


Рис. 9.13. Ампер-секундна характеристика теплового реле

Щоб визначити, чи може апарат захисту (теплове реле) попередити пожежонебезпечні прояви в окремих елементах електроустановок (наприклад, в електропроводці),

необхідно порівняти теплову характеристику цього елемента із захисною характеристикою апарату захисту.

Теплову характеристику елемента електричної установки можна зобразити кривою, яка показує залежність проміжку часу, на протязі якого температура цього елемента досягне гранично допустимого значення, від кратності навантаження елемента установки, тобто:

$$t_{zp} = f\left(\frac{I}{I_n}\right)$$

Кратністю навантаження I/I_n називається відношення струму, який фактично проходить через установку, до номінального струму даного елемента.

Гранично допустима температура для електроізоляційних матеріалів електропроводки, після якої вони починають плавитися та руйнуватися, є різна. Наприклад, для гуми або поліхлорвінілу гранично допустима температура становить 65°C .

На рис. 9.14 зображено захисну характеристику теплового реле (крива 1) і теплову характеристику електропровідника (крива 2). Якщо крива 2 знаходиться вище кривої 1, як у нашому випадку, то вибране реле забезпечить захист електропроводки.

Для двигуна можна знайти залежність тривалості протікання струму від його величини, при якій забезпечується надійна та довговічна експлуатація обладнання. При номінальному струмі допустима тривалість його протікання дорівнює безконечності. Протікання струму, більшого за номінальний, призводить до додаткового підвищення температури та додаткового старіння ізоляції. Тому, чим більше перевантаження, тим на коротший час воно допустиме.

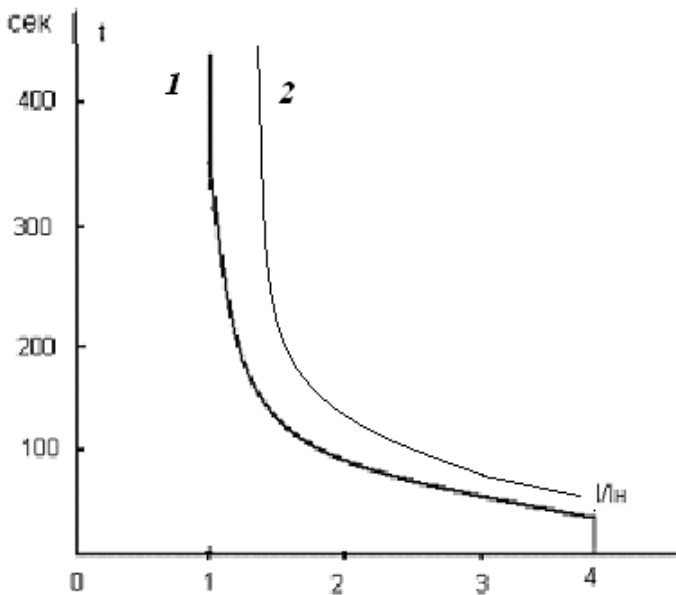


Рис. 9.14. Порівняльні характеристики теплового реле та електричного провідника

Залежність часу спрацювання теплового реле від струму навантаження має вигляд:

$$t_{\text{спр}} = T \ln \frac{I^2 - I_0^2}{I^2 - I_\infty^2},$$

де T – стала часу нагріву;

I_0 – струм попереднього навантаження;

I_∞ – струм, при якому реле спрацьовує за час $t \gg T$;

I – струм, при якому реле спрацьовує за час $t_{\text{спр}}$.

При падінні напруги притягуюча сила електромагніту зменшується і пружина, долаючи цю силу, змушує контактор розімкнутися і вимкнути електродвигун від електричного кола:

$$U_{\text{спр}} = (0,5 - 0,6) U_{\text{ном}};$$

9.7.2. Вимикаюче обладнання в електроустановках

Окрім захисту електродвигунів плавкими запобіжниками, магнітними пускачами та автоматичними вимикачами, використовується ще вмонтований температурний захист.

Це ефективний захист вимикання електродвигунів при перевантаженнях, неправильних процесах пуску і гальмування, підвищеній частоті вмикань, обриві фаз, коливанні напруги живлення в межах (70-110)% U_n , заклинюванні приводного механізму, підвищеній температурі навколишнього середовища і порушеннях в системі охолодження.

Свого часу промисловість випускала два види пристроїв вмонтованого температурного захисту: **УВТЗ-1** і **УВТЗ-4**.

УВТЗ складається із комплектів температурних датчиків-термоопорів (позисторів або резисторів), вмонтованих в обмотки статора.

Характерна властивість позисторів – висока чутливість в вузькому інтервалі температур.

9.8. Методи гасіння електричної дуги та процеси, які відбуваються при цьому

В електричних апаратах управління та захисту під час комутації електричних кіл між контактами виникають іскри та дуги, які є джерелом пожежної та техногенної небезпеки.

Електричні дуги за своїми параметрами, а отже і за небезпекою, є різні:

- довжина дуги коливається від долів міліметра до декількох метрів;
- швидкість руху дуги – від декількох сантиметрів до декількох сотень метрів в секунду;
- струм дуги - від долів ампера до сотень тисяч ампер;
- напруженість магнітного поля дуги – від долів ерстед до десятків тисяч ерстед і т. д.

Тому гасіння дуги в електричних апаратах є актуальною проблемою і на цей час. Дугу необхідно гасити в малому об'ємі, при малому світловому ефекті, за короткий час і при найменшому зносі частин апаратів.

Є багато методів боротьби із дугою. Гасіння електричної дуги в рубильнику при відключенні невеликих струмів відбувається під впливом її механічного розтягування. При відключенні великих струмів (більше 75 А) гасіння дуги відбувається під дією електродинамічних сил. Вони сприяють зменшенню довжини і часу її горіння. Тому із збільшенням струму зменшується час горіння дуги у рубильнику. Із зменшенням довжини ножів в рубильниках зростають електродинамічні зусилля, які діють на дугу і гасять її. Виходячи із цього довжину ножів вигідно скорочувати.

У вимикачах високої напруги під час комутації електричних кіл у всіх експлуатаційних режимах: розмикання струмів навантаження, короткого замикання, струмів намагнічування трансформаторів, зарядних струмів шин та ліній, в кінці півперіоду, коли миттєве значення змінного струму підходить до нуля, дуга на контактах гасне. Це пояснюється тим, що в цей час до неї підводиться мала потужність, в результаті чого температура стовпа дуги значно знижується і дуговий проміжок губить свою провідність. Але перше гасіння дуги не виключає її повторного запалювання. Фактично, дуга у вимикачі гасне і відновлюється декілька раз. Її повне гасіння відбувається протягом від одного до декількох півперіодів.

Повторні пробої проміжку між контактами і кінцевий результат гасіння дуги залежать від двох обставин:

- 1) після обриву дуги між контактами вимикача появляється так звана відновлювальна напруга U_6 . Ця напруга встановлюється між контактами одного полюсу не миттєво, а зростає з певною швидкістю. Характер її зміни залежить від параметрів відмикаючого електричного кола і

характеристик вимикача. Відновлювальна напруга старається пробити міжконтактний проміжок;

2) швидке зростання електричної міцності проміжку, яку можна охарактеризувати напругою $U_{міц.}$, тобто напругою, необхідною для його електричного пробую.

Якщо швидкість зростання міцності проміжку після погашення дуги більша від швидкості відновлення напруги на контактах і крива $U_{міц.}$ йде вище кривої U_v (рис. 9.15), то дуга зовсім погасне.

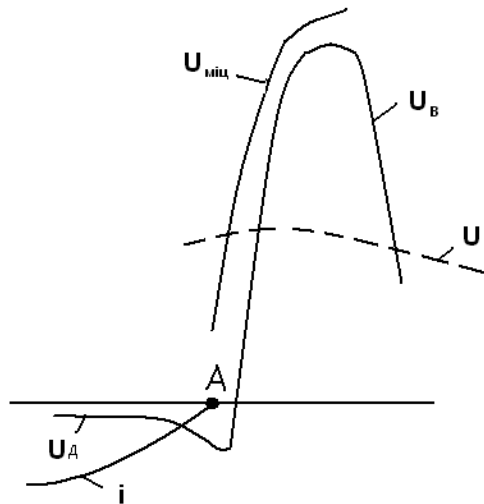


Рис. 9.15. Взаємне розміщення кривих $U_{міц.}$ та U_v :

U – напруга джерела промислової частоти; I – струм в електричному колі; $U_д$ – напруга на дузі; A – момент згасання дуги

У випадку перерізання кривих (рис. 9.16) дуга знову загориться в точці В, що затягне час відключення електричного кола.

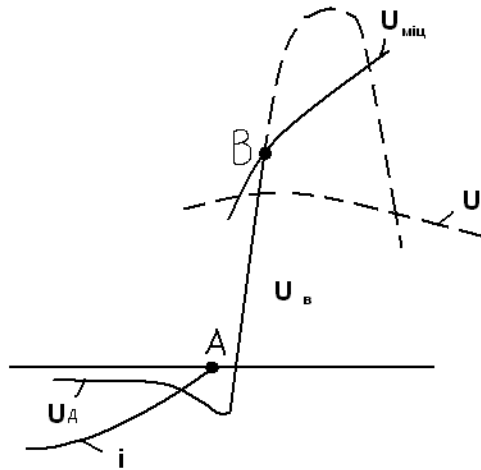


Рис. 9.16. Взаємне розміщення кривих $U_{міц}$ та $U_в$:

U – напруга джерела промислової частоти; I – струм в електричному колі; $U_д$ – напруга на дузі; A – момент згасання дуги; B – момент повторного запалювання дуги

Таким чином, успішне гасіння дуги в сучасних вимикачах вирішується в двох напрямках:

- 1) застосуванням ефективних дугогасильних пристроїв, які прискорюють відновлення електричної міцності або де іонізації дугового проміжку;
- 2) штучним зниженням швидкості наростання відновлювальної напруги.

Для зниження швидкості наростання напруги застосовують спеціальні опори, які шунтують дугу на розмикаючих контактах.

В конструкціях масляних та повітряних вимикачів закладені різні принципи гасіння дуги і тому використовуються для цього різні матеріали (стиснуте

повітря і трансформаторна олива). Тому будуть і різні характеристики зростання по часу електричної міцності у цих вимикачів. Гасінню дуги повітряного вимикача відповідає крива 1 (рис. 9.17), а крива 2, яка розміщена значно нижче, відповідає масляному вимикачу із дугогасильною камерою. За допомогою цих кривих можна порівняти швидкість повітряних та масляних вимикачів при відключенні струмів короткого замикання.

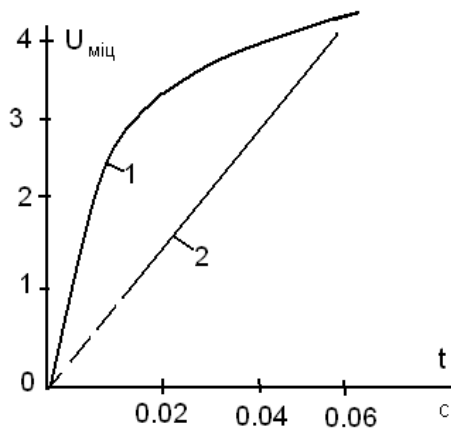


Рис 9.17. Зростання електричної міцності проміжку між контактами вимикачів:

1 – повітряних; 2 – масляних

Для полегшення протікання процесу відключення електричного кола в повітряних і масляних вимикачах застосовують шунтуючі опори $R_{ш}$, які знижують швидкість і амплітуду відновлювальних напруг в дугогасильних камерах з багатократними розривами і служать також для обмеження перенапруг при відключенні холостих ліній та індуктивних струмів ненавантажених трансформаторів.

На рис. 9.18 показана схема дугогасильної камери вимикача з опором – шунтом $R_{ш}$, порядок роботи якої такий: спочатку розмикаються головні дугогасильні контакти 1, які зашунтовані опором $R_{ш}$, між якими дуга гаситься при першому проходженні струму через нуль. Потім розмикаються контакти 2, які розривають електричне коло, струм якого обмежений активним опором $R_{ш}$, що значно полегшує роботу другого розриву.

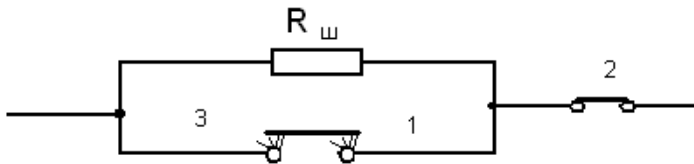


Рис. 9.18. Схема вимикача з опором - шунтом:

1 – головні контакти; 2 – допоміжні контакти; 3 – дуга

За допомогою шунтуючого опору знижують комутаційні перенапруги, які виникають при відключенні зарядних і намагнічуючих струмів. При відключенні довгої холостої лінії після розмикання контактів першого розриву через опір $R_{ш}$ розряджається ємність лінії, завдяки чому швидко знижується напруга на проводі і гасіння дуги на другому розриві, внаслідок зниження амплітуди напруги, відбувається без повторних пробоїв проміжку.

На рис. 9.19 приведені криві відновлювальної напруги на головних контактах при наявності шунта та без нього.

За допомогою відповідного підбору опору $R_{ш}$ коливальний процес відновлення напруги можна перевести в аперіодичний, знизити швидкість відновлення (крива 2 більш похила) та амплітуду цієї напруги.

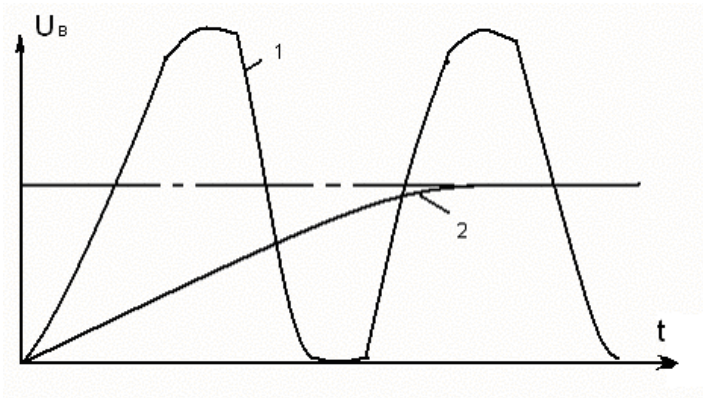


Рис. 9.19. Криві відновлювальної напруги на головних контактах:

1 - без шунта; 2 - з шунтом

При відключенні великих струмів за допомогою відкритої плавкої вставки гасіння дуги відбувається під дією електродинамічних сил.

Як тільки появиться рідка ділянка плавкої вставки під час її плавлення, електродинамічні сили, які стискають провідник, утворюють звужені ділянки. В цих ділянках зростає густина струму і підвищується температура. Зменшення перерізу вставки створює зусилля розриву. Таким чином, дуга загоряється скоріше, ніж вставка перейде в рідкий стан. Час горіння дуги залежить від конструкції запобіжника.

У вставках змінного перерізу її плавлення відбувається в точках, які мають найменший переріз. Процес нагріву звуженого перерізу протікає так швидко, що тепло майже не встигає перейти на ділянки з більшим перерізом. Це дозволяє різко знизити час з моменту початку короткого замикання до появи дуги. Процес гасіння дуги починається ще до моменту досягнення струмом короткого замикання встановленого або

амплітудного значення. Сучасні засоби дугогасіння дозволяють погасити дугу за тисячні долі секунди.

Для полегшення умов гасіння дуги для запобіжника використовують струмообмежувач, який вимикає не струм короткого замикання, а струм, який визначається часом плавлення вставки.

В установках промислового типу при коротких замиканнях в декілька сот тисяч ампер дуга надійно гаситься під дією власних електродинамічних сил.

Для гасіння дуги в контакторах та автоматичних вимикачах зменшують відстань між рухомими та нерухомими контактами, замінюють, в ряді випадків, дугогасильну котушку на постійний магніт.

Для зменшення габаритів дуги і створеного нею звукового та світлового ефекту в цих же апаратах застосовують такі пристрої:

- камери з вузькими ізоляційними щілинами, в які заганяється дуга;
- камери з дугогасильною решіткою, яка дробить дугу на дрібні іскри;
- камери з багатократним розривом дуги;
- камери з гасінням дуги за допомогою високого тиску газу;
- камери з комбінованим гасінням, які містять вузькі щілини і дугогасильну решітку.

Розділ 10. Тепловий розрахунок силової, освітлювальної мереж та електромережі живлення

10.1. Загальні положення

У ході проектування технологічного об'єкта спеціалістам-проектантам видаються розрахункові параметри відповідного технологічного устаткування чи технологічної ділянки в цілому. Номінальні потужності привідних електричних двигунів загально-промислового призначення стандартизовані, тому на першому етапі обчислюється розрахункова потужність технологічного агрегату, а вибір привідного двигуна здійснюється за умови, що розрахункова потужність повинна бути рівною або меншою за номінальну потужність вибраного двигуна. У протилежному випадку двигун працюватиме в режимі перевантаження. Крім цього тип двигуна вибирається за умови забезпечення необхідної частоти обертання та із врахуванням зовнішнього середовища. Кожен електродвигун оснащений паспортом, на якому наведені найважливіші номінальні, технічні й експлуатаційні параметри.

На наступному етапі вибираються напруги живлення двигунів, а також проводи і кабелі для сполучення вибраних електродвигунів з шинами розподільчих пунктів. Залежно від розрахункової потужності електропостачання технологічної ділянки може бути виконане на одному або двох рівнях напруги. Для розподілення електричної енергії на напрузі понад 1000 В використовують трижильні кабелі, а на напрузі до 1000 В - чотирижильні. При малій сумарній розрахунковій потужності (до ста кіловат) розподіл електроенергії можна виконати на напрузі до 1000 В, а при більшій сумарній розрахунковій потужності рекомендується подавати електроенергію від пункту живлення до ділянки високою напругою 6 чи 10 кВ. Подальше розподілення електричної енергії між електроприймачами може відбуватися одночасно на напругах до 1000 В через понижувальний силовий

трансформатор та на напрузі 6 чи 10 кВ безпосередньо від шин приймального розподільчого пункту. Наприклад, для потужних млинів використовуються переважно високовольтні електричні двигуни напругою 6 чи 10 кВ.

Кабельні лінії незалежно від рівня напруги можуть прокладатися в землі, лотках, тунелях, на естакадах та іншими способами. На практиці найдешевшою є прокладка кабелів в землі. На території підприємств, як правило, силові кабельні лінії прокладаються в лотках та на естакадах, за межами території - в землі. В цехах, особливо з вибухонебезпечними та хімічно-активними середовищами, рекомендується прокладання кабелів в трубах. В окремих випадках, якщо дозволяє конструкція кабелю, його можна прокладати відкритим способом (в повітрі). Вказані способи використовуються для прокладання кабельних ліній, які подають електричну енергію безпосередньо до приймачів.

Далі робиться розрахунок освітлення, яке поділяється на робоче, аварійне та евакуаційне для приміщень та зовнішнє для освітлення території. Освітлювальна апаратура в основному виготовляється на номінальну напругу 220 В крім прожекторів, окремі з яких виготовляються на 380 чи 500 В, тому робоче освітлення живиться від шин розподільчого пристрою паралельно з іншими споживачами, або через окремий трансформатор, якщо паралельно увімкнені споживачі викликають значні коливання чи відхилення напруги.

Способи прокладання електропроводів освітлювальної мережі залежать від характеру траси та конструкції кабелю, зокрема, в хімічно-активних та вибухонебезпечних приміщеннях освітлювальна мережа монтується в трубах. В металевих трубах також монтується траса освітлювальної мережі, яка пролягає на горючих конструкціях. В адміністративних, складських та інших нетехнологічних приміщеннях освітлювальна мережа може прокладатися

відкритим способом за допомогою кабелів або за допомогою ізольованих провідників з вологостійкою ізоляцією.

Для увімкнення чи вимкнення привідних двигунів та інших споживачів електричної енергії вибираються комутуючі апарати безпосереднього чи дистанційного вмикання, до яких відносяться магнітні пускачі та контактори. Для комутації групи споживачів, які живляться від спільного приєднання, використовуються автоматичні вимикачі, які забезпечені вбудованими автоматичними пристроями для вимкання в аварійних випадках. Крім того при виникненні внутрішніх пошкоджень в електрообладнанні та ненормальних режимів потрібно використовувати захисні пристрої, зокрема плавкі запобіжники.

10.2. Тракткування необхідності контрольного розрахунку

Якщо у провіднику проходить усталений струм, то, згідно з законом Джоуля-Ленца, у ньому виділяється тепло, яке нагріває провідник до певної сталої температури. Кожному значенню струму відповідає певне значення сталої температури, а збільшення струму викликає зростання температури. Якщо не обмежувати температуру нагрівання провідника, то вона може досягти значень, при яких загориться чи зруйнується ізоляція або навіть розплавиться струмонесуча жила. Тому для провідників встановлена певна допустима температура $t_{доп.}$ при якій ізоляція не пошкоджується при довготривалій експлуатації. Допустимій температурі нагрівання провідників відповідають допустимі сили струму ($I_{доп.}$).

Значення $I_{доп.}$ для провідника залежить від:

- матеріалу жили провідника;
- перерізу провідника;
- конструкції провідника (кількість сумісних жил, наявність оболонки, броні та ін.), що характеризує ступінь тепловідводу від струмонесучих жил;
- способу прокладання провідників (відкрито,

заховано та ін.), від чого залежить режим повітряного охолодження струмонесучих жил.

Значення $I_{доп.}$ для багатьох конкретних видів провідників, залежно від вищевказаних факторів, наведені в спеціальних довідникових таблицях (в ПУЕ, каталогах тощо).

Тому, щоб забезпечити пожежну безпеку при навантаженні провідників електричним струмом, слід підбирати провідники таким чином, щоб робочий струм ($I_{роб.}$), який необхідний для живлення того чи іншого електроприймача, був би не більшим за допустимий струм ($I_{доп.}$) для вибраного проводу, шнура, кабелю.

Такий вибір або перевірку правильності вибору називають контрольним розрахунком тієї чи іншої ділянки електричної мережі.

У ході розрахунку вибирають або перевіряють переріз провідників за умовами нагрівання до допустимих температур, а також вибирають або перевіряють вірність вибору параметрів захисних апаратів, які захищають мережі та приймачі від таких пожежонебезпечних явищ, як КЗ та перевантаження.

10.3. Загальна методика розрахунку

1. Визначити клас зони (тип приміщення), в якому розташована електрична мережа.

2. Визначити вид струмового захисту мережі, який необхідний залежно від класу зони, виду мережі (освітлювальна, силова, живлення), виду провідників (захищені, незахищені, з горючою зовнішньою оболонкою чи ні) та способу їх прокладання (відкрито, заховано).

3. Визначити номінальні (робочі) та максимальні (пускові) струми в мережі (струми залежать від виду мережі, напруги в ній, а також від параметрів приймачів (їх кількості, потужності та ін.).

4. Розрахувати параметри апарата захисту (залежно від виду мережі, виду захисту, типу апарату, робочих та

пускових струмів у мережі) та з допомогою довідникових таблиць вибрати відповідні типи цих апаратів з конкретними стандартними номінальними параметрами.

5. Розрахувати необхідні допустимі значення перерізу жил провідників (залежно від вимог навколишнього середовища, конструкції провідників та робочих струмів) та з допомогою довідникових таблиць вибрати відповідні марки проводів, шнурів чи кабелів з певними стандартними перерізу.

6. Перевірити відповідність отриманих в п. 4 параметрів захисних апаратів перерізам вибраних в п. 5 провідників (співвідношення відповідності залежать від класу зони та від виду необхідного захисту). У випадку отримання невідповідності необхідно вибрати провідники з більшим стандартним перерізом і знову виконати вищевказану перевірку.

7. Порівняти отримані за тепловим розрахунком електротехнічні параметри з тими, що перевіряються (запроектовані чи існуючі), зробити висновок про їх відповідність чи невідповідність розрахунковим і, в останньому випадку, запропонувати необхідні заходи.

Конкретні методики теплового розрахунку тієї чи іншої мережі складаються з тих самих етапів, що й загальна методика, тільки зміст кожної позиції має свої особливості чи відмінності.

Якщо електродвигуни (або групи світильників) мають однакові потужності, то розрахунок ведеться для одного із електродвигунів (однієї з груп).

10.4. Порядок виконання теплового розрахунку в силових електромережах

Якщо силова електрична мережа виконана за радіальною схемою, то згідно з нею для кожного електродвигуна передбачена окрема лінія від головного розподільчого щита. Тому для проводу чи кабелю переріз

вибирають за робочим струмом лише одного двигуна і окремо на кожній лінії встановлюють захисні засоби від короткого замикання і перевантажень.

Порядок виконання теплового розрахунку силової мережі такий:

1. Визначають клас вибухонебезпечної чи пожежонебезпечної зони, орієнтуючись на характер технологічного процесу та вибухонебезпечного середовища.

2. Визначають необхідний вид захисту силової електричної мережі (від короткого замикання чи від короткого замикання і перевантажень), орієнтуючись на встановлений клас зони і характеристики електропроводки силової мережі.

В силових електромережах:

- а) від короткого замикання захищаються будь-які мережі в будь-якому середовищі (п. 5.3.55 ПУЭ);
- б) від перевантаження захищаються (п. 5.3.57 ПУЭ):
 - мережі у вибухонебезпечних зонах класів 1, 2, 21, 22;
 - мережі всередині приміщень, виконані відкрито провідниками з горючою ізоляцією чи оболонкою;
 - мережі на підприємствах, в житлових і громадських будівлях, торгових приміщеннях - тільки у випадках, коли за умовами технологічного процесу або за режимом роботи мережі може виникнути довготривале перевантаження провідників.

Електричні двигуни захищаються:

- при перевантаженні механізму за технологічними причинами;
- при тяжких умовах пуску;
- у вибухонебезпечних приміщеннях класів всіх зон.

3. Розраховують робочі та пускові струми електродвигунів різної номінальної потужності за формулами:

- а) робочий струм

$$I_{роб.} = I_{ном.} \approx \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}; \quad \text{для не ВНЗ};$$

$$^2_{д\ddot{a}.} = 1,25 \cdot ^2_{i\ddot{i}.}; \quad \text{для ВНЗ},$$

де P_n – номінальна потужність електродвигуна [Вт];
 U_{ϕ} – лінійна напруга трифазної мережі [В];
 U_n – номінальна напруга електродвигуна [В];
 $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності трифазного двигуна;
 η – коефіцієнт корисної дії двигуна;

б) пусковий струм

$$I_{пуск} = K_i \cdot I_{роб.};$$

де $k_i = 5 \dots 8$ – коефіцієнт кратності пускового струму, який залежить від умов пуску. Вибирається за каталогами або паспортними даними від 4 до 8. В разі відсутності даних приймають $k_i = 5$.

4. Вибирають переріз жил проводів і кабелів, орієнтуючись на допустимий струм $I_{доп}$, визначений з умови:

$$I_{доп} \geq I_{роб} \quad \text{– для не ВНЗ};$$

$$I_{доп} \geq 1,25 I_{роб} \quad \text{– для ВНЗ}$$

За $I_{доп}$ беруть найближче більше $I_{роб}$ табличне значення струму. Користуватися потрібно тією з таблиць, яка відповідає виду ізоляції, оболонки та способу прокладання проводу чи кабелю (відкрито, захищено чи в трубі).

5. Розраховують параметри апаратів захисту. В силових мережах значення параметрів апаратів захисту вибирають, враховуючи величини робочого та пускового струму електродвигунів.

а) Захист від к. з.

Він виконуються запобіжниками або автоматичними вимикачами. Для запобіжника вибирають номінальний струм плавкої вставки $I_{н\text{ вст}}$, а для автомата – вставку миттєвого спрацювання $I_{спр\text{ ем}}$, за такими формулами:

$$I_{н.вст.} \geq \frac{I_{пуск.}}{\alpha} \quad - \text{ для плавкої вставки;}$$

$$I_{спр. ем.} \geq 1.25 I_{пуск.} \quad - \text{ для автоматичного}$$

вимикача;

де α – коефіцієнт важкості пуску. Для важких умов пуску $\alpha = 1,6 \dots 2,5$, а для легких – $\alpha = 2,5$.

б) Захист від перевантажень.

Він реалізується автоматичними запобіжниками з тепловим реле. Ці пристрої спрацьовують зі значними витримками часу, тому на їхню роботу пускові струми не впливають. Номінальні струми теплових роз'єднувачів $I_{н роз'єд. тепл}$ та теплових реле $I_{н тепл}$ вибирається з умов:

$$\left. \begin{array}{l} 2 \\ \dot{i} . \dot{\delta} \dot{\zeta} \dot{\circ} \dot{ä} . \dot{\delta} \dot{ä} \dot{r} \dot{ë} . \\ 2 \\ \dot{i} . \dot{\delta} \dot{ä} \dot{r} \dot{ë} . \end{array} \right\} \leq 2 \dot{ä} \dot{r} \dot{ë} .$$

Нормовані значення $I_{н вст}$, $I_{н роз'єд. тепл.}$, $I_{спр ем}$, $I_{н.тепл}$ вибирають за довідниками.

б. Перевіряють відповідність параметрів апаратів захисту вибраним перерізам проводів і кабелів.

а) в разі захисту тільки від короткого замикання використовують умови:

- для плавких вставок запобіжників

$$I_{н. вст} \leq 3 I_{доп.};$$

- для вставок миттєвого струму спрацювання автоматичними запобіжниками

$$I_{н. роз'єд. ем.} \leq 4.5 I_{доп.};$$

б) в разі захисту від перевантажень автоматичними запобіжниками чи тепловими реле використовують умови:

$$I_{н. роз'єд. тепл.} \leq I_{доп}$$

$$I_{н. роз'єд.} \leq I_{доп.}$$

Якщо вказані умови не дотримуються, то потрібно збільшити переріз жил проводу чи кабелю та виконати перевірку повторно.

10.5. Порядок виконання теплового розрахунку в освітлювальній мережі

В освітлювальній мережі працюють одна або декілька груп світильників різної потужності. Знаючи розміри приміщення ці світильники можна відповідно до вимог технологічного процесу розмістити і забезпечити їх живлення від головного розподільчого щита одним три-(чотири) провідним або одним, двома чи трьома двопровідними проводами чи кабелями.

Тепловий розрахунок для освітлювальної мережі проводиться подібно до відповідного розрахунку силової мережі.

1. Визначається клас зони в приміщенні чи зовні, в якій прокладається мережа.

2. Визначається необхідний вид захисту:

В освітлювальних електромережах:

а) від короткого замикання захищаються будь-які мережі в будь-яких середовищах (п. 3.1.8 ПУЭ);

б) від перевантаження захищаються мережі в таких випадках (п. 3.1.10 ПУЭ):

– мережі всередині приміщень, які виконані відкрито провідниками з горючою ізоляцією чи зовнішньою оболонкою;

– мережі в житлових та громадських будівлях, в торгових приміщеннях, службово-побутових приміщеннях промпідприємств, а також в пожежонебезпечних зонах;

– мережі у вибухонебезпечних зонах класів 1, 2, 21, 22.

3. Розраховують робочі струми ліній мережі.

а) для однофазної лінії

$$I_{роб} = \frac{\sum P_{\phi} \cdot K_c}{U_{\phi}}$$

б) для трифазної лінії:

$$I_{д\dot{и}а} = \frac{\sum P_{\phi\dot{o}} \cdot \hat{E}_{\bar{n}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\dot{o}}}$$

У наведених формулах:

$\sum D_{\dot{o}}, \sum D_{3\dot{o}}$ – сума номінальних потужностей усіх світильників, які живляться відповідно від однофазної та трифазної лінії;

$U_{\dot{o}}, U_{\dot{e}}$ – фазна та лінійна напруга мережі;

K_c – коефіцієнт попиту, що враховує одночасність включення в мережу:

1,0 – для торгових приміщень, а також для дрібних будівель виробничого характеру;

0,95 – для виробничих будівель, що складаються з окремих великих прольотів;

0,85 – для виробничих будівель, що складаються з декількох окремих приміщень.

4. Переріз жил проводів і кабелів вибирають так, як для силової мережі:

$$I_{доп.} \geq I_{роб.} \quad \text{для не ВНЗ}$$

$$I_{доп.} \geq 1,25 I_{н. вст.} \quad \text{для ВНЗ}$$

5. Розраховують параметри апаратів захисту. На лініях освітлювальної мережі встановлюють плавкі запобіжники або автоматичні вимикачі з електромагнітними чи тепловими роз'єднувачами. Номінальні струми плавкої вставки запобіжника, а також електромагнітного та теплового роз'єднувачів автоматичного вимикача визначають з умови:

$$\left. \begin{array}{l} 2 \\ i . \hat{a} \hat{n} \hat{o} . \\ 2 \\ i . \hat{\delta} i \zeta ' o \hat{a} . \\ 2 \\ i . i \hat{a} \hat{a} \hat{o} . \end{array} \right\} \geq 2 \hat{\delta} i \hat{a} .$$

Нормовані значення $I_{н.вст.}$, $I_{н.роз'єд.тепл.}$, $I_{н.тепл.}$ вибирають за довідниками.

б. Перевіряють відповідні параметри апаратів захисту вибраним перерізам проводів і кабелів.

а) в разі захисту тільки від короткого замикання використовують умови:

для плавких запобіжників:

$$I_{н.вст.} \leq 3I_{доп.}$$

для автоматичних запобіжників:

$$I_{н.роз'єд.} \leq 4.5I_{доп.}$$

б) в разі захисту від перевантажень перевірку виконують за такими умовами:

для плавких запобіжників:

$$I \leq 0.8I_{доп.} \quad \text{— для ВНЗ}$$

$$I_{н.вст.} \leq I_{доп.} \quad \text{— для не ВНЗ}$$

для автоматичних запобіжників:

$$I_{н.роз'єд.тепл.} \leq 0.8I_{доп.} \quad \text{— для ВНЗ}$$

$$I_{н.роз'єд.тепл.} \leq I_{доп.} \quad \text{— для не ВНЗ}$$

Якщо вказані умови не дотримуються, то потрібно збільшити переріз жил проводу чи кабелю та виконати перевірку повторно.

10.6. Порядок виконання теплового розрахунку в електромережах живлення

1. Клас зони не встановлюється, бо лінія проходить поза приміщенням в землі або в повітрі. Якщо лінія прокладена в землі, то для неї наявність чи відсутність зони немає значення. Якщо ж лінія прокладена в повітрі, то це ознака відсутності зони, бо повітряні лінії в зонах не прокладаються.

2. Електромережа живлення вимагає захисту тільки від короткого замикання, бо проходить поза приміщенням.

3. Від електромережі живлення отримують електроенергію як силова так і освітлювальна мережі. Тому виникає потреба окремо виділити робочий $I_{\text{роб.}}^i$ і максимальний $I_{\text{max.}}^i$ струм живильної лінії

$$I_{\text{роб.}}^i = \sum I_{\text{роб.осв.}}^i + \sum I_{\text{роб.сил.}}^i$$

$$I_{\text{роб.}}^i = \sum_{j=1}^n I_{\text{роб.}}^{i,j} + \left\{ \hat{E}_n \cdot \sum_{j=1}^{i-1} I_{\text{роб.}}^{i,j} + I_{\text{роб.}}^{i,n} \right\},$$

де $I_{\text{роб.}}^{i,j}$ – робочий струм i -го двигуна;

$I_{\text{роб.}}^{i,n}$ – пусковий струм того двигуна мережі, для якого він найбільший;

K_c – коефіцієнт одночасності роботи двигунів, який залежить від кількості двигунів (n) в силевій мережі. Коефіцієнт K_c визначають з таблиці:

п	2	3	4	5	6	8	10	20	30
K_c	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2

4. Переріз жил проводів і кабелів вибирають за допустимим струмом, виходячи з умови:

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{роб. жив.}}$$

5. Параметри апаратів захисту вибирають,

враховуючи, що електромережа живлення захищається тільки від к. з. Тому

$$I_{\text{н. вст.1}}^2 = I_{\text{н. вст.2}}^2 = \frac{I_{\text{н. вст.2}}^2 \cdot \alpha^2}{\alpha}$$

Вибираючи параметри апаратів захисту, потрібно враховувати вимоги селективності

$$I_{\text{н. вст.1}} > I_{\text{н. вст.2}}$$

де $I_{\text{н. вст.1}}$ – струм вставки запобіжника лінії, ближчої до джерела.

Фактично $I_{\text{н. вст.1}}$ – це струм вставки запобіжника електромережі живлення, а $I_{\text{н. вст.2}}$ – це струм вставки запобіжника лінії силової мережі

6. Оскільки електромережа живлення захищається тільки від короткого замикання, то перевірку відповідності параметрів апаратів захисту вибираним перерізам проводів і кабелів виконують тільки за умовами:

$$I_{\text{н. вст}} \leq 3 I_{\text{доп. жив.}}$$

$$I_{\text{н. роз'єд. ем.}} \leq 4.5 I_{\text{доп. жив.}}$$

Після вибору електротехнічного устаткування потрібно нарисувати однолінійні принципові схеми електричних мереж і вказати основні технічні параметри силового електроустаткування (тип, марку, напругу, поперечний переріз, номінальний та пусковий струми, максимальний струм вимикання тощо), а також характеристики пускорегулювальної апаратури силових електромереж.

Задача:

Визначити переріз проводів і вибрати типи апаратів захисту і їх параметри для силової мережі столярного цеху.

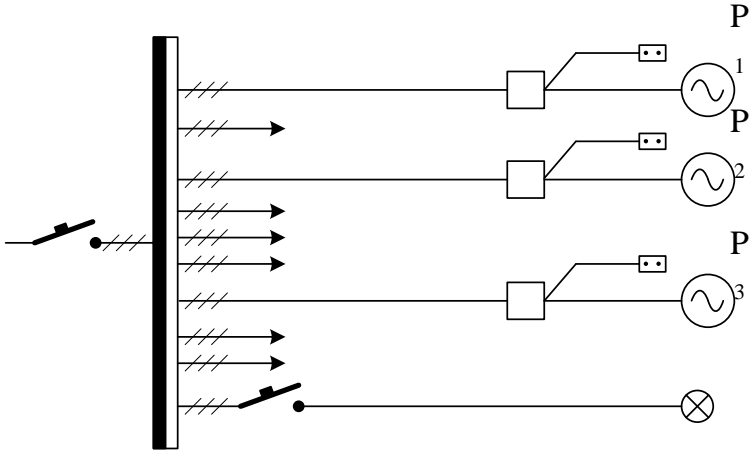


Рис. 10.1. Силова мережа столярного цеху

Рішення:**І відгалуження**

1. Захист від короткого замикання та перевантаження.

$$2. I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{7 \cdot 1000}{1.73 \cdot 380 \cdot 0.8 \cdot 0.8} = 14[A]$$

$$3. I_{\text{н.п.вст.}} = I_p \cdot K_i = 14 \cdot 5 = 70[A]$$

$$4. I_{\text{н.п.вст.}} \geq \frac{I_{\text{н.п.вст.}}}{2.5} = \frac{70}{2.5} = 27[A]$$

За таблицею 41 стор. 85 довідника Фетисова ПР-2

$$I_{н.пл.вст.} = 35[A]; \quad I_{н.пр.} = 60[A]$$

підбираємо магнітний пускач (стор. 118 посібника Мильнікова)

$$\text{П-322, №29 з } I_{н.тепл.} = 13.5 \div 15.0 [A]$$

5. По таблиці І-3-5 ПУЭ

$$I_{\partial} \geq I_p \quad \text{ШРПС } 3 \times 1.0 \text{ мм}^2 \quad I_{\partial} = 16$$

6. Перевірка:

$$I_{н.пл.вст.} = 35[A] < 3 \cdot I_{\partial} = 3 \cdot 16 = 48[A]$$

Розрахунок II і III відгалужень:

1.1. (див. п.1)

1.2.

1.3.

$$I_{p2} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.8 \cdot 0.8} = 20[A]$$

$$I_{p3} = \frac{2000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.8 \cdot 0.8} = 40[A]$$

$$I_{пуск.2} = 20 \cdot 5 = 100[A]$$

$$I_{\partial} = 40 \cdot 5 = 200[A]$$

1.4.1. Вибираємо апарат захисту по т.14 Фетісова ПР-2

$$I_{\partial} \geq \frac{I_{пуск.2}}{2.5}$$

$$I_{\partial} \geq \frac{100}{2.5} = 40[A] \quad I_{н.вст.стан.2} = 45[A]$$

$$I_{н.вст.розр.3} = \frac{200}{2.5} = 80[A] \quad I_{н.вст.стан.3}=80[A]$$

Захист двигунів від перевантаження див.12/5

1.5. Вибираємо марку проводу.

Провід АПРТО замінити на кабель з мідною жилою

ПРТО

Умова: $I_{\partial} \geq 1.25I_n$

Список використаної літератури

1. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К., 2001.
3. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К., 1998.
4. ДСТУ 2272 – 93. Пожежна безпека. Терміни і визначення
5. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд.
6. ГОСТ 12.1.011 – 78. ССБТ. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний.
7. ГОСТ 12.2.020-76. Электрооборудование взрывозащищенное. Термины определения. Классификация.
8. ГОСТ 14.254-93. Оболочки. Степени защиты.
9. НАПБ В.01.034-99/1 1 1. Правила пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі.
10. НАПБ 06.015-99. Перелік приміщень і будівель енергетичних підприємств Міненерго України з визначення категорії і класифікації зон з вибухопожежної небезпеки.
11. Наказ МНС України від 03.12.2007 року № 833. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
12. ГКД 34.20.507-2003 “Технічна експлуатація електричних станцій і мереж”.
13. Правила охорони електричних мереж. – К., 1997.
14. Профілактика пожеж в електроустановках. М.С. Коваль, А.А. Шадрін. – Львів: Каменяр, 2001.

ЗМІСТ

Передмова.....	3
Розділ 1. Загальні відомості про енергосистеми і електромережі.....	6
1.1. Склад енергосистеми.....	6
1.2. Загальна характеристика способів генерування електроенергії.....	7
1.2.1. Технологія роботи ТЕС.....	10
1.2.2. Технологія роботи АЕС.....	12
1.2.3. Технологія роботи ГЕС.....	14
1.2.4. Технологія роботи когенераційних установок.....	15
1.2.5. Технологія роботи паливних елементів.....	16
1.2.6. Технологія роботи паро-газових установок.....	17
1.2.7. Технологія використання надлишкових тисків (турбодетандерні установки).....	18
1.3. Лінії електропередач (ЛЕП).....	19
1.4. Трансформаторні підстанції (ТП).....	20
1.5. Електромережа.....	21
1.6. Пожежна безпека енергосистем.....	22
1.7. Схеми електропостачання промислових підприємств.....	24
1.8. Надійність енергопостачання.....	26
Розділ 2. Пожежонебезпечні прояви електричного струму.....	28
Розділ 3. Вибухонебезпечні суміші та їх класифікація.....	34
3.1. Класифікація вибухонебезпечних сумішей за категоріями.....	34
3.2. Класифікація вибухонебезпечних сумішей за групами...	41
3.3. Класифікація вибухозахищеного електрообладнання за групами та температурними класами.....	44
Розділ 4. Характеристика приміщень і зон за умовами середовища.....	49
4.1. Класифікація приміщень та основні визначення.....	49
4.2. Класифікація вибухонебезпечних зон.....	51
4.2.1. Класифікація вибухонебезпечних зон.....	51
4.2.2. Класифікація вибухонебезпечних зон згідно з ПУЭ.....	59

4.3. Класифікація пожежонебезпечних зон.....	63
Розділ 5. Маркування вибухозахищеного електрообладнання.....	66
5.1. Рівні вибухозахисту електрообладнання.....	66
5.2. Види вибухозахисту електрообладнання.....	70
5.3. Маркування вибухозахищеного електрообладнання.....	76
5.3.1. Маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 та ПУЭ.....	76
5.3.2. Маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ПИВЭ.....	79
5.3.3. Маркування вибухозахищеного електрообладнання згідно з ПИВРЭ.....	82
Розділ 6. Маркування загальнопромислового електрообладнання.....	86
6.1. Маркування загальнопромислового електрообладнання.....	86
6.2. Види електрообладнання і електротехнічних пристроїв.....	91
6.3. Методика вибору електрообладнання за умовами навколишнього середовища.....	93
Розділ 7. Протипожежні вимоги до зовнішніх і внутрішніх електропроводок.....	98
7.1. Проводи, шнури, кабелі.....	98
7.1.1. Основні визначення.....	98
7.1.2. Загальна конструкція проводів, шнурів, кабелів та їх маркування.....	100
7.2. Кабельні споруди.....	105
7.3. Протипожежні вимоги до електромереж.....	107
7.3.1. Загальні вимоги.....	107
7.3.2. Зовнішня електропроводка.....	109
7.3.3. Ввід в будівлю.....	111
7.3.4. Внутрішня електропроводка.....	111
7.3.5. Електропроводки на горищах.....	116
7.3.6. Електропроводки у вибухонебезпечних зонах.....	117
7.3.6.1. Прокладання проводів і кабелів у вибухонебезпечних зонах.....	119

7.3.6.2. Струмопроводи і повітряні лінії електропередачі....	129
7.3.7. Електропроводи, струмопроводи, повітряні та кабельні лінії в пожежонебезпечних зонах.....	130
7.3.8. Електропроводка в культурно-видовищних закладах.....	133
7.3.9. Електропроводка в сільськогосподарських приміщеннях.....	134
7.3.10. Електропроводка в банках і банківських сховищах..	135
7.3.11. Електропроводи в складських приміщеннях.....	136
7.4. Методика перевірки прокладання електромереж.....	136
Розділ 8. Електричне освітлення та протипожежні вимоги до його експлуатації.....	140
8.1. Електричні джерела світла.....	140
8.2. Пожежна безпека світильників.....	150
8.3. Протипожежні вимоги до монтажу і експлуатації світильників.....	152
8.3.1. Протипожежні вимоги до монтажу світильників.....	152
8.3.2. Протипожежні вимоги до експлуатації світильників.....	154
8.4. Системи та види освітлення.....	155
8.5. Аварійне та евакуаційне освітлення.....	156
8.5.1. Улаштування аварійного та евакуаційного освітлення.....	156
8.5.2. Вимоги до аварійного і евакуаційного освітлення...	158
8.5.3. Вимоги до живлення аварійного і евакуаційного освітлення.....	158
8.5.4. Протипожежні вимоги до аварійного і евакуаційного освітлення культурно-видовищних установ.....	160
Розділ 9. Захисні та комутаційні апарати.....	162
9.1. Призначення і класифікація електричних апаратів.....	162
9.2. Будова та принцип дії електричних апаратів ручного керування.....	163
9.3. Загальні відомості про апарати захисту та їх види.....	169
9.4. Плавкі запобіжники.....	172
9.4.1. Призначення, будова та принцип дії плавких запобіжників.....	172
9.4.2. Види плавких запобіжників.....	173

9.4.3. Електричні параметри плавких запобіжників.....	175
9.5. Автоматичні вимикачі. Будова та призначення основних вузлів.....	176
9.6. Принципи дій електромагнітного та теплового роз'єднувачів.....	178
9.7. Комутаційні апарати дистанційного керування.....	180
9.7.1. Призначення, будова та принцип роботи магнітного пускача.....	180
9.7.2. Вимикаюче обладнання в електроустановках.....	185
9.8. Методи гасіння електричної дуги та процеси, які відбуваються при цьому.....	185
Розділ 10. Тепловий розрахунок силової, освітлювальної мереж та електромережі живлення.....	193
10.1. Загальні положення.....	193
10.2. Тракткування необхідності контрольного розрахунку.....	195
10.3. Загальна методика розрахунку.....	196
10.4. Порядок виконання теплового розрахунку в силових електромережах.....	197
10.5. Порядок виконання теплового розрахунку в освітлювальній мережі.....	201
10.6. Порядок виконання теплового розрахунку в електромережах живлення.....	204
Список використаної літератури.....	209

Для нотаток

Для нотаток

Навчальне видання

К р а в е ц ь І г о р П е т р о в и ч

**ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ
МЕРЕЖ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Літературний редактор **Галина Падик**

Технічний редактор, верстка
та відповідальний за випуск: **Олександр Хлевной**

Підписано до друку 18.11.2010 р.
Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman.
Друк на різнографі. Папір офсетний. Наклад: 100.
Ум. друк. арк. 6,5. Обл.вид.арк. 7.

Друк ЛДУ БЖД
79007, Україна, м. Львів, вул. Клепарівська, 35
тел./факс: (8-032) 233-32-40, 233-24-79
e-mail: mail@ubgd.lviv.ua, ndr@ ubgd.lviv.ua