

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**МОНТАЖ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І
СИСТЕМ КЕРУВАННЯ**

Конспект лекцій

УДК 620.9

Укладачі: старший викладач кафедри «Енергетики та електротехнічних систем»
Юрченко О. Ю.

Монтаж електрообладнання і систем керування. Конспект лекцій для студентів інженерно-технологічного факультету зі спеціальності: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2023. - 66 с.

У конспекті лекцій приведено теоретичні питання щодо здійснення процесу монтажу електрообладнання, з'єднання провідників, заходи з підключення занулення та заземлення, а також основних пристроїв для здійснення автоматизованих електричних процесів.

Рецензенти:

Саржанов О.А. - к.т.н., доцент, зав. кафедри Експлуатації техніки СНАУ
Соларьов О.О. - доцент кафедри Тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій

Відповідальний за випуск: к.т.н., доцент, завідувач кафедри «Енергетики та ЕТС» -
Чепіжний А.В.

Рекомендовано до видання методичною радою інженерно-технологічного факультету
протокол № 5 від 27 березня 2023 року

© Сумський національний аграрний університет, 2023

ЗМІСТ

1. Загальні питання монтажу енергетичного обладнання та засобів автоматизації.	5
2. Технологія монтажу електричних проводок.	10
3. Технологія монтажу електроприводів.	18
4. Монтаж установок для освітлення та опромінювання.	21
5. Монтаж засобів автоматизації.....	34
6. Технологія монтажу повітряних ліній електропередач.....	43
7. Монтаж кабельних ліній	46
8. Технологія монтажу електроприводів.....	52
9. Організація та виконання електромонтажних робіт заземлення і занулення в електроустановках.....	58

Лекція 1

Тема: Загальні питання монтажу енергетичного обладнання та засобів автоматизації

План

1. Значення та місце дисципліни в системі підготовки спеціалістів з енергетики та автоматизації сільськогосподарського виробництва
2. Нормативні документи на проведення електромонтажних робіт.
3. Загальні вимоги до виконання електричних схем.
4. Послідовність виконання схем з'єднань згідно з електричними схемами.
5. Основні типи схем.

1.Значення та місце дисципліни в системі підготовки спеціалістів з енергетики та автоматизації сільськогосподарського виробництва

Мета вивчення дисципліни "Монтаж електрообладнання і систем керування в АПК" - набути студенту теоретичних знань та практичних навичок з монтажу, будови та роботи електричних установок і засобів автоматизації у сільськогосподарському виробництві, вибору електричного устаткування, систем, апаратів та їх раціональної експлуатації.

Вивчення дисципліни "Монтаж електрообладнання і систем керування в АПК" ґрунтується на знаннях з дисциплін: "Теоретичні основи електротехніки", "Електротехнічні матеріали".

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- призначення, будову і принцип дії систем електрообладнання, порядок підготовки їх до роботи;
- методику вибору електродвигунів, електронагрівальних, освітлювальних та опромінювальних установок, апаратури керування і захисту, засобів автоматизації машин, агрегатів та потокових ліній;
- марку і поперечний переріз проводів та кабелів і методику їх вибору.

Вміти:

- виконувати [монтаж](#), налагодження та експлуатацію автоматизованих систем і електроприводів машин, агрегатів, потокових ліній, установок для освітлення, опромінення й електронагріву;
- правильно вибирати та раціонально використовувати їх в сільськогосподарському виробництві.

Починаючи вивчення дисципліни «Монтаж електрообладнання і систем керування АПК», необхідно ознайомитися з основними визначеннями, які існують в електроенергетиці.

Вся система електроенергетики країни об'єднана в електроенергетичні системи, які мають єдине і централізоване керівництво, з використанням різних засобів диспетчерського і технологічного управління.

Енергетичний нагляд в [електроенергетиці](#), нагляд за охороною праці, контроль у сфері енергозбереження здійснюються персоналом підрозділів центральних органів виконавчої влади, на який покладені обов'язки відповідно до законодавства. Об'єднана енергетична система (ОЕС) країни - це сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж, інших об'єктів електроенергетики, об'єднаних загальним режимом виробництва, передачі і розподілу електричної і теплової енергії при централізованому управлінні цим режимом. Державне диспетчерське підприємство (ДДП) - державне підприємство, яке здійснює централізоване диспетчерське (оперативно-технологічне) управління ОЕС країни.

До складу електричних мереж входять наступні основні об'єкти:

1. повітряні лінії (ПЛ) електропередач 0,4-20 кВ;
2. трансформаторні підстанції (ТП) 6-20/0,4 кВ, розподільні пункти (РП) 6-20 кВ;
3. повітряні лінії електропередач (ПЛ) 35-150 кВ;
4. кабельні лінії електропередач (КЛ) 0,4-150 кВ;
5. трансформаторні підстанції 35 кВ і вище;
6. повітряні лінії електропередач (ПЛ) 220-800 кВ;
7. виробничі будівлі і споруди;
8. засоби релейного захисту і автоматики;
9. засоби диспетчерського і технологічного управління.

Електричні мережі розподіляють на ділянки з різним класом напруг (рівнем напруг). Трифазні мережі, які передають великі потужності мають наступні класи напруг:

- ультрависокий (750 кВ і більше);
- надвисокий (330, 500 кВ);
- високий (110, 220 кВ);
- середній 2-ої напруги (35 кВ);
- середній 1-ої напруги (1, 6, 10, 20 кВ);
- низький (до 0,4 кВ).

Забезпечення технічного обслуговування і ремонту, підтримка в працездатному стані електричних мереж покладається на енергозабезпечуючі компанії (далі – Обленерго).

2. Нормативні документи на проведення електромонтажних робіт.

До основної номенклатури нормативної документації, що визначає організацію електромонтажних робіт, відносяться:

1. Про електроенергетику: Закон України від 16.10.1997 р. № 575/97-ВР (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 1, ст. 1)
2. Правила устрою електроустановок. - Х.: Издательство "Индустрия", 2007, - 416 с,
3. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок; -- К.: ВП "ГРАНМНА", 2001. - 117 с,
4. ДСТУ ЕМ 50086-1:2004 Системи кабелепроводів для електричних установок Частина 1. Загальні технічні вимоги.
5. ДБН А, 2.2-1-2003 Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування,
6. ДБН А. 2.2-3-2004 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектною документації для будівництва.
7. ДБН ВЛ Л-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва
8. Державні санітарні норми і правила захисту населення від електромагнітних випромінювань (Київ, УНЦ МОЗ, 1996).
9. СОУ - НEE 21,262:2008 Кліматичне забезпечення будівництва та експлуатації електричних мереж. - К.: ОЕП "ГРІФРЕ", 2008, - 35 с.
10. Відомчі інструктивні вказівки, монтажні інструкції заводів-виробників обладнання,

Нормативні документи встановлюють комплекс вимог, які обов'язкові при проектуванні, виконанні будівельних та монтажних робіт. Всі учасники будівництва в процесі виробництва зобов'язані дотримуватися вимог державних стандартів та інших нормативних документів.

Стандартизація встановлення і застосування правил із метою упорядкування діяльності проектних і будівельних організацій на користь і при участі всіх зацікавлених сторін, зокрема для досягнення загальної оптимальної економії при дотриманні умов експлуатації і вимог безпеки.

Розробку державних стандартів (ДСТУ) і контроль за їхнім дотриманням здійснює Державний комітет по стандартах України, Недотримання стандартів переслідується за законом. Державні стандарти об'єднуються в класи (системи) для полегшення їх застосування за цільовим призначенням,

Єдина система конструкторської документації (ЄСКД) - комплекс державних стандартів, що встановлюють взаємозалежні правила розробки, оформлення й обертання конструкторської документації, що розроблюється і застосовується в державах СНД. ЄСКД охоплює усі області науки і техніки, усі види конструкторських документів, нормативну технічну і технологічну документацію, ЄСКД втілює довголітній досвід стандартизації в СРСР, враховує рекомендації Міжнародної електротехнічної комісії (*МЕК*), Україна є учасником Міжнародної організації по стандартизації (ISO).

Основний напрям технічного прогресу у будівництві - це індустріалізація на базі типізації й уніфікації.

Типізація (одна з форм стандартизації) передбачає розробку і багаторазове використання типових рішень для монтажу однорідних за призначенням об'єктів, конструкцій (комплектні трансформаторні підстанції, розподільчі пристрої).

Уніфікація раціональне скорочення кількості типорозмірів конструкцій, деталей, устаткування, розробка технічних рішень багатоцільового використання для різномірних об'єктів (наприклад, скоби для кріплення труб і кабелів, профілі монтажні перфоровані, силові розподільні щити та ін.).

Єдина модульна система (ЄМС) служить базою стандартизації й уніфікації в проектуванні і будівництві. ЄМС - це сукупність правил взаємозв'язки усіх розмірів елементів будинків, будівельно-монтажних виробів і устаткування на базі основного модуля, рівного 100 мм (позначається буквою М). Для визначення розмірів будинків, помешкань, розрізів і іншого обладнання встановлена шкала основного модуля: 60М (6000мм); 30М; 15М; 12М; 6М; 3М. Для визначення розмірів допусків, кріплень, покриттів та іншого встановлена шкала похідного модуля: 1/2М; 1/5М; 1/10М; 1/20М; 1/50М; 1/100М.

При виконанні вимірювань електропроводок, розробці монтажних блоків та інших конструкцій для електромонтажних робіт необхідно керуватися розмірами ЄМС. Стандартизація у електромонтажному виробництві охоплює і вибір одиниць фізичних величин, вимірів, вона полягає в переході від розрізнених галузевих систем одиниць (МКС, СГС та інші) до системи інтернаціональної СІ.

Міжнародна система одиниць фізичних величин (СІ) введена для універсального застосування в усьому світі. Одиниці системи СІ зобов'язані використовувати проектні організації і всі робітники будівельно-монтажних організацій при оформленні заявок, звітів, актів і інших технічних документів.

Перелік одиниць фізичних величин, які потрібно застосовувати в будівництві, наводяться в будівельних нормах ДСТУ Б А.2.4-19:2008.

3. Загальні вимоги до виконання електричних схем.

До складу проектної документації поряд з іншими документами входять електричні схеми. Для виконання електричних схем необхідно дотримуватися вимог державних стандартів: ГОСТ 2.701-84 (1991) ЕСКД. Схемы. Виды и типы; ГОСТ 2.702-75 (2007) ЕСКД. Правила выполнения электрических схем; ГОСТ 2.709-89 (2007) ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов оборудования и участков цепей в электрических схемах; ГОСТ 2.710-81 (2001) ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах; ГОСТ 2.414-75 (2007) ЕСКД. Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов; ГОСТ 2.415-68 (2002) ЕСКД. Правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками; ГОСТ 2.705-70 (2007) ЕСКД. Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками

4. Послідовність виконання схем з'єднань згідно з електричними схемами.

Приклад: За наявною [принциповою схемою](#) керування електричного водонагрівача (рисунк 1 1) скласти схему з'єднань. Позначення елементів на схемах, SB1 і SL2 - кнопки "Пуск" і "Стоп"; KL - проміжне реле; QF -- автоматичний вимикач; S - датчик температури; KM-магнітний пускач, HL - сигнальна лампа.

У схемі автоматичного керування використовують терморегулятор ТР-200, Максимальний струм контактів ТР-200 «У» складає 0,2 А. Тому, для посилення контактів температурного реле, в схемі використовують проміжне реле KL. При вмиканні автоматичного вимикача QF і натисканні кнопки SB1 замикається коло проміжного реле KL, яке своїм замикаючим контактом подає напругу на котушку магнітного пускача KM, що замикає свої контакти. На електроди нагрівача подається напруга мережі. По досягненні заданої температури води розмикаються контакти терморегулятора 8K. При цьому коло котушки реле KL не отримує живлення, а його контакти розривають коло котушки пускача KM. Процес нагрівання води припиняється,.

На принциповій схемі друкують позиційні позначення, що використовуються при упорядкуванні монтажної схеми.

Порядок складання **електричної схеми** з 'єднань

1. На наявній принциповій схемі зробити маркування всіх кіл (**силових кіл і кіл керування**).
2. Накреслити панель шафи керування, де розмістити всі необхідні апарати в зручній для [монтажу](#) послідовності. Апарати зображуються прямокутниками або зовнішніми обрисами, що повторюють контури апаратів.
3. На всіх апаратах зобразити і очка ми вивідні клеми.
4. Клеми на апаратах необхідно пронумерувати арабськими цифрами або позначити їх так, як вони позначені на реальних апаратах. З метою пояснення приналежності виводів окремих елементів необхідно усередині прямокутників накреслити умовні графічні позначення цих елементів (котушок, контактів, нагрівальних елементів тощо).
5. З правої сторони або поверх усіх апаратів показати їхнє позиційне позначення яке написано в колі, У чисельнику даного позначення потрібно написати порядковий номер апарата відповідно до його розпушування па схемі з'єднань а в знаменнику - позиційне позначення апарата відповідно до позиційного позначення його на принциповій схемі.
6. Накреслити лінії прокладки джгутів.

3 PEN ~ 50 Гц 220/380 В

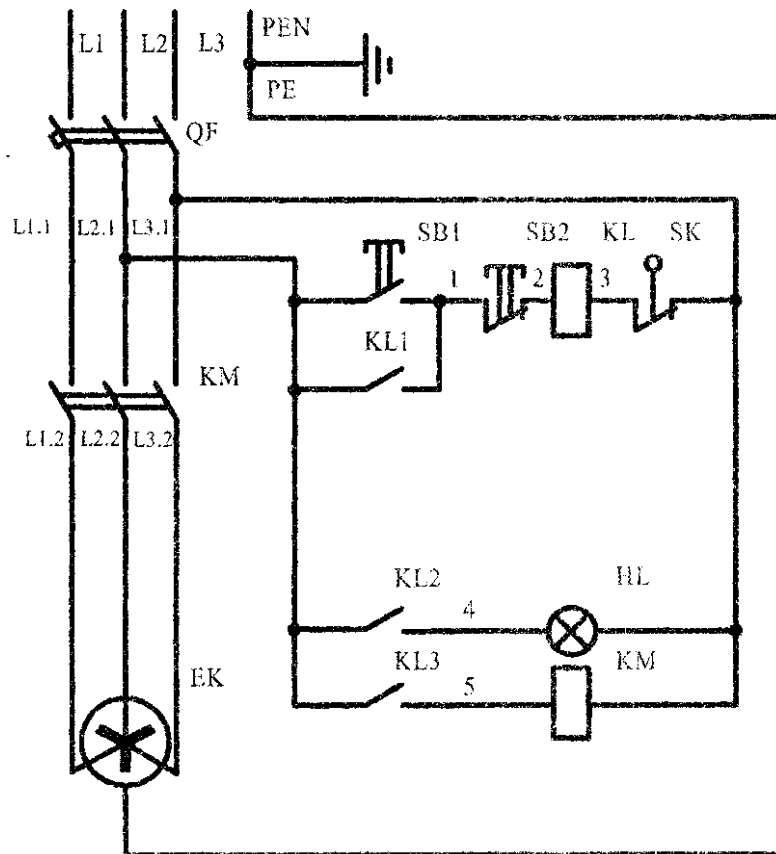


Рисунок 1.1 - Схема електрична принципова керування електродним водонагрівачем

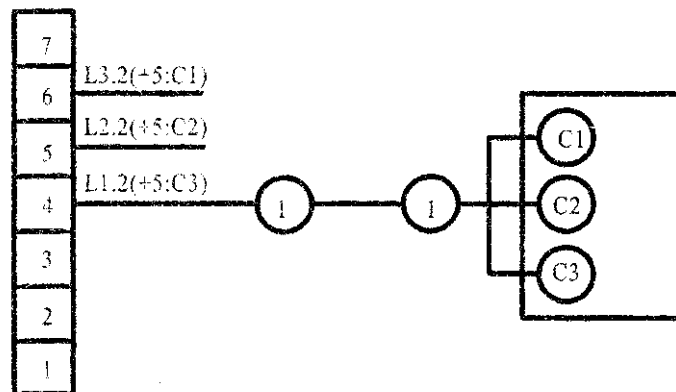


Рисунок 1.2- Схема електрична з'єднань (частина схеми)

7. Накреслити лінії, що відходять від клем апаратів до джгутів.

8. На ділянці ліній, що відходять від кожної клем, написати номер проводу відповідно до принципової схеми й адреси куди пішов або звідки прийшов провід. Адреса складається відповідно до ДСТУ 2.710 (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 - Умовні позначення адресного маркування

Тип умовного позначення	Символ, що кваліфікує	Найменування
Позначення конструктивного розташування (місце розташування)	+	Плюс
Позиційне позначення	—	Мінус
Позначення електричного контакту	:	Двокрапка
Адресне позначення	()	Круглі дужки

Наприклад, запис на ділянці проводу, що має вигляд 12 (+ 7:15), означає, що провід під номером 12 пішов за адресою до 7-го апарату і приєднаний: на цьому апараті до 15-го контакту. При цьому слід пам'ятати, що до однієї клема (затискача) приєднувати можна не більш двох проводів.

5. Основні типи схем.

Структурна схема визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язки. Функціональні частини на схемі зображують у вигляді прямокутників або умовних графічних позначень. На лініях зв'язку рекомендується стрілками вказувати напрям ходу процесів, які виникають у виробі або установці. Кожна функціональна частина на схемі повинна мати найменування, якщо для її позначення застосований прямокутник.

На **функціональній схемі** зображують частини виробу або пристрою, що беруть участь у процесі, ілюстрованому схемою, і зв'язки між частинами. Функціональні частини і зв'язки між ними зображують у вигляді умовних графічних позначень, встановлених в стандартах ГОСТ 2.702-75 (2007) ЕСКД. Правила выполнения электрических схем" та ГОСТ 2.705-70 (2007).

Найчастіше при проектуванні і експлуатації енергетичного обладнання застосовують схеми: електричні принципи, з'єднань, підключень, розташування.

На **принциповій електричній схемі** зображують усі електричні елементи або пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також елементи (роз'єми, затискачі тощо), якими закінчуються вхідні і вихідні кола. На схемі допускається зображати з'єднувальні і монтажні елементи, що встановлюються у виробі із конструктивних міркувань. На схемах показують елементи, розміщені у вимкненому стані. Дозпускається деякі елементи зображати у вибраному робочому положенні із зазначенням на полі схеми режиму, для якого ці елементи показані.

Принципові схеми виконуються згідно з ГОСТ 2.702-75 (2007). Всі елементи пристроїв на схемі позначаються у вигляді умовних графічних позначень згідно з ГОСТ 2.721-74 (2007) - 2.768-90 (2004). Найбільш часто використовувані умовні графічні позначення на електричних схемах систем електропостачання наведені у додатку А.

Біля умовних графічних позначень елементів схем праворуч або зверху повинно бути вказано буквено-цифрове позначення елемента за ГОСТ 2.710-81 (2007) "ЕСКД, Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах".

Зв'язки між елементами виконують лініями згідно з вимогами ГОСТ 2.303-68 (2007) «ЕСКД.Линии».

Схеми принципові можуть виконуватись суміщеним (рідше) і рознесеним способом. При суміщеному способі складові частини елементів або пристроїв розміщують на схемі у безпосередній близькості один від одного. Рекомендується при виконанні схем розташувати елементи, що входять одне коло, послідовно один за одним по прямій, а окремі КОЛА - поряд, у вигляді паралельних горизонтальних або вертикальних рядків.

На принциповій схемі: ділянки кіл повинні мати маркування, згідно з ГОСТ 2.709 - 89(2007) "ЕСКД. Система маркировки цепей в электрических схемах".

Окремими ділянками кола вважаються ділянки, розділені контактами комутаційної апаратури, теплових і проміжних реле, роз'єднувачами обмотками електричних машин, резисторами, конденсаторами, дроселям, сигнальною арматурою, елементами вимірювальних приладів, запобіжниками та ін.

На схемах силових кіл змінного струму ввід джерел живлення позначають L1, L2, L3 або, А, В, С (фазні проводи) і N (нульовий провід), а наступні ділянки кіл - додаванням порядкового номера ділянки:

перша фаза: L11, L12, L13 і т.д. або А1, А2, А3;

друга фаза: L21, L22, L23 і т.д. або В1, В2, В3;

третья фаза: L31, L32, L33 і т. д. або С1, С2, С3 і т. д.

На схемах силових кіл постійного струму ділянки кіл позитивної полярності позначають непарним числами, а негативної - парними. Полярність вхідних ділянок позначають L+ та L- або «+» і «-» а середній провід трипровідної мережі постійного струму - буквою М.

Ділянки кіл керування позначаються арабськими цифрами зліва направо і зверху вниз, У позначення кіл можна вводити букву, яка характеризує їх функціональне призначення, У цьому випадку послідовність чисел встановлюють у межах функціонального кола. Дозпускається у позначенні вторинних кіл включати позначення фаз, наприклад, А411, А412, А413 - ділянки вторинного кола трансформатора ТА1а фази А; С411, С412 ділянки вторинного кола трансформатора струму ТА1с фази С; N411 - нульовий провід.

Дво- і трибуквенні позиційні позначення визначають як елементи, так і їх функціональне призначення. Так, позначення КН, КМ, КQT, YAT, HLG відповідають вказівному реле, контактору, реле положення вимикача "Вимкнено", електромагніту відключення і сигнальній лампі з зеленою лінзою. При позначенні усіх елементів тільки однією буквою (наприклад, усіх реле і контактора буквою К) з цифрами відповідно від 1 до 7 (згідно зі схемою) необхідно доповнювати схему зазначенням назв або призначень цих елементів.

Таким чином, позиційні позначення і позначення кіл дозволяють визначити усі елементи і кола даної схеми і їх функціональне призначення, а отже, зрозуміти принцип дії зображеного на ній пристрою і знайти усі елементи і кола.

У системах електропостачання до таких схем відносяться однолінійні схеми кіл первинної комутації підстанцій розподільних пристроїв.

Схема з'єднань (виконується за ГОСТ 2,702-75 (2007) показує з'єднання складових частин виробу і визначає проводи, джгути, кабелі, якими здійснюються ці з'єднання, а також місця їх приєднань і вводу. На схемі з'єднань пристрої, що входять у склад виробу, позначаються у вигляді прямокутників або зовнішніх окреслень, а елементи пристроїв - у вигляді умовних графічних позначень.

Таблиця 1.2 Функції пристроїв

Найменування функції	Позначення
Пристрій найвищого рівня	=
Функціональна група найвищою рівня	#
Конструктивне розміщення (зв'язок елемента з конструкцією пристрою найвищого рівня)	+
Позначення елемента (позиційне позначення за схемою принциповою)	-
Позначення контакту	:
Адресне позначення	()

Зображення пристрою на схемі з'єднань повинно відповідати дійсному його розташуванню у виробі. На зображенні пристроїв повинні бути обов'язково позначені вхідні і вихідні елементи (клемна колодка, вивідні контакти та ін.). Їх маркування повинно відповідати заводському, а за його відсутності повинно бути присвоєно маркування проектувальника, яке повинно дотримуватись на усіх видах документів, у яких позначений даний пристрій.

Приклад. L11 (=A2#T1+5-QF3:1) означає, що провід L11 (згідно з маркуванням ділянки кола на принциповій схемі) підключений до контакту 1 автоматичного вимикача QF3, розташованого на конструктивній полиці 5 функціональної групи T1 виробу A2 (шафа керування).

У випадку, якщо в одному пристрої (наприклад, панелі керування) розміщено обладнання, яке відноситься до декількох виробів (ліній, трансформаторів, електродвигунів та ш.), перед порядковим номером кожного апарата або приладу в чисельнику проставляють порядковий номер, присвоєний даному виробу. Слід мати на увазі, що порядкові номери апаратам і приладам присвоюються у межах кожного виробу. Наприклад, поряд з автоматичним вимикачем QF1, який має п'ятий порядковий номер і відноситься до другого та третього виробів, повинні бути у

чисельнику $\frac{0205}{QF1}$ і $\frac{0305}{QF1}$.

Схема підключень показує зовнішні підключення виробу. Схемами користуються при розробці інших конструкторських документів, а також для здійснення підключень виробів і під час їх експлуатації. На схемі підключень виробу зображуються у вигляді прямокутників або зовнішніх обрисів. На зображенні виробів обов'язково повинні бути позначені вхідні і вихідні елементи. Джгути, трубопроводи, кабелі, проводи, які ідуть в одному напрямку допускаються зводити в одну лінію, але при підході до виробу вони повинні бути роз'єднані. Маркування вхідних і вихідних елементів виробів повинно відповідати заводському, а у випадку його відсутності допускається умовно присвоювати позначення, але при цьому прийняте маркування повинно додержуватись у всіх конструкторських документах. На проводах, які підходять до вхідних і вихідних елементів, повинні бути вказані адреси, відповідно до вищевикладеного принципу для схем з'єднань, номери з'єднувальних кіл, вказано марку протоколу, спосіб прокладки. Відмінністю схем підключень від схем з'єднань є виконання зображень виробів без прив'язки до дійсного розташування їх на плані конструкції, об'єкта.

Схема розташування визначає відносне розташування складових частин виробу, а при необхідності також джгутів, проводів, кабелів, трубопроводів тощо. Схемами користуються при розробці інших конструкторських документів, а також при експлуатації і [ремонт](#) виробів. Схеми розташування складаються відповідно до вимог **ГОСТ 2,702-75 (2007)**,

Складові частини виробу зображують у вигляді спрощених зовнішніх обрисів або умовних графічних позначень, які розміщують згідно з дійсним розміщенням частин виробу у конструкції, на плані приміщення або місцевості. Схеми розташування можуть бути виконані також в аксонометрії.

Лекція 2

Тема: Технологія монтажу електричних проводок

План

1. Аналіз систем електропостачання споживачів.
2. Вибір виду проводки. Технічні вимоги до монтажу електропроводок
3. Умовні позначення системи заземлення.
4. Визначення електропроводок. Класифікація електропроводок

1. Аналіз систем електропостачання споживачів.

Згідно з Правилами [12, 53] постачання електроприймачів повинне виконуватися від електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю 380/220 В з системою заземлення TN-S або TN-C-S. При реконструкції слід передбачити переведення мережі на напругу 380/220 В з системою заземлення TN-S або TN-C-S. Цей розділ Правил розповсюджується на електроустановки: житлових будинків, громадських будівель і споруд, адміністративних і побутових будівель.

Електропостачання електроприймачів повинне виконуватися від електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю 380/220 В з системою заземлення TN-S або TN-C-S. При реконструкції житлових і громадських будівель, що мають напругу мережі 220/127 В або 3х220 В, слід передбачити переведення мережі на напругу 380/220 В з системою заземлення TN-S або TN-C-S. Зовнішнє електропостачання будівель повинне задовольняти вимоги розділу 1.2 Правил улаштування електроустановок [53].

Для живлення однофазних споживачів від багатофазної розподільної мережі допускається різним групам однофазних споживачів мати сумісні N і PE провідники (п'ятипровідна мережа), прокладені безпосередньо від ВРП. Об'єднання N і PE провідників (чотирипровідна мережа з PEN провідником) не допускається.

При живленні однофазних споживачів від багатофазної мережі відгалуженнями від повітряних ліній, коли PEN провідник повітряної лінії є загальним для груп однофазних споживачів, що живляться від різних фаз, рекомендується передбачити захисне відключення споживачів при перевищенні допустимого рівня напруги, що виникає із-за асиметрії навантаження після обриву PEN провідника, N або сумісного PEN. Виключення слід виконувати на введенні в будівлю, наприклад, дією на незалежний розчіплювач ввідного автоматичного вимикача за допомогою реле контролю напруги. У цих випадках необхідно передбачити виключення як фазного L, так і нульового робочого N провідників.

При виборі апаратів і приладів, які встановлюються на вводі, перевага за інших рівних умов віддається апаратам і приладам, що зберігають працездатність при перевищенні напруги вище дозволеного, що виникає через несиметрію навантаження при обриві PEN або N провідника. При цьому їх комутаційні та інші робочі характеристики можуть не виконуватися. При всіх випадках забороняється в колах PE і PEN провідників мати комутаційні контактні і безконтактні елементи. Допускаються з'єднання, які можуть бути розібрані за допомогою інструменту, а також спеціально призначені для цих цілей з'єднувачі.

У будинках необхідно використовувати кабелі і проводи з мідними жилами. У житлових будинках найменший допустимий переріз мідних провідників повинен відповідати таблиці 2.2. Мережі живлення і розподільні допускається виконувати кабелями і проводами з алюмінієвими жилами, якщо їх розрахунковий перетин 16 мм² і більше. Живлення окремих електроприймачів, що відносяться до інженерного устаткування будинків (насоси, вентилятори, калорифери, установки кондиціонування повітря та ін.), можуть виконуватися кабелем з алюмінієвими жилами перетином не менше 2,5 мм². У житлових будинках прокладка вертикальних ділянок розподільної мережі повинна виконуватися по сходових клітках приховано (у каналах, трубах, коробах відповідно до вимог НАПБ 01.001). Забороняється прокладка вертикальних ділянок загальнобудинкової розподільної мережі усередині квартир. Допускається прокладка проводів і кабелів ліній живлення квартир разом з проводами і кабелями групових ліній робочого освітлення сходових кліток, поверхових коридорів та інших приміщень усередині будинків в загальній трубі, в загальному коробі або каналі з негорючих або важкодоступних будівельних конструкцій з помірною димоутвореністю згідно з ГОСТ 12.1.044. Мережу від поверхового розподільного щитка до квартири слід виконувати в окремій трубі або каналі, тобто окремо від групової мережі інших квартир. Допускається прокладка до 12 проводів групових мереж квартир житлових будинків в одному каналі на заміну вимог пункту 2.1.15 ПУЕ.

2. Вибір виду проводки. Технічні вимоги до монтажу електропроводок

Сільськогосподарські приміщення відрізняються рядом специфічних особливостей:

- наявністю підвищеної небезпеки відносно ураження людей і тварин електричним струмом;
- підвищеною пожежною небезпекою;
- мають особливий склад внутрішнього середовища (аміак, сірководень, пил).

Електропроводка повинна відповідати умовам навколишнього середовища, призначенню і цінності споруд, їхній конструкції й архітектурним особливостям, а також потужності навантаження.

При виборі виду електропроводки і способу прокладки проводів і кабелів повинні враховуватися вимоги електробезпеки і пожежної безпеки. При наявності одночасно двох або більш умов, що характеризують навколишнє середовище, електропроводка повинна відповідати всім цим умовам.

Оболонки й ізоляція проводів і кабелів, застосовуваних в електропроводах, повинні відповідати засобу прокладки й умовам навколишнього середовища. Ізоляція, крім того, повинна відповідати номінальній напрузі мережі.

Нульові робочі провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції фазних провідників.

Проводи та кабелі повинні застосовуватись тільки в тих областях, котрі наведені у стандартах і технічних умовах на кабелі та проводи.

Таблиця1. - Вибір виду електропроводок, способів прокладки

Умови навколишнього середовища	Вид електропроводки	Проводи та кабелі
1	2	3
Відкрита		
Сухі і вологі (котельні, електрощитові, неопалювані склади)	На роликах і клицях	Незахищені одножильні АПВ- (2-120 мм ²)
Сухі	На роликах і клицях	Скручені двожильні
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	На ізоляторах (роликах) у місцях, де виключена можливість потрапляння дощу або снігу	Незахищені одножильні проводи АПРН - гумова ізоляція в негорючій гумовій оболонці
Зовнішні установки	Безпосередньо по поверхні стін, стель, на струнах, смугах та інших несучих конструкціях	Кабель в неметалевій і металевій оболонці АВРГ - агресивне середовище, канали
Приміщення усіх видів	Теж	Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	На лотках і в коробах	Теж
Зовнішні установки	На тросах	Спеціальні проводи з несучим тросом. Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій і металевій оболонці. АВТО - ізоляція із полівінілхлоридного пластика, несучим тросом
Сховані електропроводки		

Приміщення усіх видів та зовнішні установки	В неметалевих трубах із матеріалів, котрі горять (несамо затухаючий поліетилен). Виключення; - Забороняється застосування ізоляційних труб з металевою оболонкою у сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках. - Забороняється застосування сталевих труб і сталевих глухих коробів з товщиною стінок 2 мм і менше у сирих, особливо сирих і зовнішніх установках	Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій і металевій оболонці
Сухі, вологі і сири приміщення	Замоноличуванням у будівельні конструкції при їх виготовленні	Незахищені проводи
Відкриті і сховані електропроводки		
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	В металевих гнучких рукавах. В сталевих трубах і глухих сталевих коробах. В неметалевих трубах і неметалевих глухих коробах із важкозаймистих матеріалів, В ізоляційних трубах з металевою оболонкою	Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій оболонці
	Виключення:	
	- Забороняється застосування ізоляційних труб з металевою оболонкою у сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках. - Забороняється застосування сталевих труб і сталевих глухих коробів з товщиною стінок 2 мм і менше у сирих, особливо сирих і зовнішніх установках	

Для стаціонарних [електропроводок](#) повинні застосовуватись переважно проводи та кабелі з алюмінієвими жилами, за винятком:

- проводів у горищних приміщеннях;
- кіл постійного і змінного струму у межах щитових пристроїв, а також внутрішніх схем з'єднань приводів вимикачів, роз'єднувачів та ін, згідно з пунктом 3.4.12;
- для [монтаж](#) освітлювальної арматури загального призначення, настільних, переносних, а також світильників місцевого призначення;
- електропроводки у кінозалах, радіозалах, кіл пожежної та охоронної сигналізації;
- у вибухонебезпечних зонах класів В-І і В-Іа.

Не дозволяється застосовувати алюмінієві жили для приєднання пристроїв, котрі встановлені безпосередньо на віброізолюючих опорах.

Для живлення переносних і пересувних електроприймачів необхідно застосовувати шнури та гнучкі кабелі з мідними жилами, спеціально призначені для цього з урахуванням можливості механічного впливу. Усі жили повинні бути у загальній оболонці і мати загальну ізоляцію.

Технічні умови на монтаж

В робочих кресленнях необхідно передбачити індивідуальний монтаж всіх елементів електропроводок. Електропроводки необхідно розміщати таким чином, щоб було зручно виконувати [монтаж](#). Відкриті електропроводки усередині житлових будинків і громадських будівель повинні виконуватися таким чином, щоб вони не виділялися на фоні стіни або стелі, лінії їх були строго прямими в горизонтальній і вертикальній площинах і проходили уздовж карнизів, паралельно дверним і віконним укосам. Відкриті і сховані прокладки проводів роблять таким чином, щоб у разі потреби можна було їх замінити. Виняток складають спеціальні плоскі проводи, прокладені безпосередньо під штукатуркою. Електропроводки повинні бути доступні для огляду і контролю. Електропроводки у визначних адміністративних будинках, торгових і видовищних підприємствах, повинні, як правило, забезпечувати можливість заміни проводів. Виняток можуть складати незмінювані електропроводки, які замонолічені у будівельних конструкціях будинків при виготовленні їх на підприємствах будівельної індустрії. У виробничих спорудах рекомендується виконувати верхні розведення електричних мереж на лотках і коробах із підходом до електроприймачів поверх без входу в підлогу.

Згідно з Правилами [53] у місцях з'єднання, відгалуження і приєднання жил проводів або кабелів повинний бути передбачений запас проводу (кабелю), що забезпечує можливість повторного з'єднання, відгалуження або приєднання.

При перетинанні незахищених і захищених проводів і кабелів із трубопроводами відстані між ними у створі повинні бути не менше 50 мм, а з трубопроводами, які вміщують горючі або легкозаймисті рідини і гази, - не менше 100 мм. При відстані від проводів і кабелів до трубопроводів менше 250 мм проводи і кабелі повинні бути додатково захищені від механічних ушкоджень по довжині не менше 250 мм у кожену сторону від трубопроводу.

При паралельній прокладці відстань від проводів і кабелів до трубопроводів повинна бути не менше 100 мм, і до трубопроводів із горючими або легкозаймистими рідинами та газами - не менше 400 мм.

Проводи і кабелі, прокладені паралельно гарячим трубопроводам, повинні бути захищені від впливу високої температури або повинні мати відповідне виконання,

Незахищені і захищені проводи, що прокладаються відкрито, у місцях перетинань із трубопроводами рекомендується виконувати в ізоляційних або металевих трубах або коробах, які закладають у борозну. Кріплення незахищених проводів металевими бандажами або скобами повинно виконуватися із застосуванням ізоляційних прокладок.

Проходи неброньованих кабелів, захищених і незахищених проводів крізь негорючі стіни і міжповерхові перекриття необхідно виконувати у відрізках пластмасових труб, а крізь горючі - у відрізках сталевих труб. Відкриті проходи проводів і кабелів через зовнішні стіни приміщень, внутрішні стіни сирих, особливо сирих, димних і приміщень із хімічно активним середовищем, а також через стіни між опалюваними і неопалюваними приміщеннями необхідно ущільнювати легкозаймистими матеріалами (наприклад, шлаковатою). Ущільнення виконують після прокладки проводів. Відкриті проходи через внутрішні стіни приміщень із нормальними умовами середовища можуть не ущільнюватися. Проходи електропроводок у сталевих коробах через прорізи у стінах необхідно закладати цементним розчином. Внутрішню порожнину короба в місцях проходу його через зовнішні стіни приміщень, внутрішні стіни сирих, особливо сирих, пильних і приміщень із хімічно активним середовищем, а також через стіни між опалюваними і неопалюваними приміщеннями необхідно ущільнювати (наприклад, шлаковатою). Ущільнення виконують на глибину не менше 150 мм із кожної сторони стіни.

[Електропроводки](#) в сталевих трубах виконують таким чином, щоб усі проводи трифазного кола знаходилися в одній трубі, тому що в цьому випадку сумарне змінне магнітне поле всіх трьох проводів буде рівне нулю. Допускається прокладка одиночних проводів кіл змінного струму в сталевих трубах, якщо вони захищені, на номінальний струм не більш 25 А. При великих струмах у сталевій трубі буде виникати значний наведений струм, що нагріває її до недопустимих меж. З'єднання і відгалуження проводів, прокладених усередині труб або гнучких металевих рукавів при схованій і відкритій прокладці, роблять у відгалужених коробках. Останні повинні відповідати способам прокладки й умовам середовища. Місця виходу проводів із труб, металевих рукавів тощо необхідно захищати від ушкоджень гумовими напівтвердими трубками, чопами або лійками.

Місця з'єднань і відгалужень проводів і кабелів не повинні відчувати механічних зусиль і мати рівноцінну ізоляцію з ізоляцією жил цих проводів і кабелів.

У побутових кімнатах, тваринницьких, господарських і виробничих приміщень, а також у житлових і громадських будівлях зазначені спуски можуть не захищати від механічних ушкоджень.

Висота розташування відкрито прокладених захищених ізольованих проводів в електротехнічних та інших приміщеннях, що обслуговуються спеціально навченим персоналом, не нормується.

У сталевих та інших механічно стійких трубах, рукавах, коробах, лотках і замкнутих каналах будівельних конструкцій будинків припускається спільна прокладка проводів і кабелів (за винятком взаєморезервних) всіх кіл одного агрегату:

- Силових і контрольних кіл декількох машин, пультів тощо, пов'язаних технологічним процесом.
- Кіл, що живлять складний світильник.
- Кіл декількох груп одного виду освітлення (робочого або аварійного) із загальним числом проводів у трубі не більше восьми.

- Освітлювальних кіл до 42 В з колами вище 42 В за умови виводів проводів кіл до 42 В в окрему ізоляційну трубу.

1. Умовні позначення системи заземлення.

2. Визначення електропроводок. Класифікація електропроводок

3. Умовні позначення систем заземлення:

- перша буква - стан нейтралі джерела відносно землі:

T - заземлена нейтраль;

I - ізольована нейтраль.

- друга буква - стан відкритих провідних частин щодо землі:

T - відкриті провідні частини, заземлені незалежно від відношення до землі нейтралі джерела живлення або якої-небудь точки живлення мережі;

N - відкриті провідні частини, приєднані до глухозаземленої нейтралі джерела живлення;

S - нульовий робочий (14) і нульовий захисний (PE) провідники розділені;

C - функції нульового захисного і нульового робочого провідників суміщені в одному провіднику (реп-провідник)

Графічне позначення провідників

 **n** - нульовий робочий (нейтральний) провідник;

PE - **T** захисний провідник (заземлювальний провідник, нульовий захисний провідник, захисний провідник системи зрівнювання потенціалів);

PEN - **•T** суміщений нульовий захисний і нульовий робочий провідники.

Типи мереж:

Система заземлення TN-C

Функції нульового робочого і нульового захисного провідників об'єднані в одному провіднику по всій мережі.

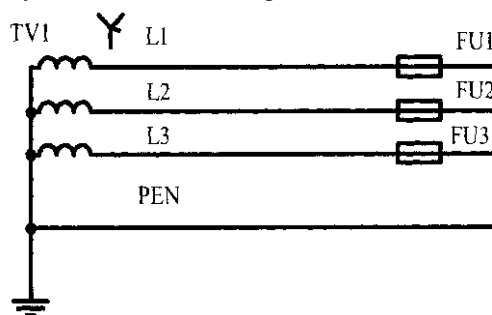


Рис. 1. Система заземлення TN-C

Система заземлення TN-S

Нульовий робочий і нульовий захисний [провідники](#) працюють окремо по всій мережі.

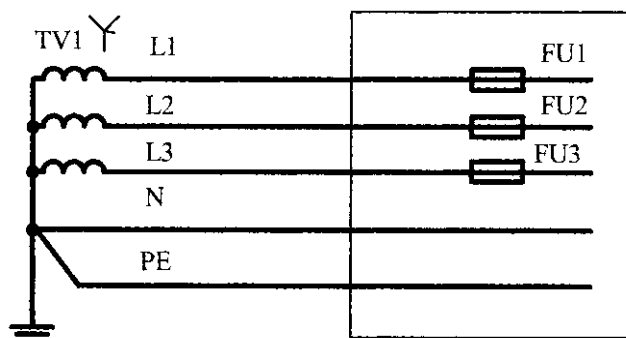


Рисунок 2 - Система заземлення TN-S

Система заземлення TN-C-S

Функції нульового робочого і нульового захисного провідників об'єднані в одному [провіднику](#) в частині мережі.

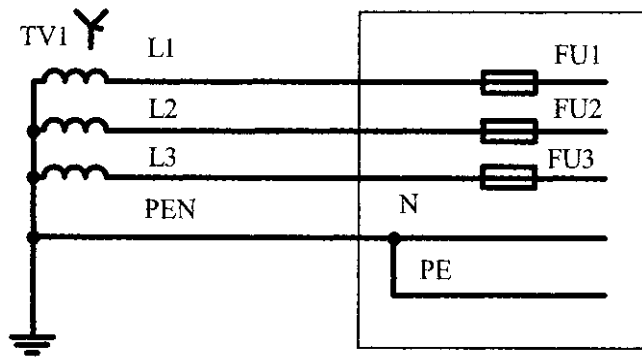


Рисунок 3 - Система заземлення ТПЧ- С-8

Система заземлення IT

Відкриті провідні частини [електроустановки](#) заземлені.
Нейтраль джерела живлення ізолювана від землі або заземлена через великий опір.

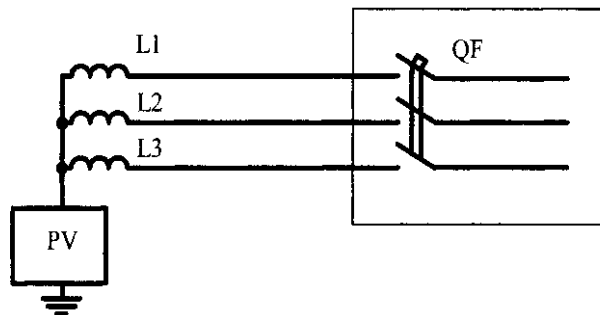


Рисунок 4 - Система заземлення IT

Система заземлення TT

Нейтраль джерела живлення глухо заземлена, а відкриті провідні частини електроустановки заземлені за допомогою заземлю- вального пристрою, який електрично незалежний від глухозаземленої нейтралі джерела живлення.

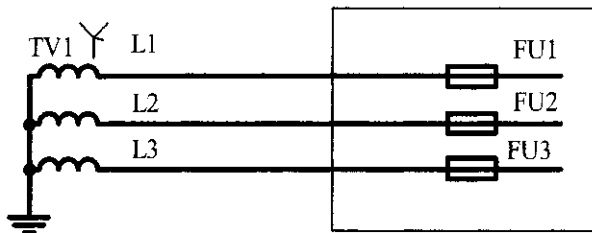


Рисунок 5 - Система заземлення IT

4. Визначення електропроводок. Класифікація електропроводок

Електропроводкою називається сукупність проводів і кабелів із кріпленнями, підтримувальними захисними конструкціями і деталями, установленими відповідно до Правил [53].

[Електропроводки](#) розділяються на такі види:

За способом виконання розрізняють електропроводки **відкриті, сховані та зовнішні**.

Відкрита електропроводка - проводка, яка прокладена по поверхні стін, стель, по фермах та інших будівельних елементах споруд, по опорах тощо.

При відкритій електропроводці застосовуються такі способи прокладки проводів і кабелів:

- безпосередньо по поверхні стін, стель, на струнах, тросах, роliках, ізоляторах;
- у грубах, коробах, гнучких металевих рукавах;
- на лотках;
- в електротехнічних плінтусах і лиштвах (наличниках);
- вільною підвіскою та ін.

Відкрита електропроводка може бути стаціонарною, пересувною і переносною.

Схована електропроводка - це проводка, яка прокладена усередині конструктивних елементів будинків і споруд (у стінах, підлозі, фундаментах, перекриттях), а також по перекриттях у підготовані підлоги, безпосередньо під зйомною підлогою та ін.

При схованій електропроводці застосовуються такі засоби прокладки проводів і кабелів:

- у трубах, гнучких металевих рукавах;
- коробах, замкнених каналах і пустотах будівельних конструкцій;
- бороздах, що заштукатурюються;
- під штукатуркою, а також замоноличуванням у будівельні конструкції при їхньому виготовленні.

Зовнішньою електропроводкою називається електропроводка, яка прокладена по зовнішніх стінах будинків і споруд, під навісами, а також між будинками на опорах (не більш чотирьох прольотів довжиною до 25 м кожний) поза вулицями, дорогами тощо.

Зовнішня електропроводка може бути відкритою і схованою.

Основними посиленнями елементів конструкцій при виконанні монтажу електропроводок є наступні:

Вводом від повітряної лінії електропередачі називається електропроводка, що з'єднує відгалуження від ПЛ із внутрішньою електропроводкою, враховуючи вид ізоляторів, установлених на зовнішній поверхні (стіні, даху) будинку або споруди, до затискачів ввідного пристрою.

Струною, як несучим елементом електропроводки, називається сталевий дріт, натягнутий впритул до поверхні стіни, стелі тощо. Струна призначена для кріплення до неї проводів, кабелів або пучків проводів.

Смугою, як несучим елементом електропроводки, називається металева смуга, закріплена впритул до поверхні стіни, стелі, вона призначена для кріплення до неї проводів, кабелів або їхніх пучків.

Тросом, як несучим елементом електропроводки, називається сталевий дріт або сталевий канат, які натягнуті в повітрі, призначені для підвіски до них проводів, кабелів або їхніх пучків.

Коробом називається закрита порожниста конструкція прямокутного або іншого перетину, яка призначена для прокладки в ній проводів і кабелів. Короб повинний служити захистом від механічних ушкоджень прокладених у ньому проводів і кабелів. Короба можуть бути глухими або з кришками, що відчиняються, із суцільними або перфорованими стінками і кришками. Глухі короба повинні мати тільки суцільні стінки з усіх боків і не мати кришок. Короба можуть застосовуватися в приміщеннях і зовнішніх установках.

Лотком називається відкрита конструкція, призначена для прокладки на ній проводів і кабелів. Лоток не є захистом від зовнішніх механічних ушкоджень для прокладених на ньому проводів і кабелів. Лотки повинні виготовлятися з негорючих матеріалів. Вони можуть бути суцільними, перфорованими або ґратчастими. Лотки можуть застосовуватися в приміщеннях і зовнішніх установках.

Горищним приміщенням називається таке невиробниче приміщення над верхнім поверхом будинку, стелею якого є дах будинку і який має несучу конструкцію (стріху, ферми, балки) із горючих матеріалів.

Аналогічні приміщення і технічні поверхи, розташовані безпосередньо над дахом, перекриття і конструкції яких виконані з горючих матеріалів, не розглядаються як горищні приміщення.

Лекція 3

Тема: Технологія монтажу електроприводів

План

1. Поняття електроприводу.
2. Вимоги до монтажу електродвигунів.
3. Вибір двигунів за режимами роботи.

1. Поняття електроприводу.

Об'єм робіт і технологічна послідовність операцій по монтажу середніх і великих електричних машин залежать від виду їх постачання із заводу- виготівника: у зборі або розібрані. Електричні машини, що поступили із заводу-виготівника в зібраному виді, як правило, на місці монтажу не розбирають. Після операцій по підготовці таких машин до установки їх при необхідності проводять огляди в об'ємі, передбаченому актом, складеним представниками підприємства-замовника і монтажною організацією.

Монтаж електричних машин, що поступили в зібраному виді, роблять в наступному порядку: установка на фундамент; вивіряння; монтаж напівмуфт і центрування валів; перевірка пригону вкладишів підшипників; заливка бетонноюсумішшю фундаментних плит і болтів; перевірка центрування валів після доливки бетонної суміші; під'єднання зовнішніх кабелів, монтажповітроохолоджувачів, маслопроводів і заземлення; установка захисних кожухів, щитів і обгороджувань.

Монтаж електричних машин, що поступили в розібраному виді, значно складніше і включає наступні основні технологічні операції: установку і вивірянняфундаментної плити і підшипникових стояків; заклад ротора в статор; установку: нижніх вкладишів підшипників, статора разом з ротором на фундаментну плиту, напівмуфт; центрування валів; перевірку проміжків в підшипниках і пригін підшипників; вивіряння повітряних проміжків і поєднання магнітних осей статора і ротора; заливку фундаментних плит і фундаментних болтів бетонною сумішшю, перевірку центрування валів після доливки фундаментних плит; остаточну збірку підшипників і перевірку їх ущільнення; установку щіткової траверси і регулювання щіток і щіткотримачів; під'єднування зовнішніх кабелів, повітроохолоджувачів, маслопроводів і заземлення; установку захисних кожухів, щитів і обгороджувань.

2. Вимоги до монтажу електродвигунів.

Згідно з вимогами ПУЕ електродвигуни і апарати повинні бути встановлені в такий спосіб, щоб виключити можливість потрапляння на їх обмотки води, мастил, емульсій тощо, а вібрація обладнання, фундаментів і частин будівлі не перевищувала допустимих меж.

Компоновка електромашинних приміщень (ЕМПП) повинна передбачати зручне транспортування і монтаж обладнання. Якщо електроустановка містить електродвигун і апарати масою 100 кг і більше, то повинні бути передбачені пристосування для їх такелажу.

Частини електродвигуна, що обертаються, і частини, що з'єднують електро- двигуни з механізмами (муфти, шківів) повинні мати огороження від випадкових торкань. Ширина проходів між фундаментами або корпусами електродвигунів, електродвигунами і частинами приміщення або обладнання повинна бути не менше 1 м. Допускається звуження проходів між виступаючими частинами машин і будівельними конструкціями до 0.6м на довжині не більше 0,5 м.

Відстань між корпусом електродвигуна і стіною приміщення або між корпусами, а також між торцями сусідніх двигунів при наявності проходу з іншого боку повинна бути не менше 0,3 м при висоті двигунів до 1 м і не менше 0,6 м при висоті понад 1 м. Ширина проходу між електродвигунами і фасадом пульта або шафи керування повинна бути не меншою 2 м, а між корпусом двигуна і торцем пульта або шафи - 1 м. Електродвигуни, за винятком тих, що мають ступінь захисту не менше IP44, повинні бути установлені на відстані не менше 1м від конструкцій приміщень, виконаних із горючих матеріалів.

Зовнішні проводи або кабелі, що приєднуються до електродвигунів, встановлених на віброізолюючих основах, на ділянці між нерухомою і рухомою частинами основи, поїданні мати гнучкі мідні жили.

Електродвигуни змінного струму напругою до 1000 В вмикають без сушіння, якщо обмотка статора має опір не менше 0,5 МОм при температурі 10-30°C. При меншому значенні; опору ізоляції сушать струмом. Сушіння обмоток припиняють, якщо опір ізоляції незмінний протягом трьох годин.

3. Вибір двигунів за режимами роботи

Під час роботи електродвигуна виділяється значна кількість теплоти, що негативно впливає на ізоляційні матеріали. Відповідно до цього надійність роботи електродвигуна, його техніко-економічні характеристики і

номінальна потужність визначаються нагріванням матеріалів, що застосовуються для ізоляції обмоток.

Термін служби ізоляції залежить від якості і властивостей ізолюючого матеріалу і температури, при якій він працює. Наприклад, бавовняна волокниста ізоляція, занурена в мінеральне масло при температурі близько 90°C , може надійно працювати протягом 15 ... 20 років. За цей час ізоляція поступово зношується, т. Е. Погіршуються її механічна міцність, еластичність і інші властивості, необхідні для нормальної роботи. Підвищення робочої температури всього на 8 ... 10°C скорочує термін роботи цього виду ізоляції до восьми десяти років (приблизно в 2 рази), а при 150°C знос настає через 1,5 місяці. Робота при температурі близько 200°C призводить цю ізоляцію в непридатність вже через кілька годин.

Ступінь нагріву ізоляції електродвигуна залежить від навантаження. Мале навантаження збільшує тривалість зношування ізоляції, але призводить до недовикористання матеріалів і підвищення вартості двигуна. Навпаки, робота двигуна з великим навантаженням різко скорочує його надійність і термін служби і економічно невигідна. Внаслідок цього робочу температуру ізоляції і навантаження двигуна, т. Е. Його номінальну потужність, вибирають на підставі техніко-економічних міркувань з таким розрахунком, щоб тривалість зношування ізоляції (термін служби двигуна в умовах нормальної експлуатації) була приблизно 15 ... 20 років.

Ізоляційні матеріали, що застосовуються при виготовленні електродвигунів, розділені по нагрівостійкості на кілька класів. Для кожного класу стандартом встановлено гранично допустиму (максимальна) робоча температура.

Для поліпшення теплового режиму роботи електродвигуна і підвищення його техніко-економічних показників застосовують штучну вентиляцію. У захищених електродвигунах вентилятор розташований на валу всередині двигуна. При роботі двигуна зовнішнє повітря, що переміщується вентилятором, відбирає теплоту від обмоток статора. У закритих обдуваються електродвигунах вентилятор розташований зовні. Охолодження відбувається за рахунок переміщення потоків повітря по оребреної поверхні двигуна.

Електродвигун забезпечує стійку роботу і кращі показники при номінальному режимі роботи, т. Е. При режимі, на який двигун розрахований і при якому температура його знаходиться в допустимих межах, встановлених для класу ізоляції обмоток електродвигуна.

Встановлено вісім номінальних режимів роботи електричних машин. Чотири з них основні: тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний і перемежується.

Тривалий режим відповідає номінальній незмінній навантаженні двигуна, яка триває так довго, що температура всіх його частин досягає сталих значень. Усталеною температурою окремих частин двигуна вважають температуру, зміна якої протягом 1 год не перевищує 1°C .

Короткочасний режим роботи характеризується тим, що двигун працює при номінальній потужності, зазначеній в його паспорті. Це короткий відрізок часу, протягом якого температура двигуна не встигає досягти сталої. Після відключення двигун довго не працює і його температура поступово знижується до температури навколишнього середовища. У короткочасному режимі двигуни можуть бути розраховані на стандартну тривалість робочого періоду -10, 30, 60 і 90 хв.

Повторно-короткочасним режимом роботи двигуна називається такий, при якому короткочасні робочі періоди номінального навантаження чергуються з паузами. Тривалість робочих періодів і пауз не так велика, щоб перегрів окремих частин двигуна при незмінній температурі навколишнього середовища могли досягти сталих значень. Для цього режиму встановлені стандартні тривалості включення (ПВ 15, 25, 40 і 60%) з тривалістю робочого періоду до 10 хв. При повторно-короткочасному режимі роботи двигун нагрівається менше, ніж при безперервній навантаженні, і тому його можна навантажувати сильніше, ніж при тривалому номінальному режимі роботи.

Переміжним номінальним режимом називають такий режим тривалої роботи електродвигуна, при якому короткочасні робочі періоди чергуються з періодами холостого ходу. При цьому середня температура досягає сталого значення.

При експлуатації електродвигуна неприпустимі перевантаження понад його максимального крутного моменту, так як це призводить до загальмування (перекидання), яке при тривалому перевантаженні може викликати вихід двигуна з ладу.

При виборі електродвигуна слід враховувати умови і його режими роботи, необхідну частоту обертання і т. Д. Правильний вибір має велике значення. Якщо на машині встановлено двигун більшої потужності, ніж потрібно, він працює з низьким ККД. Двигун же недостатню потужність швидко перегрівається і не забезпечує нормальної роботи установки.

Залежно від умов навколишнього середовища застосовують електродвигуни наступних виконань: захищені, закриті обдуваються, вибухозахищені. У сільськогосподарському виробництві найбільш поширені електродвигуни перших двох груп.

У двигунах захищеного виконання все обертаються і струмопровідні частини закриті. Це запобігає випадковий дотик до струмоведучих частин, потрапляння крапель і сторонніх предметів. Повітря, необхідне для охолодження, посту ^ паєт всередину двигуна через вентиляційні вікна.

Двигуни закритого обдуваного виконання таких вікон не мають, тому їх охолоджують за допомогою вентилятора, встановленого зовні на валу двигуна і закритого спеціальним кожухом. Вентилятор засмоктує повітря через отвори в кожусі і направляє його вздовж ребер статора, призначених для поліпшення охолодження. Крім того,

передбачена вентиляція і всередині корпусу електродвигуна.

При виборі електродвигуна необхідно знати характер середовища приміщення, в якому він буде встановлений.

При виборі електродвигуна за частотою обертання необхідно прагнути до того, щоб двигун мав таку ж частоту обертання, що і робоча машина, так як це позбавить від проміжної передачі.

У загальному випадку задача вибору двигуна по частоті обертання - це завдання економічна. Зі збільшенням частоти обертання двигуна його габаритні розміри зменшуються, а значить, знижуються витрати матеріалів і вартість. Крім того, високошвидкісні двигуни мають великі значення коефіцієнтів корисної дії (η) і потужності ($\cos\phi$) в порівнянні з тихохідними. Однак більшість сільськогосподарських машин тихохідні, тому між двигуном і робочою машиною необхідна механічна передача. Зі збільшенням передавального числа вартість передачі зростає. Таким чином, для кожної конкретної робочої машини є своя оптимальна частота обертання.

Для правильного вибору потужності електродвигуна необхідно знати режим, в якому він буде працювати. При тривалому режимі роботи правильно обраний двигун працює досить довго без перегріву понад допустиму для даного класу ізоляції температури.

Вибрані електродвигуни з'єднують з тієї чи іншої сільськогосподарської машиною або агрегатом за допомогою передач: клиноремінної, плоскопасової, ланцюгової, а також муфтами і редукторами.

Тема: Монтаж установок для освітлення та опромінювання

План

1. Основні характеристики освітлювальних та опромінювальних приладів.
2. Особливості та будова світильників із люмінесцентними трубчатими лампами низького тиску, галузі її використання.
3. Стробоскопічний ефект та способи його усунення.
4. Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами.

1. Основні характеристики освітлювальних та опромінювальних приладів.

Електричне освітлення повинно задовольняти вимогам ПУЕ (розділ. 6) та відповідним будівельним нормам і правилам. Також регламентується нормативними документами норми освітлювальності та інші якісні показники освітлювальних установок. Освітлювальні установки повинні відповідати нормам пожежної безпеки та вимогам ПУЕ.

Існують наступні системи електричного освітлення:

- загальне – для освітлення приміщень;
- місцеве (стаціонарне або переносне) – для освітлення тільки робочих поверхонь;
- комбіноване – сукупність загального і місцевого освітлення.

На сьогоднішній день застосовують наступні види освітлення:

- робоче – для забезпечення нормальних умов роботи;
- охоронне (різновид робочого) – для освітлення меж території яка охороняється;
- аварійне – для тимчасового продовження роботи при аварійному відключенні робочого освітлення;
- евакуаційне – для безпечної евакуації людей при аварійному відключенні робочого освітлення.

Для електричного освітлення повинні використовуватися лампи розжарювання та газорозрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, натрієві, ксенонові).

В залежності від місця встановлення світильників освітлення поділяються на:

- внутрішнє;
- зовнішнє;
- рекламне.

В свою чергу світильники внутрішнього освітлення діляться на:

- світильники робочого освітлення;
- світильники аварійного освітлення;
- світильники евакуаційного освітлення.

Для живлення світильників загального освітлення повинна застосовуватися напруга не вище 380/220 В [змінного струму](#) при заземленій нейтралі і не більше 220 В змінного струму при ізольованій нейтралі.

З точки зору захисту від проникнення в світильники пилу і пару їх поділяють на наступні типи:

- відкриті, в яких лампа не відділена від навколишнього середовища;
- захисні, в яких лампа і патрон відділені від навколишнього середовища оболонкою, але при цьому зберігається циркуляція повітря між внутрішньою частиною світильника і зовнішнім середовищем;
- вологозахисні, корпус і патрон світильника протидіє парам (волозі) та забезпечує збереження ізоляції проводів, що підведені до світильника;
- закриті (пилонепроникні), які мають оболонку ущільнену так, що не пропускає пилу в місце знаходження лампи і патрона.

Основним елементом освітлювальних установок є світильник. Світильник – джерело світла (лампа, лампи) яке розміщено в спеціальній (освітлювальній) арматурі. Арматура перерозподіляє світловий потік в потрібному напрямі, та захищає джерело світла від пилу, вологи, а також механічних пошкоджень. Світильники розміщують в місцях безпечних для їх обслуговування. Типи світильників вибирають в залежності від характеру навколишнього середовища, світлотехнічних вимог, висоти підвісу та інтер'єру приміщення.

Освітлювальні установки в яких застосовують світильники можна класифікувати наступним чином як показано в таблиці.

Класифікація світильників за призначенням

Різновиди світильників	Призначення
Світильники загального призначення (підвісні, поточні, настінні, настільні)	Для загального освітлення приміщення
Світильники місцевого освітлення (настільні, настінні, підвісні, вмонтовані в меблі)	Для забезпечення освітлення робочої поверхні в відповідності з зоровою роботою
Світильник комбінованого освітлення (підвісні, настінні, настільні)	Виконують функції як світильника загального так і місцевого освітлення, або одночасно дві функції

Декоративні світильники (настільні, настінні)	Виконують функцію елемента інтер'єру
Світильники для орієнтації – нічники (настільні, настінні)	Для створення освітлення, необхідного для орієнтування в житлових приміщеннях в темний час доби
Експозиційні світильники (настільні, настінні, встроєні, потолочні, підвісні, напільні)	Для освітлення окремих об'єктів

2. Особливості та будова світильників із люмінесцентними трубчатими лампами низького тиску, галузі її використання.

Класифікація світильників в залежності від джерела світла:

- світильники з лампами розжарювання;
- світильники з люмінесцентними лампами;
- світильники з галогенними лампами;
- світильники з газорозрядними лампами та ін..

Класифікація світильників по відношенню до світлового потоку:

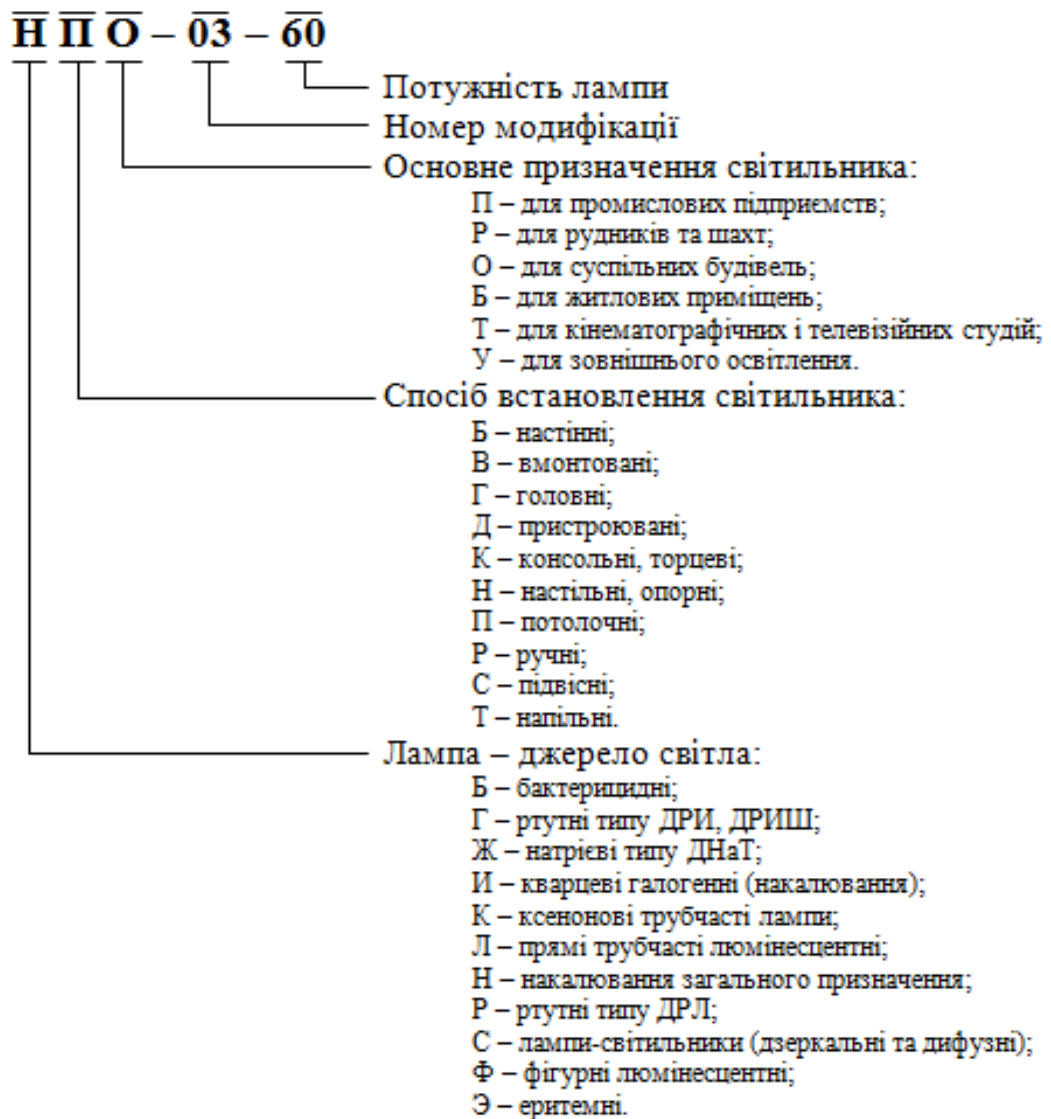
- світильники прямого світла (світловий потік направлений вниз);
- світильники відображеного світла (світловий потік направлений вгору);
- світильники розсіяного світла (світловий потік однаковий, що вгору, що вниз).

Монтаж світильників в приміщенні виконується в залежності від умов навколишнього середовища. В залежності від навколишнього середовища світильники виготовляють різного виконання по степені захисту.

На кожний з видів світильників існує свій державний нормативний документ, який встановлює обов'язкові вимоги до їх якості, в тому числі показники безпеки для життя, здоров'я, майна споживача та для навколишнього середовища при звичайних умовах його експлуатації.

Світильники повинні мати сертифікати відповідності, які вони отримують після їх перевірки на дотримання вимог держстандартів. Також існує встановлене нормативним документом (ГОСТ 176-77) умовне позначення будь-якого світильника.

Умовні позначення світильників



Крім цих шести груп, можуть бути і інші групи 7 група – цифри (000-999) визначають номер модифікації; 8 група – буква (букви) визначають кліматичне виконання (У – райони з помірним кліматом; Т – райони з тропічним кліматом), та цифра, визначає категорію розміщення світильника (1 – на відкритому повітрі; 2 – під навісом (напіввідкрита споруда); 3 – в закритих приміщеннях де відсутнє опалення; 4 – в приміщеннях з опаленням).

Також може бути уточнення по степені захисту від вибуху: В – вибухобезпечні; Н – підвищеної надійності проти вибуху.

Лампа розжарювання – джерело світла, що перетворює енергію електричного струму, що проходить по спіралі лампи в світлову і теплову. Температура розжареної спіралі складає 2600-3000°C, матеріал з якого виготовлена спіраль – вольфрам. Щоб лампа швидко не перегоріла, зі скляної колби (балона) відкачують повітря або заповнюють її інертним газом. Спіраль кріпиться до електродів, один з яких припаяний до металевої гільзи – цоколя, а другий до контактної пластини.

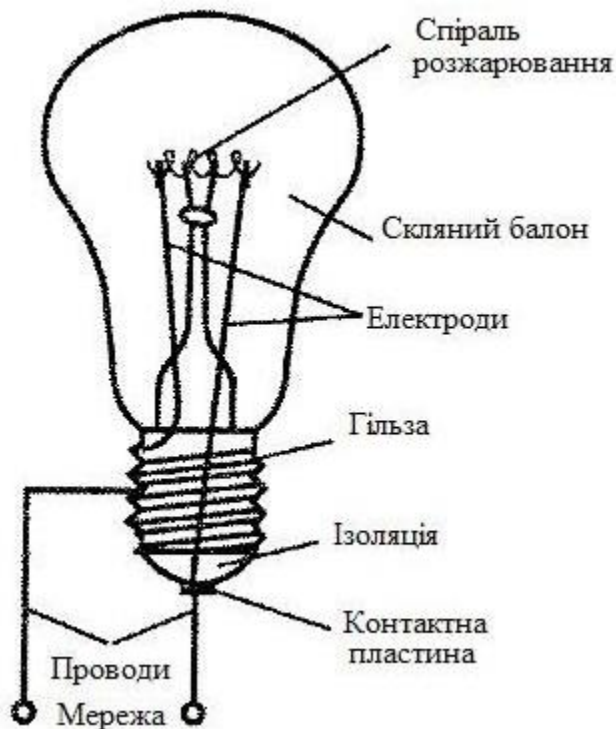


Рис. 1. Будова та включення ламп розжарювання

Позначення ламп розжарювання

Позначення складається з трьох груп:

1 група – буква (букви) означають:

- В – вакуумна;
- Г – газонаповнена;
- Б – біспіральна;
- БК – біспіральна криптонова;
- ДБ – дифузна (матовий відображаючий шар всередині колби);
- МО – місцевого освітлення.

2 група – цифри вказують робочу напругу.

3 група – цифри вказують потужність лампи.

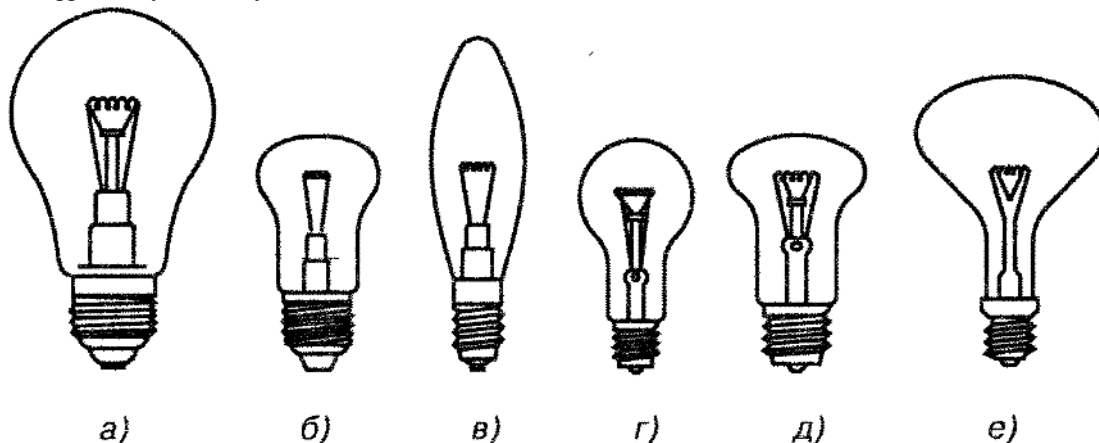


Рис. 2. Приклади виконання ламп розжарювання

а – з аргоновим наповненням; б – з криптоновим наповненням; в – свічкоподібна лампа; г – біспіральна лампа; д – біспіральна криптонова лампа; е – дзеркальна лампа.

Термін служби ламп розжарювання залежить:

- від якості монтажних робіт (проведених з'єднань в електропроводці і світильнику);
- від номінальної напруги (стабільність напруги);
- від механічних дій до лампи (вібрацій, струсу, поштовхів, та ін.);
- від температури навколишнього середовища;
- від типу вимикача (швидкості зростання величини струму при подачі живлення на лампу).
- від часу роботи лампи.

Середній час горіння лампи розжарювання складає в середньому 1000 год. Після 750 год роботи світловий потік лампи зменшується на 15 %.

Для установки і закріплення лампи в світильнику необхідний спеціальний пристрій, який називається патроном.

Коли лампу вкручують в патрон їхні контакти з'єднуються і на лампу подається живлення. Промисловістю випускаються патрони під лампи розжарення з цоколем E14 (рис. 4) або E27 (рис. 3) (цифра вказує на діаметр різьби).

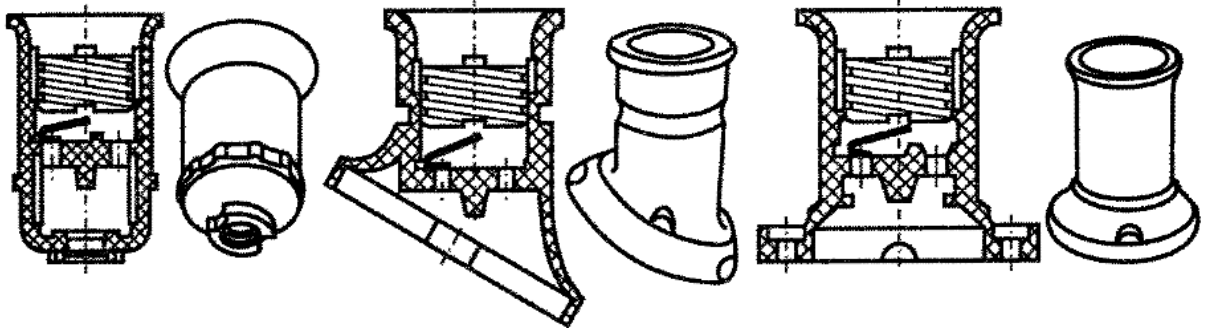


Рис. 3. Приклади виконання патронів для ламп з цоколем E27

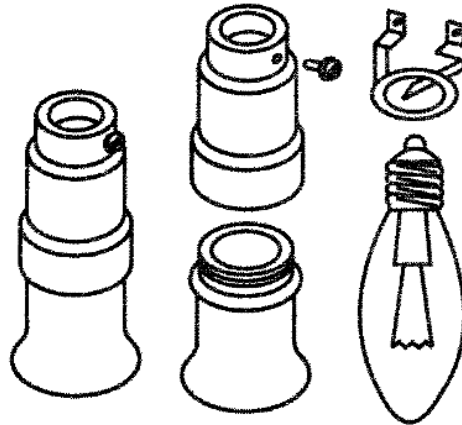


Рис. 4. Патрон для ламп розжарювання з цоколем E14

Для ламп потужністю 500Вт і більше випускаються патрони E40 з діаметром різьби 40мм. Вони застосовуються для зовнішнього освітлення. Для ламп спеціалізованого призначення (автомобільні, залізничні, авіаційні) випускають байонетний патрон (рис. 5).

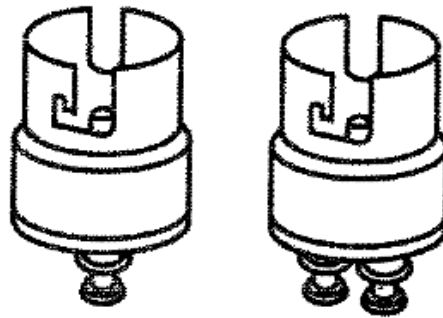


Рис. 5. Байонетні патрони (з одним та з двома контактами)

Приєднання патрона до електромережі. До контактних затискачів патрона приєднують мідні проводи (0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5 мм²) та алюмінієві (2,5 мм²), причому фазний провід приєднують до центрального контакту патрона (рис. 6) а нульовий до винтової гільзи патрона.

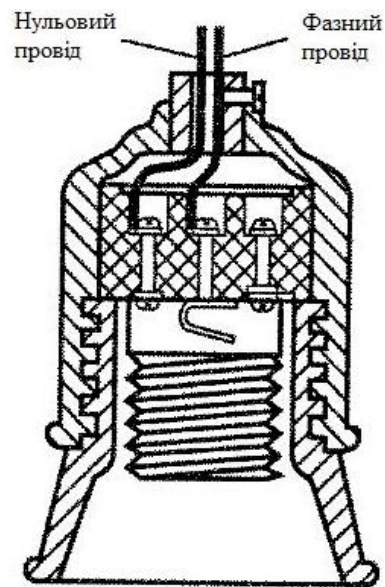


Рис. 6. Патрон після зарядки

Світильники з лампами розжарювання. Існує велике різноманіття світильників з лампами розжарювання. Зразки таких світильників зображені на рис. 7.

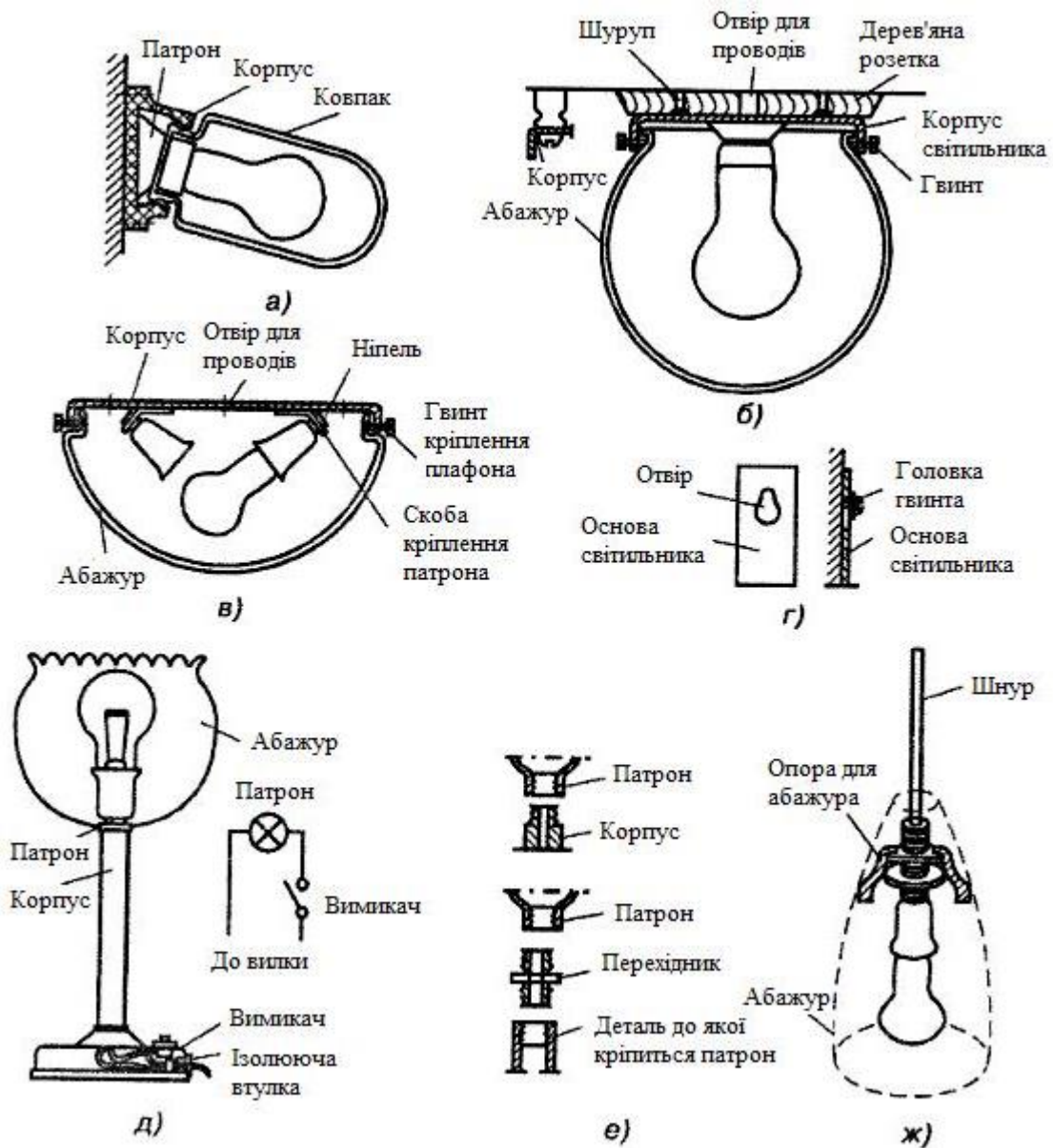


Рис. 7. Світильники з лампами розжарювання

Кріплення деталей і з'єднання в люстрі показані на рис. 8.

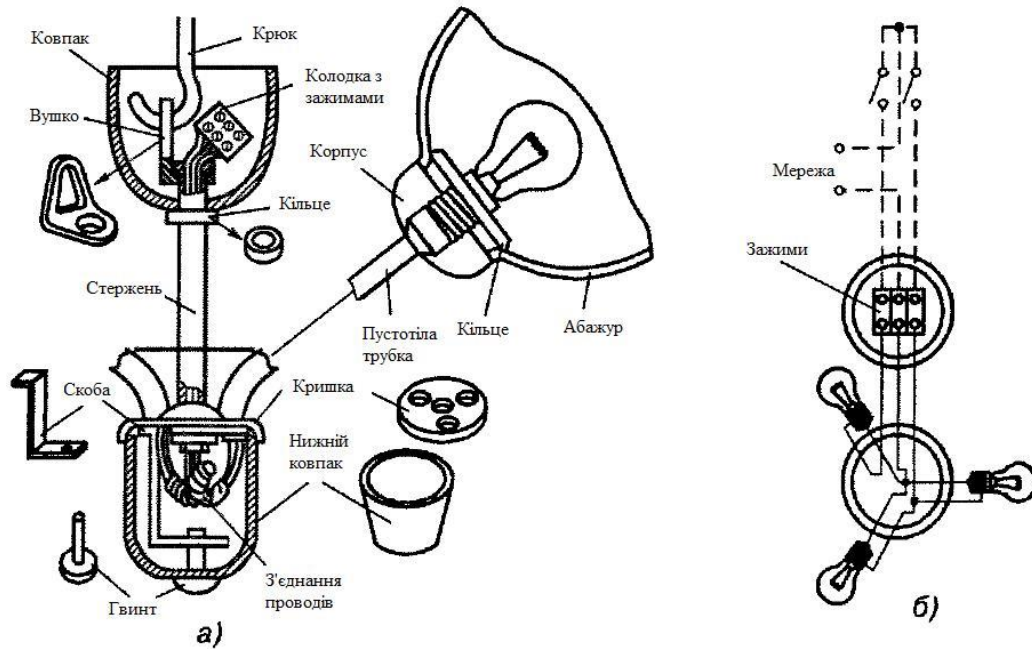


Рис. 8. Кріплення деталей та з'єднання в люстрі

Світильники з'єднують з проводами мережі за допомогою штепсельних або люстрових затискачів. В світильниках використовують мідний гнучкий провід з перетином жил не менше $0,5 \text{ мм}^2$ в середині споруд, та не менше 1 мм^2 – для зовнішньої установки. Для підвішеної люстри необхідно використовувати крючок, який треба ізолювати. При **монтажі** світильників, або люстр необхідно пам'ятати, що провід фази йде обов'язково на вимикач, а ноль безпосередньо на монтажну коробку.

1. Стробоскопічний ефект та способи його усунення.
2. Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами.

3. Стробоскопічний ефект та способи його усунення.

Люмінесцентні лампи

Люмінесцентні лампи – це газорозрядні лампи в яких виникає ультрафіолетове випромінювання (в результаті газового розряду), яке перетворюється люмінофорними покриттями в видиме світло (принцип роботи люмінесцентної лампи). Лампа являє собою скляну герметичну трубку, внутрішня поверхня якої покрита тонким шаром люмінофора (рис. 9)

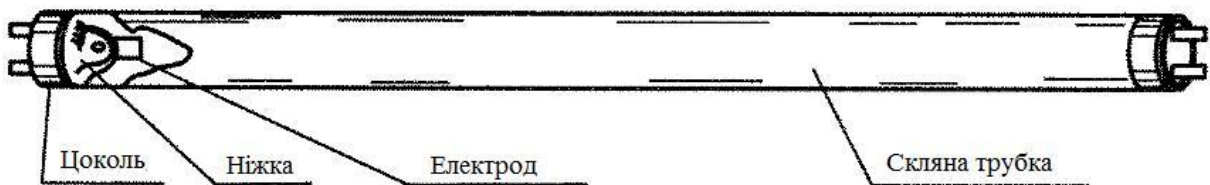


Рис. 9. Будова люмінесцентної лампи

В трубці відсутнє повітря, замість нього туди введений газ (аргон) і капелька ртуті. Всередині трубки на її кінцях в скляних ножках закріплені біспіральні електроди з вольфраму, які в свою чергу з'єднані з двома шнурковими цоколями. За допомогою цих цоколів лампи приєднуються до електричної мережі за допомогою спеціальних патронів. При подачі **напруги** на лампу між електродами виникає електричний розряд в парах ртуті, в результаті електролюмінісції парів лампа випромінює світло.

В залежності від газу та металу який введений в трубку змінюється спектральний склад випромінюючого світла:

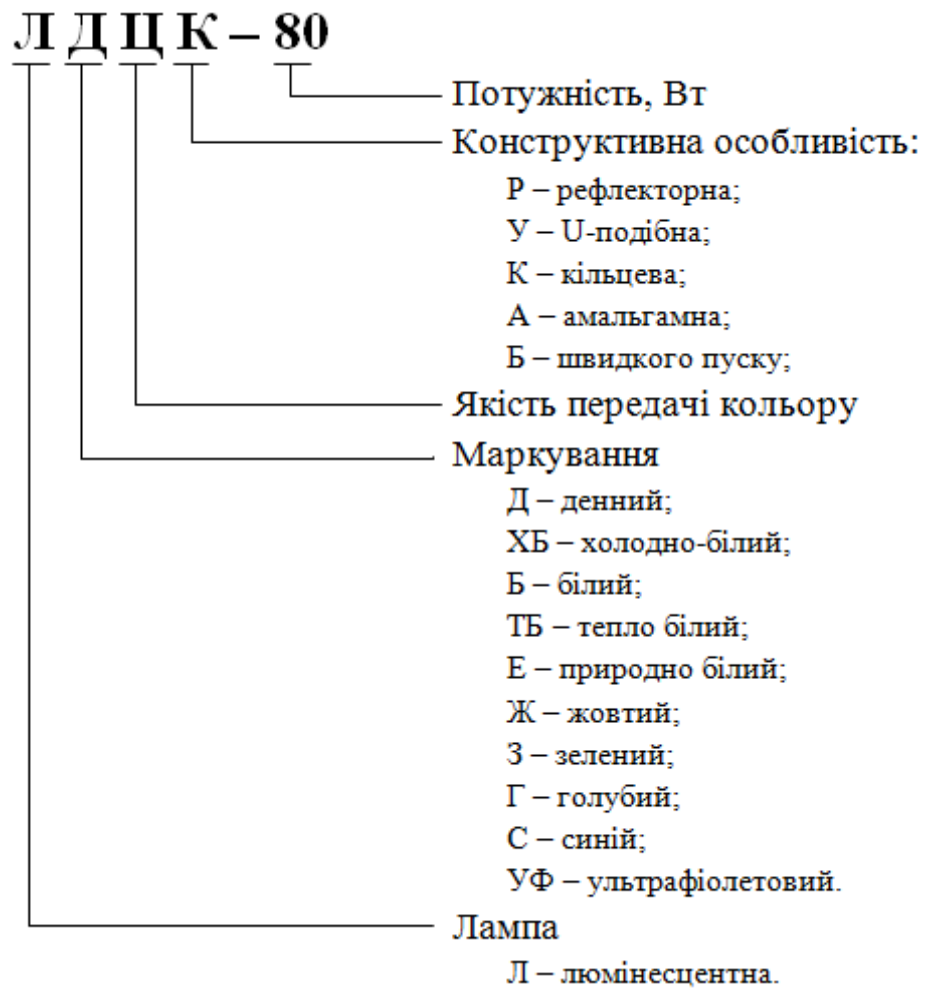
- гелій – світло-жовте чи блідно-рожеве світло;
- неон – червоне світло;
- аргон – блакитне світло;

Люмінесцентні лампи класифікують:

- по призначенню (загального і спеціального призначення);
- по типу розряду (дугові, тліючого розряду, тліючого світіння);
- по випромінюванню (кольорові, природного світла, ультрафіолетові);
- по типу колби (фігурні, трубчасті);
- по світлорозподілу (з направленим світловипромінюванням (рефлекторні і панельні), ненаправленим).

Маркування люмінесцентних ламп

Нормативними документами встановлено наступне маркування люмінесцентних ламп.



Зразки існуючих люмінесцентних ламп представлені на рис. 10.

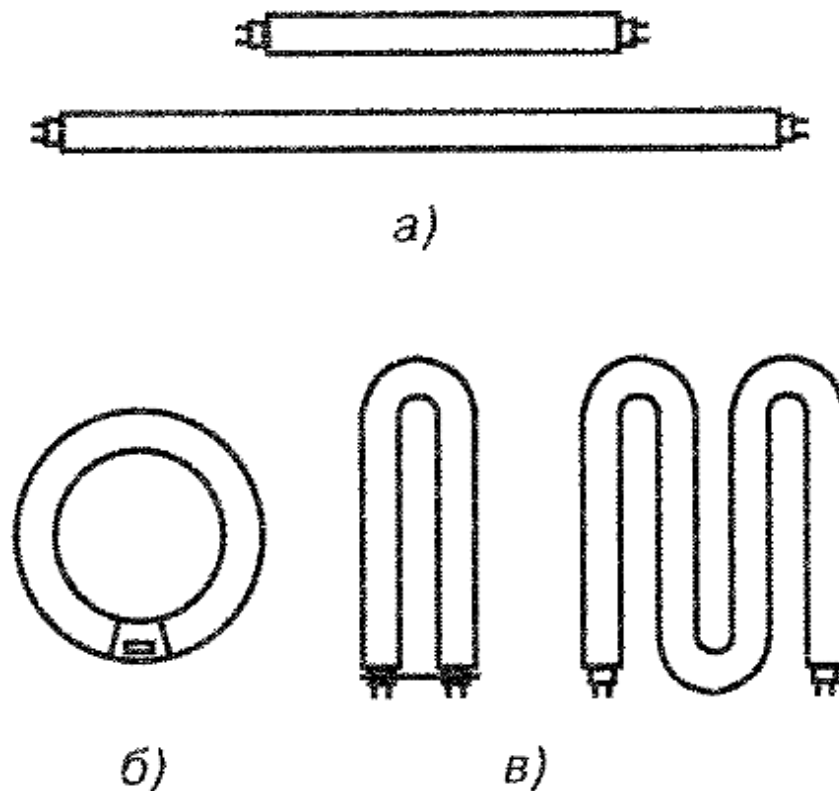


Рис. 10. Люмінісцентні лампи:
а – прямі лампи; б, в – фігурні лампи.

Компактні люмінесцентні лампи. В кінці 80-х років XX сторіччя стали з'являтися багато чисельні типи компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ) потужністю від 5 до 25 Вт та терміном служби від 5 до 10 тис. год. Вони мають вбудовану пускорегулюючу апаратуру та різьбовий цоколь E27 (E14).

КЛЛ поділяються на чотири основних групи:

- лампи без зовнішньої оболонки (рис. 11);
- лампи з призматичною або опаловою зовнішньою оболонкою (рис. 12);
- кільцеві лампи (рис. 13);
- лампи зі скляною зовнішньою оболонкою.

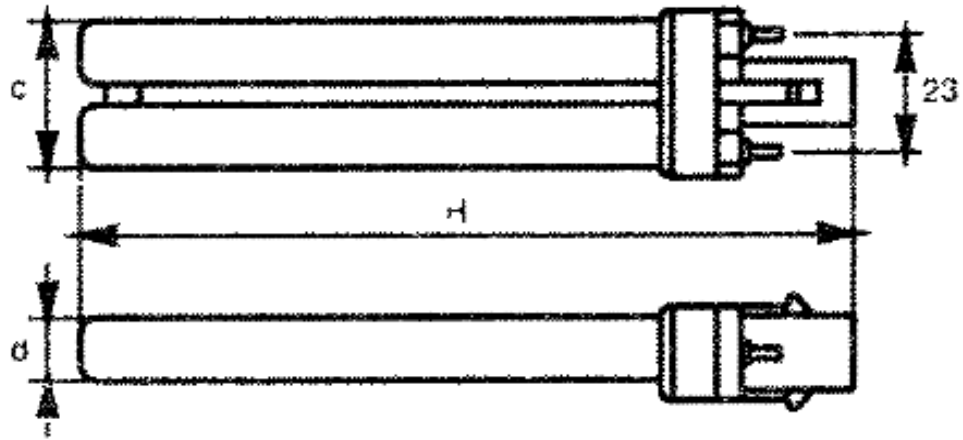


Рис. 11. КЛЛ без зовнішньої оболонки, з розрядною трубкою

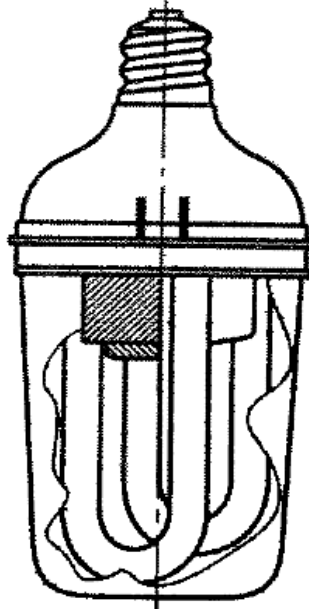


Рис. 12. КЛЛ з призматичною або опаленою зовнішньою оболонкою

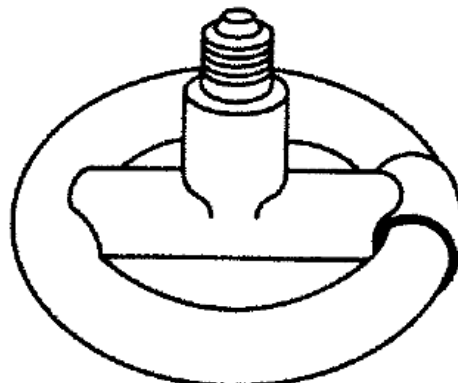
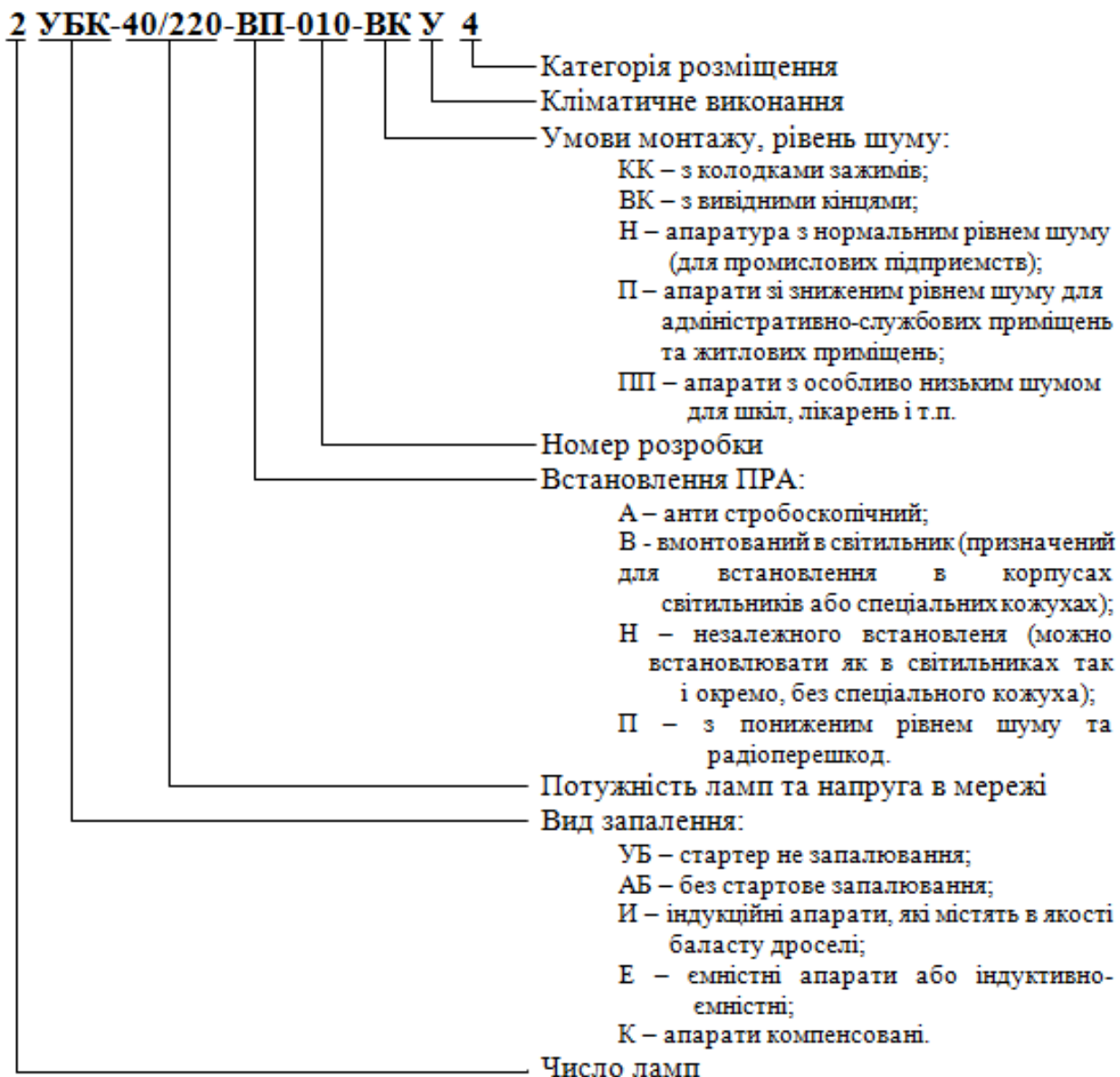


Рис. 13. Кільцеві КЛЛ без зовнішньої оболонки

Пускорегулююча апаратура (ПРА). Люмінісцентна лампа без додаткових пристроїв не може включатися. Для спалаху лампи необхідна підвищена напруга (в 2 рази більша за робочу). Після включення лампи, в момент коли в ній процес іонізації різко посилюється, в ланцюг лампи повинен включитися (автоматично) дросель.

Класифікація ПРА. Більшість сучасних люмінесцентних ламп призначені для роботи електричних мережах змінного струму. Вони включаються в мережу тільки разом з ПРА, яка забезпечує нормальний режим роботи лампи. Схеми ПРА класифікують по декільком критеріям. Узагальнена схема представлена нижче.



Будова та робота світильника з люмінесцентною лампою

До складових частин світильника (рис. 14) належать:

- люмінесцентна лампа;
- вимикач SA1;
- стартер E1 з конденсатором C1 (для подавлення радіоперешкод);
- дросель L1;
- конденсатор C2 (для підвищення коефіцієнта потужності $\cos\phi$).

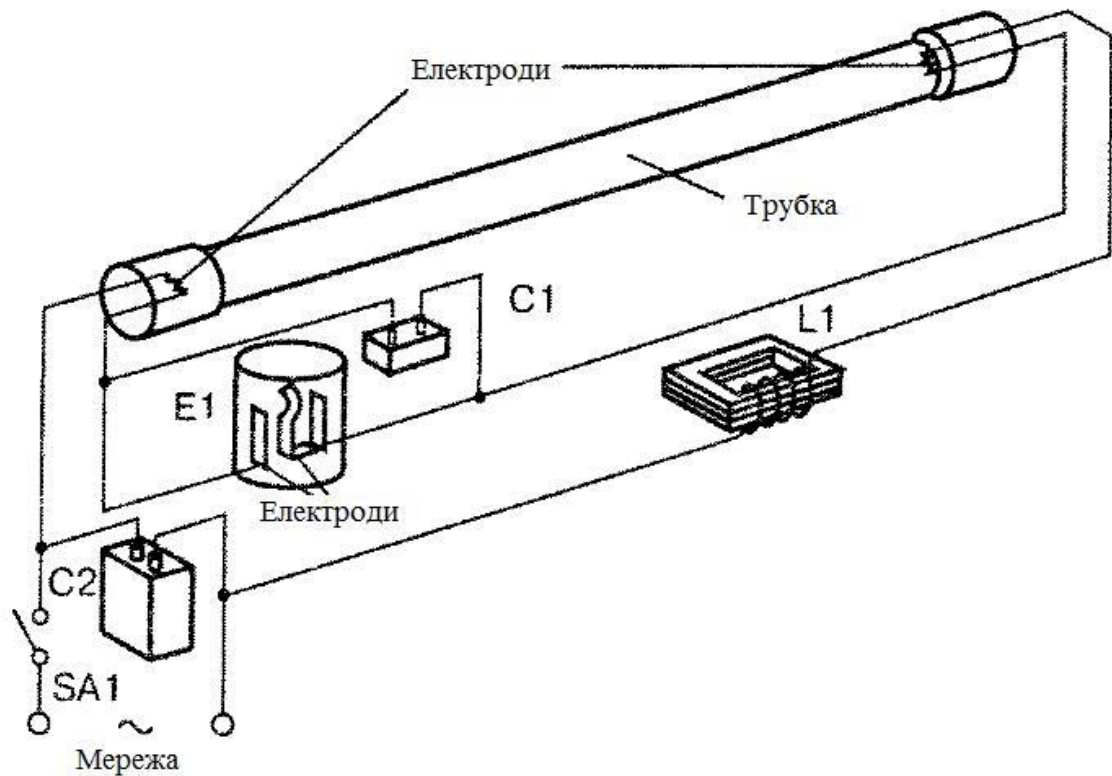


Рис. 14. Схема світильника з люмінесцентними лампами

Конденсатор C2 призначений щоб розвантажити мережу від струму дроселя.

Стартер E1 призначений для короткочасного замикання та подальшого розмикання мережі.

4. Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами.

Зразки існуючих люмінесцентних світильників та способи їх кріплення. Ознайомимось з декількома [світильниками](#) з люмінесцентними лампами. Розглянемо настільний світильник з U-подібною (фігурною люмінесцентною лампою).

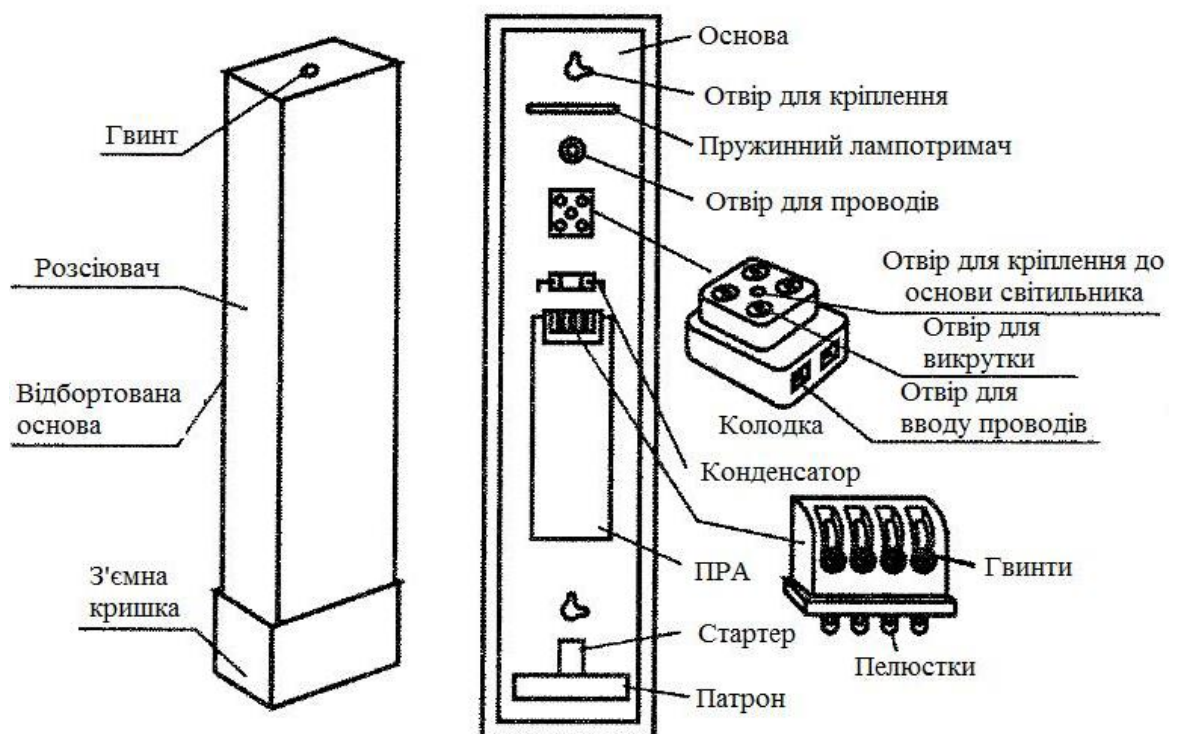


Рис. 15. Настільний світильник з U-подібною люмінесцентною лампою
Лампа з гніздом для кріплення представлена на рисунку 16.

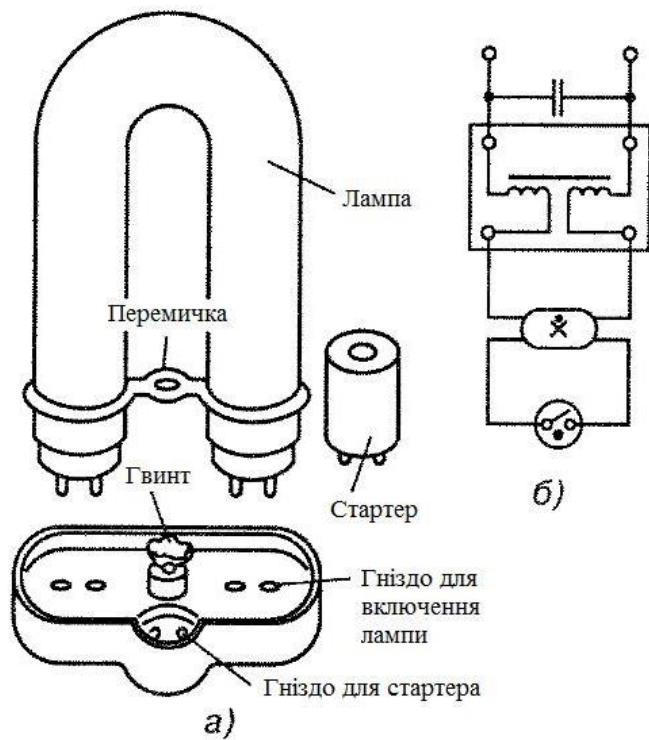


Рис. 16. З'єднання елементів світильника та схема включення

Для приєднання проводів мережі до світильника існують контакти, будова яких зображена на рисунку 17.

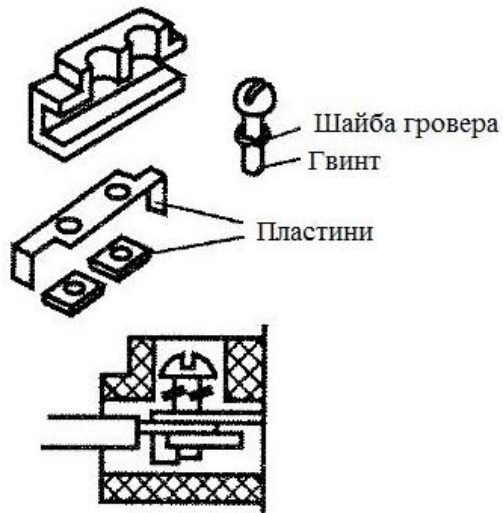


Рис. 17. Будова контактів

Поглянемо на поточний [світильник](#) (рис. 18), його основою є диск з відбортаними краями та отворами для кріплення його до потолка.

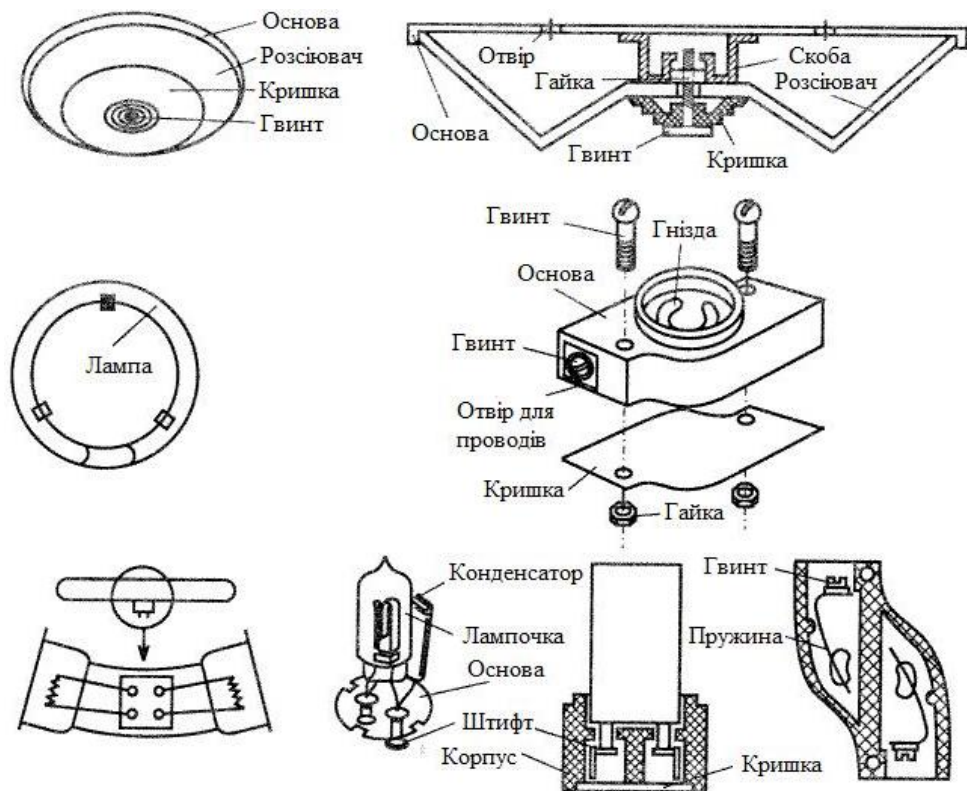


Рис. 18. Потолочний світильник з фарфоровою кільцеподібною лампою

На рисунку 19 представлена будова патрона до якого приєднуються проводи з електричної мережі.



Рис. 19. Будова патрона

Зараз ведеться активна робота фахівцями-енергетиками по підвищенню рівня електробезпеки в електроустановках житлових та громадських споруд. Нормативні документи зараз наказують, що в таких спорудах лінії групової мережі (від щитка і до розетки) повинні виконуватися трьох провідними (фазний, нульовий робочий, нульовий захисний проводи – РЕ). Живлення стаціонарних однофазних електроприймачів повинно виконуватися трьох провідними лініями. При цьому нульовий робочий та нульовий захисний проводи не можна під'єднувати та щиток одним контактним зажимом. Таким чином зроблений перший крок по впровадженню системи заземлення TN-C-S.

Вибір перетину жил проводів виконувати згідно вимог ПУЕ. Причому перетин жил проводів фазних (L) і нульових (N) повинні бути однаковими при живленні однофазних навантажень.

Перетин РЕ проводів повинен бути не менше перетину N проводу, та не менше 10мм² по міді і 16мм² по алюмінію незалежно від перетину L проводу.

Сьогодні в світі існують наступні системи заземлення: TN-C; TN-S; TN-C-S; TT; IT. Розшифровка цього маркування представлена нижче.

T N - C

Функціональний спосіб будови нульового захисного і нульового робочого провідників:

C – функції нульового захисного і нульового робочого провідників забезпечується одним загальним провідником PEN;

S – функції нульового захисного PE та нульового робочого N провідників забезпечується розділеними провідниками.

Характер заземлення відкритих провідникових частин електроустановки будівлі:

T – безпосередній зв'язок відкритих провідникових частин електроустановки будівлі з землею, незалежно від характеру зв'язку з землею.

N – безпосередній зв'язок відкритих провідникових частин електроустановки будівлі з точкою заземлення джерела живлення.

Характер заземлення джерела живлення:

T – безпосереднє з'єднання нейтралі джерела живлення з землею.

I – всі токоведучі частини ізолювані від землі.

План

1. Загальні відомості про автоматичне керування.
2. Призначення та класифікація станцій керування, щитів і пультів керування.
3. Особливості монтажу апаратів автоматики, захисту, сигналізації, диференціальних автоматичних вимикачів, магнітних пускачів, контакторів, реле, командоапаратів, сигнальної арматури, пускових і регулювальних опорів.

1. Загальні відомості про автоматичне керування

Пристрої автоматичного керування. Серед них першорядне значення мають пристрої релейного захисту, що діють при пошкодженні електричних установок. Релейний захист почав застосовуватися в системах електропостачання раніше інших пристроїв автоматичного управління. Найбільш небезпечними і частими пошкодженнями є короткі замикання між фазами електричної установки та короткі замикання фаз на землю в мережах з глухозаземленими нейтраліями. Можливі і складніші пошкодження, що супроводжуються короткими замиканнями і обривом фаз. У електричних машинах і трансформаторах разом з вказаними пошкодженнями виникають замикання між витками однієї фази. Внаслідок короткого замикання (КЗ) порушується нормальна робота системи електропостачання з можливим виходом синхронних генераторів, компенсаторів і електродвигунів з синхронізму та порушенням режиму роботи споживачів. Небезпеку представляє також термічна і динамічна дія струму КЗ як безпосередньо в місці пошкодження, так і при проходженні його по непошкодженному устаткуванню.

Для запобігання розвитку аварії і зменшення розмірів пошкодження при КЗ необхідно швидко виявити і відключити пошкоджений елемент системи електропостачання. У ряді випадків пошкодження повинно бути ліквідовано протягом долі секунди. Очевидно, що людина не в змозі справитися з таким завданням. Визначають пошкоджений елемент і впливають на відключення відповідних вимикачів пристрої релейного захисту. Основним елементом релейного захисту є спеціальний апарат - реле. В деяких випадках вимикач і захист поєднуються в одному пристрої захисту і комутації, наприклад у вигляді плавкого запобіжника.

Однофазні замикання на землю в мережах з ізольованою або заземленою нейтраллю не супроводжуються виникненням великих струмів (струми не перевищують декількох десятків ампер). Міжфазні напруги при цьому не змінюються, і робота системи електропостачання не порушується. Проте цей режим роботи не можна вважати нормальним, оскільки напруги непошкоджених фаз щодо землі зростають, і виникає небезпека переходу однофазного замикання на землю в багатofазні короткі замикання. Проте необхідності в швидкому відключенні пошкодженої ділянки немає, тому пристрої релейного захисту від замикань на землю тільки подають сигнал, привертаючи увагу персоналу. Винятки становлять системи електропостачання гірських підприємств, де на вимогу техніки безпеки захист виконують з дією на відключення.

Іноді в експлуатації виникають ненормальні режими, викликані перевантаженням устаткування або зовнішніми короткими замиканнями, що виникають в інших елементах. При цьому по непошкодженному устаткуванню проходять значні струми (надструми), які приводять до передчасного старіння ізоляції, зносу устаткування. Надструми, викликані зовнішніми короткими замиканнями, усуваються після відключення пошкодженого елемента власним захистом. Від надструмів перевантаження на відповідному устаткуванні повинен передбачатися захист, що діє на сигнал. При цьому оперативний персонал вживає заходи до розвантаження устаткування або до його відключення. За відсутності постійного чергового персоналу захист повинен діяти на автоматичне розвантаження або відключення.

Своєрідним ненормальним режимом є режим гойдань паралельно працюючих синхронних електричних машин, що виникає унаслідок коротких замикань, що приводять до гальмування одних і прискорення інших синхронних машин. Гойдання супроводжуються підвищенням струму і зниженням напруги, зміни діючих значень яких мають пульсуючий характер. При цьому пристрої релейного захисту не повинні діяти на відключення. Для відновлення нормального режиму іноді передбачається спеціальна протиаварійна автоматика (ПА), яка при виникненні гойдань і можливого порушенні стійкості роботи здійснює ділення системи в певних вузлах на несинхронні працюючі частини. З цього виходить, що одного релейного захисту недостатньо для забезпечення надійності і безперебійності електропостачання.

Досвід експлуатації повітряних ліній електропередачі показує, що більшість пошкоджень після швидкого відключення ліній релейним захистом самоусувається, а лінія, включена повторно, залишається в роботі, продовжуючи забезпечувати електропостачання. Повторне включення виконується пристроєм автоматичного повторного включення (ПАПВ).

Пошкодження одного з елементів системи електропостачання і його відключення, як правило, відображаються на роботі всієї системи. Наприклад, відключення частини споживачів приводить до надлишку електроенергії, що виробляється, і, як наслідок, часто до неприпустимих підвищень частоти і діючого значення напруги. Крім того, при відключенні потужного генератора з'являється дефіцит електроенергії, що може привести до зниження частоти і діючого значення напруги, розладу роботи споживачів, виходу з синхронізму генераторів і порушення стійкості роботи всієї енергосистеми.

Небажані процеси протікають так швидко, що оперативний персонал не в змозі запобігти їх розвитку і з необхідною швидкістю відновити нормальний режим. Якщо всі генератори системи завантажені активною потужністю повністю, то відновити частоту можна тільки шляхом відключення частини найменше відповідальних споживачів за допомогою пристрою автоматичного частотного розвантаження (ПАЧР).

Пристрої автоматичного регулювання. За наявності резерву активної потужності частота в системі підтримується на необхідному рівні автоматично за допомогою автоматичних регуляторів частоти обертання синхронних генераторів шляхом дії на регулюючі клапани турбін.

Всі електроприймачі розраховують на певну [напругу](#), при якій вони мають якнайкращі техніко-економічні показники роботи. Зниження напруги порушує умови їх нормальної роботи.

Напругу в системі електропостачання можна відновити шляхом зміни ЕРС синхронних генераторів і за допомогою інших джерел реактивної потужності. Для підтримки напруги застосовуються пристрої автоматичного регулювання збудження синхронних генераторів (ПАРЗ).

Напругою в системі електропостачання можна також управляти шляхом автоматичної зміни реактивної потужності, що виробляється компенсуючими пристроями: безперервно-синхронними компенсаторами і синхронними електродвигунами (зміною їх збудження ПАРЗ), що перезбуджують, і дискретно (ступінчасто) –компенсуючими конденсаторними установками (зміною числа включених секцій конденсаторів автоматичними пристроями управління компенсуючими установками). Широко застосовуються також пристрої автоматичного регулювання коефіцієнтів трансформації [трансформаторів](#) з ПРПН (пристроями регулювання під навантаженням). У системах електропостачання синхронні генератори звичайно працюють паралельно. Включення їх на паралельну роботу допускається тільки при виконанні певних умов, при цьому процес включення називається синхронізацією. Його можна повністю автоматизувати. Для цієї мети використовують автоматичні синхронізатори, які не тільки вибирають момент включення генератора, але і регулюють його [напругу](#) і частоту обертання в процесі синхронізації.

2. Призначення та класифікація станцій керування, щитів і пультів керування.

Автоматичні вимикачі (АВ) призначені для захисту електричних мереж від короткого замикання, зміни напруги, перевантажень та інших порушень режиму роботи мережі, а також для ручного вимикання та включення ліній та споживачів електроенергії. Автоматичні вимикачі відносяться до захисних [пристроїв](#) багаторазової дії.

Вмикається лінія автоматичним вимикачем вручну, а вимикається як вручну так і автоматично в результаті спрацювання змонтованого в корпусі роз'єднувача.

Конструктивно він виконаний в вигляді блока, який вмонтовано в корпус вимикача та призначений для відімкнення вимикача під дією струму, що перевищує струм настройки. Швидкість автоматичного відімкнення залежить від конструкції роз'єднувача.

Головними завданнями (АВ) є:

- забезпечення (не перегріваючись і не окислюючись) тривалого термічного режиму роботи, при номінальній силі струму;

- не руйнуючись, відключати лінію при струмах КЗ.

Конструктивно в залежності від видів роз'єднувачів автомати поділяються на:

- автомати з тепловими роз'єднувачами (Т) – призначені для захисту від перевантажень;
- автомати з комбінованим роз'єднувачем (МТ).

В квартирних електричних мережах найбільш часто застосовуються:

- різьбові АВ типу ПАР на 6,3 А; 10 А; 16 А і 250 В (рис. 1);
- АВ типу АЕ10 на 16 А; 25 А і 250 В (рис. 2).



Рис. 1. Загальний вигляд автоматичного різьбового запобіжник типу ПАР-6.3

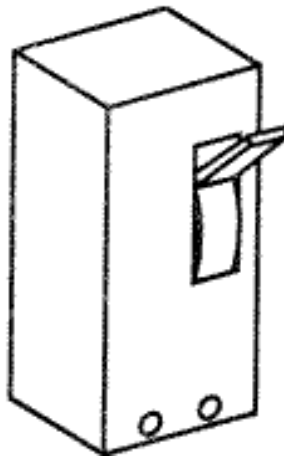


Рис. 2. Автоматичний вимикач типу AE10

Для захисту ділянок мереж житлових та громадських будівель призначені вимикачі серії AE1000 (рис. 3).

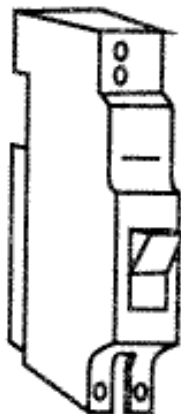


Рис. 3. Однофазний автоматичний вимикач типу AE1000

Для захисту електричних установок від перенавантажень і струмів КЗ, а також для комутацій силових електричних ланцюгів застосовуються АВ серії А3100.

Принципові і монтажні електричні схеми пристроїв автоматичного керування, захисту і сигналізації.

Розглянемо детально принцип дії АВ серії ПАР. Коли АВ ввімкнений, кнопка для його включення утоплена.

Перший етап - робота в штатному режимі мережі. ПАР включена (рис. 4). Струм проходить від центрального контакту через нерухомі контакти, сполучені контактним містком, біметалічну пластину (або через провід, навитий на неї, залежно від конструкції), гнучкий [провідник](#) і обмотку електромагніту до гільзи. Під дією струму навантаження біметалічна пластина нагрівається і дещо згинається, а в електромагніті виникають механічні зусилля, які тягнуть сердечник вниз, всередину електромагніту. Проте поки сила протікаючого струму не перевершує допустиму, ні вигинання біметала, ні зусилля електромагніту не можуть змінити положення деталей автоматичного вимикача, і він залишається включеним.

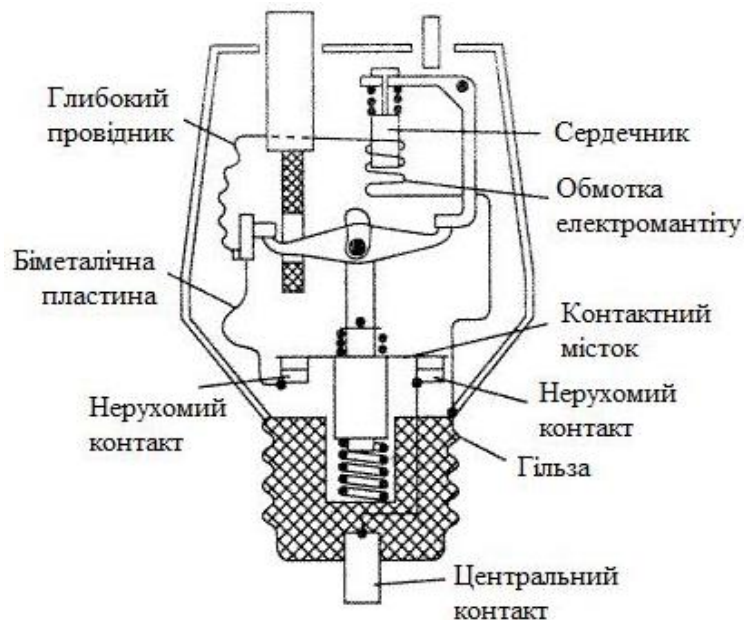


Рис. 4. Робота ПАР в штатному режимі

Другий етап - робота при значному перевантаженні мережі. При виникненні значного перевантаження, що довго продовжується:

- біметалічна пластина встигає сильно зігнутися. Вигин відбувається тим швидше, чим перевантаження більше;
 - штифт, пов'язаний з пластиною, переміщається вліво і переходить в положення, зображене на рис. 5;
 - важіль зіскакує з штифта;
 - пружина виштовхує вгору циліндрову деталь;
 - важіль повертається навколо осі O і, завдяки цьому, ПАР відключається.
- Вісь при цьому переміщається вгору по направляючих пазах.

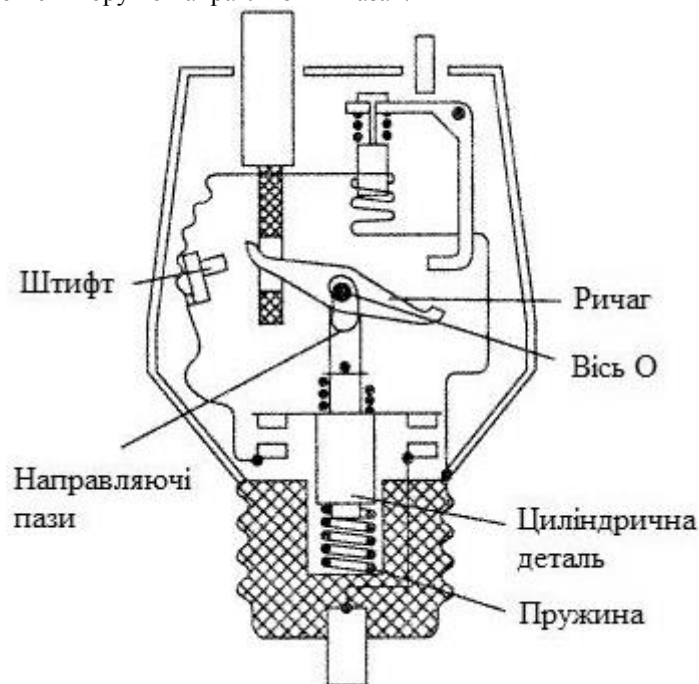


Рис. 5. Робота ПАР при значному навантаженні

Третій етап - відновлення температурного режиму автомата.

Через декілька хвилин біметалічна пластинка охолоджується, після чого автоматичний вимикач може бути знов включений. Якщо до цього часу причина перевантаження вже усунена, то автоматичний вимикач може бути включений і працювати не в штатному режимі. Якщо перевантаження не усунене, він через деякий час знову відключиться.

Четвертий етап - ручне включення після відновлення. Автоматичний вимикач включається кнопкою. При цьому важіль обернеться навколо осі O і займе положення, показане на рис. 4. Контакти замкнуться, і механізм у включеному положенні буде зафіксований завдяки тому, що лівий кінець важеля утримуватиметься штифтом, а правий - клямкою.

П'ятий етап - робота при короткому замиканні в мережі. Якщо струм в мережі різко і значно зростає:

- сердечник миттєво втягується вниз (рис. 6);

- клямка повертається навколо осі О, і звільняє важіль;
- в результаті цього автоматичний вимикач відключається.

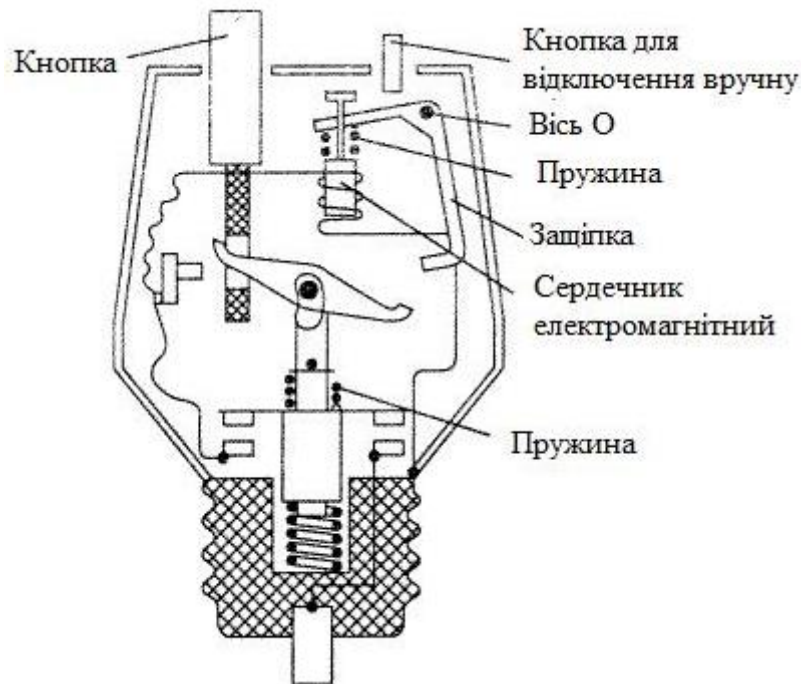


Рис. 6. Робота ПАР при короткому замиканні в мережі

Описане вище миттєве відключення називається відсіченням. При подальшому включенні ПАР, якщо пошкодження в мережі не усунене (наприклад, торкаються один одного оголені проводи), ПАР негайно відключається, незалежно від того, скільки часу натиснута кнопка включення, і повторно включитися не зможе. Ця обов'язкова вимога до автоматичних вимикачів (при натисненні кнопки включається у разі пошкодженої мережі тільки 1 раз) забезпечується так званим вільним розчіпленням. Щоб повторно включити автомат, треба провести наступну дію, в нашому прикладі відпустити кнопку, а потім ще раз її натиснути.

Шостий етап - відключення вручну. Проводиться натисненням кнопки для ручного відключення:

- кнопка натискає на клямку;
- процес відключення відбувається так само, як при автоматичному відключенні.

Пружина визначає необхідне положення клямки і сердечника електромагніту. Пружина створює контактне натиснення.

3. Особливості монтажу апаратів автоматики, захисту, сигналізації, диференціальних автоматичних вимикачів, магнітних пускачів, контакторів, реле, командоапаратів, сигнальної арматури, пускових і регулювальних опорів.

Сучасні АВ серії ВА (рис. 7) призначені для застосування в електричних мережах змінного струму. Вони забезпечують захист мереж від перенавантажень та від стумів КЗ, а також служать для оперативних перемикачів електричних мереж. Конструктивно випускаються в одно-, дво-, трьох-, чотирьохполюсному виконанні. Мають два типи захисту: теплову, виконану на біметалевій пластині та призначену для захисту від тривалих струмових перенавантажень; динамічну, виконану на електромагнітній котушці та призначену для захисту від струмів КЗ.

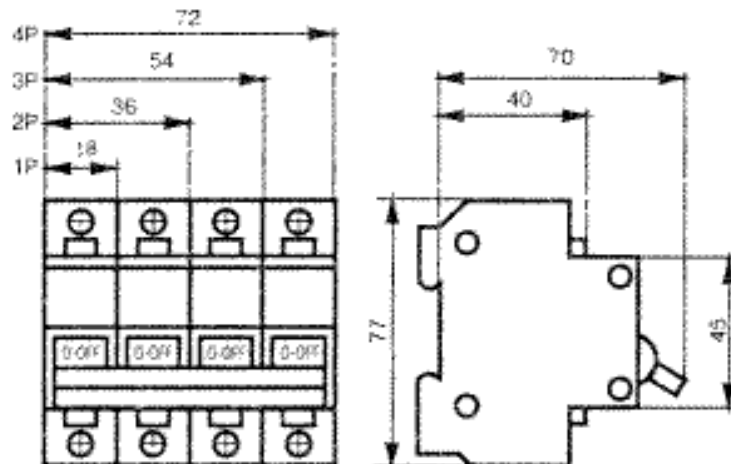
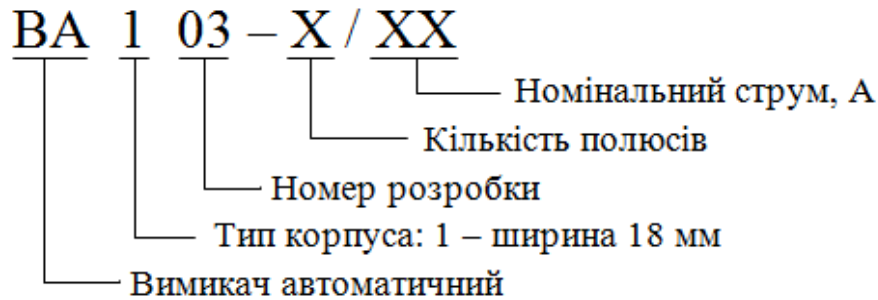


Рис. 7. Вимикач автоматичний ВА101, ВА103

Структура умовних позначень АВ серії ВА представлена нижче на схемі.



Монтуються АВ серії ВА на рейку DIN 35×7,5 мм (рис. 8). Перед встановленням АВ його необхідно перевірити на відсутність зовнішніх пошкоджень та на справність роботи механізму (зробити декілька ввімкнень та вимкнень).

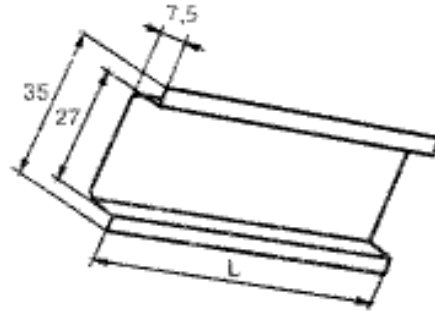


Рис. 8. DIN-рейка

Для під'єднання необхідно використовувати мідні проводи або мідні з'єднувальні шини. Підвід [напруги](#) до виводів вимикача від джерела живлення відбувається на зі сторони виводів 1, 3, 5, 7. Встановлюються вимикачі на DIN-рейку за допомогою спеціальних замків на корпусі. Монтаж дозволяється здійснювати без проміжків між вимикачами.

За призначенням електрощити і пульти управління можуть бути:

- оперативні, з яких ведеться управління і контроль технологічного процесу;
- неоперативні, призначені тільки для установки апаратів, приладів і [пристроїв](#), що не використовуються безпосередньо для управління і спостереження за технологічним процесом;
- комбіновані, які можуть виконувати як оперативні, так і неоперативні функції.

По конструктивному виконанню електрощити можуть бути:

- зовнішньої або внутрішньої установки;
- підлогові і навісні;
- металеві і пластмасові;
- шафові одно-, двух- і багатосекційні;
- з передньою, задньою і двосторонніми дверима.

Для сучасних систем автоматизації, враховуючи застосування мікроконтролерів, вся апаратура управління може бути розміщена в навісних односторонніх малогабаритних шафах, а неоперативна апаратура - в пластмасових модульних щитках.

Для [монтажу](#) щитів і пультів управління необхідно мати монтажну схему, ескізне креслення загального вигляду з переліком всіх елементів, включаючи монтажні аксесуари.

При компоновці засобів автоматизації на щитах і пультах необхідно враховувати:

- призначення і кількість приладів і [пристроїв](#);
- зручність монтажу і експлуатації;
- естетичні аспекти зовнішнього вигляду;
- безпека обслуговування.

Практично всі сучасні апарати і пристрої призначені для установки на DIN-рейку, яка кріпитися на задню стінку шафи, спеціальну монтажну панель або за стійки на бічних стінках шафи. Таке кріплення достатньо надійне і дозволяє швидко і легко провести установку або демонтаж апарату.

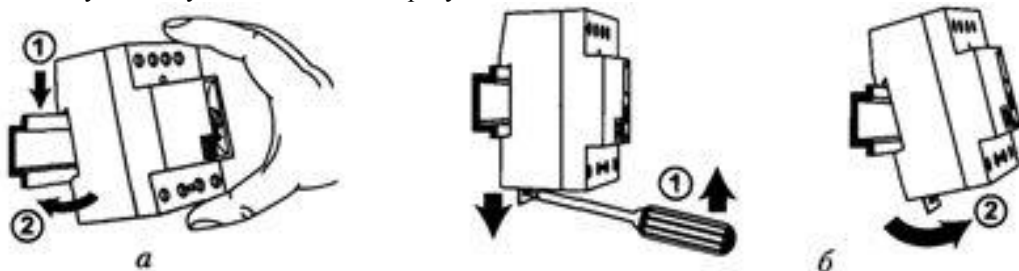


Рис. 9. DIN-рейка і установка на ній електричного апарату: а - монтаж; б – демонтаж

Конфігурація і розміри DIN-рейок приведені в стандарті IEC 60947-7-2.

Звичайно в шафі на DIN-рейки встановлюють також сполучні клеми, об'єднані по типорозмірам залежно від перетину проводів, що підключаються. Вони призначені як для підключення зовнішніх проводів, так і для з'єднання апаратів, розташованих на різних панелях шафи (наприклад, на дверях).

Номенклатура клемних з'єднань, що випускаються, дуже обширна як по конструктивному виконанню (гвинтові, пружинні, для швидкого монтажу, одно- і багатоярусні і т. д.), так і по електричних параметрах (затискний перетин від 0,14 до 240 мм², [струм](#) до 400 А і напруга до 1000 В).

На рис. 10 приведені найбільш поширені клеми, що кріпляться на будь-яку конфігурацію DIN-рейки: гвинтові (а), пружинні (б), для швидкого монтажу (в) і гвинтові для заземлення, забарвлені в жовто-зелений колір (г), які використовуються для підключення захисних нульових провідників РЕ.

Якщо в проекті не передбачені окремі пульти управління, то на фронтальних панелях або передніх дверях шаф управління компонується:

- вимірювальні і регулюючі прилади;
- світлосигнальна апаратура;
- апаратура оперативного призначення (кнопки, перемикачі і т. п.);
- мнемосхеми.

Перераховані апарати компонуються функціональними групами звичайно у порядку ходу технологічного процесу.

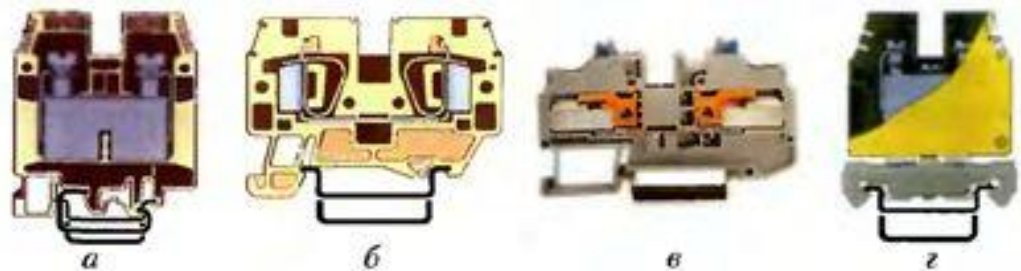


Рис. 10. Типи клемних з'єднань: а - гвинтові; б - пружинні; в - для швидкого з'єднання; г - гвинтові для заземлення

Для шаф управління підлогового виконання рекомендована висота установки апаратури, що керує, складає (у мм від підлоги до нижнього краю приладу):

- показуючі прилади і сигнальна апаратура: 950-1800;
- самописні і реєструючі прилади: 110-1700;
- оперативна апаратура управління: 800-1600;
- мнемосхеми: 1000-1900.

Перевага віддається нижній межі. Цих же значень необхідно дотримуватися при [монтажі](#) навісних шаф управління безпосередньо на об'єкті.

З'єднання апаратів і приладів між собою проводиться відповідно до схеми з'єднань. Згідно СНиП 3.05.07-85 приєднання однопровідних мідних жил проводів і кабелів перетином 0,5 і 0,75 мм² і багатопровідних мідних жил перетином 0,35, 0,5 і 0,75 мм² до приладів і апаратів, складкам затисків повинно, як правило, виконуватися паянням, якщо конструкція їх виходів дозволяє це здійснити. Якщо мідні жили вказаних перетинів кріпляться до апаратів, що мають виходи для під'єднування під гвинт або болт, то жили цих проводів і кабелів повинні кінцюватися наконечником.

На рис. 11 показані різні види кабельних наконечників, вибрані залежно від конструкції виходу під'єднуваного апарату, і інструмент для обтискання наконечників.



Рис. 11. Конструкції кабельних наконечників і інструмент для їх обтискання: а - кільцеві; б – вилкові; в - для швидкого з'єднання; г - силові; д - трубчасті; е - інструмент для обтискання

Однопровідні мідні жили проводів і кабелів перетином 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 мм² можуть приєднуватися безпосередньо під гвинт або болт, а багатожильні проводи таких же або більших перетинів - за допомогою наконечників.

Кожен кінець проводу або жили кабелю на місці приєднання до апарату або [пристрою](#) повинен бути пронумерований номером електричного ланцюга відповідно до монтажної схеми.

Найпростішим методом маркування є нанесення номера маркером (спеціальним фломастером) на відрізок ПВХ-трубки, яка надягається на кінець проводу перед його приєднанням до апарату.

Прогресивнішим методом є використання утримувача, який зашпикується на підключеному проводі і в який вставляється шильдик з нанесеним позначенням електричного ланцюга (рис. 12, а). На цьому ж рисунку (рис. 12, б) показані маркувальні кільця, що дозволяють провести стандартне або індивідуальне маркування клем в ряду.



Рис. 12. Сучасні способи маркування електричних ланцюгів при монтажі: а - за допомогою зашпикуваного утримувача; б - за допомогою маркувальних кілець

Раніше з'єднувальні проводи групувалися в джгути за допомогою сурових ниток і інших стрічкових ізоляційних матеріалів. Така технологія була дуже трудомісткою, неестетичною і викликала незручності при наладці і ремонті (щоб замінити провід, необхідно було розрізати весь джгут).

Перераховані недоліки повністю виключаються при використанні перфорованих коробів (рис. 13, а), що встановлюються по периметру монтажної площини і між рядами приладів. В цьому випадку монтаж проводиться без викладення проводів, а після його завершення коробка закривається кришками, що виглядає всередині шафи естетичнішим. Для об'єднання проводів міжпанельного гнучкого з'єднання (наприклад, між внутрішньою панеллю шафи і апаратурою на дверях) використовується спіральна трубка (рис. 13, б).



Рис. 13. Монтажні аксесуари, які використовуються при монтажі шаф і пультів: а - перфорований короб; б - спіральна трубка; в - ущільнювач; г - кабельний наконечник

Залежно від місця установки і відповідного йому ступеня захисту (IP) шафи і щити автоматики повинні бути укомплектовані відповідними пристроями відповідних типів.

Так, для звичайних приміщень достатня установка на вивідній стороні шафи гумового ущільнювача (рис. 13, в), в якому вирізується отвір під трубу, що підводиться, з мінусовим допуском. Для важчих умов роботи застосовуються спеціальні кабельні наконечники (рис. 13, г). Цим же умовам повинна відповідати і вся конструкція шафи по ступеню захисту IP.

На рис. 14 показані загальні види щитів управління системою вентиляції і кондиціонування повітря (із знятими дверима).



Рис. 14. Загальний вид щитів управління системою вентиляції і кондиціонування повітря

Щити і пульти встановлюються на об'єкті після закінчення всіх будівельних і основних обробних робіт, будівництва кабельних каналів, отворів для введення кабелів і труб, фундаментів і заставних металоконструкцій.

Умови монтажу щитів і пультів визначаються проектами, проте існує ряд загальних вимог, які передбачені в СНІП 3.05.07-85:

- повногабаритні шафові і панельні щити встановлюються тільки на опорних сталевих рамах або на бетонній (цегляній) основі;

- малогабаритні шафові щити і модульні щитки монтуються на колонах, стінах, в отворах і інших будівельних конструкціях (навісний монтаж) або на підлозі, кріплення здійснюється за допомогою болтів, отвори під які розташовані на задній стінці шафи;
- просторове положення щитів і шаф повинне бути чітко вертикальним і горизонтальним;
- за наявності вібрацій в місці установки щитів і пультів повинні застосовуватися спеціальні амортизуючі пристрої;
- підлоги в приміщенні, де розташовані щити і пульти не повинні бути електропровідними;
- введення електричних проводок в щити і пульти здійснюються, як правило, знизу через гумові ущільнення;
- корпуси металевих щитів і пультів підлягають обов'язковому заземленню.

План

1. Визначення поняття повітряної лінії (ПЛ).
2. Класифікація ліній за призначенням, класом напруги.
3. Основні конструктивні елементи ПЛ.
4. Техніка, пристрої та інструмент, що використовують під час монтажу ПЛ, вимоги до них.

1. Визначення поняття повітряної лінії (ПЛ).

Повітряною лінією (ПЛ) називається пристрій для передачі і розподілу електричної енергії по проводах, розташованих на відкритому повітрі і прикріпленим за допомогою ізоляторів і арматури до опор, або кронштейнів і стійок до інженерних споруд (мостів, шляхопроводів і т.п.).

До складу ПЛ входять:

- | | |
|--------------|-----------------------|
| - проводи; | - грозозахисні троси; |
| - траверси; | - розрядники; |
| - ізолятори; | - заземлення; |
| - арматура; | - фундаменти. |
| - опори; | |

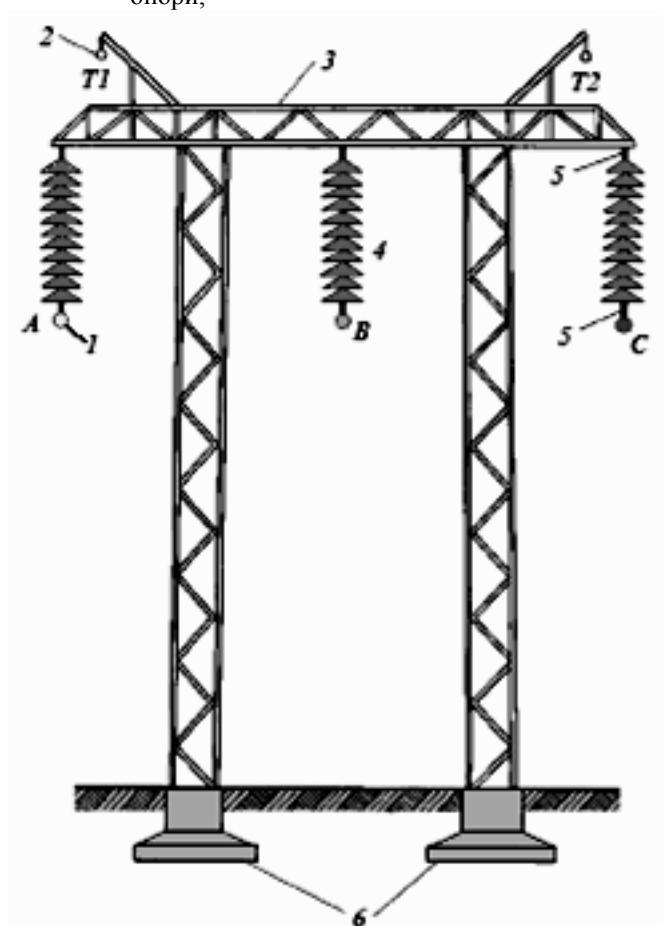


Рис. 1. Конструктивні елементи ПЛ: 1 – проводи фаз ліній (А, В, С); 2 – захисні троси (Т1, Т2); 3 – опора; 4 – гірлянда ізоляторів; 5 – елементи арматури; 6 фундаменти.

Конструкція ПЛ її проектування та будівництво регламентується ПУЕ і СНиП 3.05.06-85.

ПЛ класифікують:

- по роду струму:

- ПЛ змінного струму (0,4; 6; 10; 35; 110; 220; 330; 500; 750; 1150 кВ)
- ПЛ постійного струму (400; 800 кВ)

- по призначенню:

- наддалекі (ПЛ напругою 500 і більше кВ, для зв'язку окремих енергосистем)
- магістральні (ПЛ напругою 220, 330 кВ, для передачі енергії від потужних електростанцій, а також для зв'язку енергосистем)

- розподільчі (ПЛ напругою 35; 110 кВ, для [електропостачання](#) підприємств та великих міст, районів, з'єднують розподільчі пункти із споживачами)
 - ПЛ напругою 0,4; 6; 10 кВ служать для подачі електроенергії споживачам.
- по напрузі:
- ПЛ ультрависокого класу напруги (750 кВ і більше)
 - ПЛ надвисокого класу напруги (330-500 кВ)
 - ПЛ високого класу напруги (110-220 кВ)
 - ПЛ середнього класу напруги (1-35 кВ)
 - ПЛ низького класу напруги (до 1 кВ)

2. Класифікація ліній за призначенням, класом напруги.

Класифікація

Повітряні лінії за напругою розрізняють:

- повітряні лінії електропередач напругою до 1 кВ;
- повітряні лінії електропередач [напругою](#) вище 1 кВ до 750 кВ; за призначенням:
- лінії електричної енергії;
- лінії зв'язку;
- лінії радіотрансляційних мереж;
- лінії кабельного телебачення.

Режими для розрахунків механічної частини ПЛ:

- повітряні лінії до 1 кВ:
- нормальний режим ~ режим з необірваними проводами;
- аварійний режим - режим з обірваними проводами;
- монтажний режим - режим в умовах монтажу опор і проводів; повітряні лінії вище 1 кВ:
- нормальний режим - режим за умови необірваних проводів, тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;
- аварійний режим - режим, за умови, обірваних одного чи кількох проводів або тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;
- монтажний режим - режим в умовах монтажу опор, проводів і тросів.

3. Основні конструктивні елементи [ПЛ](#).

Основними конструктивними елементами повітряних ліній є [15, 16, 42,53,56];

- проводи;
- ізолятори;
- арматура;
- опори, кронштейни, стояки будівель та інженерних споруд;
- фундаменти;

1.2 Проводи

Основні види проводів за матеріалом проводу є :

- алюмінієві (А) або нетермооброблений алюмінієвий сплав (АВЕ(АН));
- сталюалюмінієві (АС) або термооброблений алюмінієвий сплав (АВЕ(АЖ));
- мідні (М);
- сталі (Є);
- біметалічні.

Розташування проводів на опорах ПЛ до 1 кВ

На опорах допускається будь-яке розташування ізольованих і неізольованих проводів лінії електропередач незалежно від кліматичних умов, РЕН (РЕ) - [провідник](#) ПЛ з неізольованими проводами необхідно розташовувати нижче фазних проводів.

Неізольовані проводи зовнішнього освітлення на опорах ПЛ повинні розташовуватися, як правило, над РЕН (РЕ) - провідником, а ізольовані проводи на опорах ПЛ можуть розташовуватися вище або нижче СП, а також бути додатковими жилами в джгуті СП.

Розташування проводів і тросів та відстані між ними на ПЛ вище 1 кВ

Проводи на опорах ПЛ можна розташовувати горизонтально, вертикально або змішано. На ПЛ 35-110 кВ (крім ПЛЗ) з розташуванням проводів у кілька ярусів надається перевага схемі зі зміщенням проводів суміжних ярусів по горизонталі; в 4-6-му районах за ожеледдю та для ліній напругою понад 330 кВ фази рекомендується розміщувати горизонтально або за трикутником у разі розташування середньої фази вище або нижче від крайніх.

Ізолятори і арматура

На ПЛІ 20 кВ і нижче слід застосовувати:

- на проміжних опорах - будь-які типи ізоляторів;

На опорах анкерного типу - підвісні ізолятори.

На ПЛІ 35 кВ слід застосовувати підвісні або стрижневі ізолятори.

Вибір типу і матеріалу (скло, фарфор, полімерні матеріали) ізоляторів здійснюється з урахуванням кліматичних умов (температури та зволоження) і умов забруднення. Арматура, кронштейни визначаються згідно з проектом для конкретних умов.

Фундаменти

Для опор, котрі встановлюються у заплаві рік, а також для спеціальних опор споруджують фундаменти.

Фундамент - це конструкція, яка встановлюється в ґрунті і приймає на себе масу опори з ізоляторами і проводами, а також навантаження від впливу ожеледиці і вітру. Конструкція фундаменту визначається у проекті залежно від характеру ґрунту, типу опори і кліматичних умов. Дерев'яні і одностопні вільностоячі залізобетонні опори встановлюються в ґрунт без фундаменту.

4. Техніка, пристрої та інструмент, що використовують під час [монтажу](#) ПЛ, вимоги до них.

Типи опор

Для спорудження ліній електропередач [напругою](#) до 1 кВ можуть застосовуватися залізобетонні, дерев'яні, дерев'яні із залізобетонними приставками і металеві опори. Для спорудження ліній слід застосовувати такі типи опор:

- **проміжні опори**, які встановлюються на прямих ділянках траси; ці опори в нормальному режимі роботи не сприймають зусиль, спрямованих уздовж лінії;
- **анкерні опори**, які встановлюються для обмеження анкерного прогону, а також у місцях зміни кількості, марок і перерізу проводів. Ці опори повинні сприймати в нормальному режимі роботи зусилля від різниці натягу проводів, спрямованого вздовж лінії;
- **кутові опори**, які встановлюються в місцях зміни напрямку траси лінії. Ці опори в нормальному режимі роботи повинні сприймати сумарне навантаження від натягу проводів суміжних прогонів. Куткові опори можуть бути проміжного та анкерного типів;
- **кінцеві опори**, які встановлюються на початку і в кінці лінії, а також у місцях кабельних вставок. Ці опори є опорами анкерного типу і повинні сприймати в нормальному режимі роботи односторонній натяг усіх проводів;

- **відгалужувальні опори**, на яких здійснюються відгалуження від лінії;

- **перехресні опори**, на яких здійснюється перетин ліній двох напрямків.

Відгалужувальні і перехресні опори можуть бути всіх зазначених вище типів.

Конструкція опор повинна забезпечувати можливість встановлення:

- ліхтарів вуличного освітлення всіх типів;
- кінцевих кабельних муфт;
- секціонувальних і комутаційних апаратів;
- шаф і щитків для приєднання електроприймачів.

Крім того, усі типи опор за конструкцією повинні допускати можливість здійснення одно- і трифазних відгалужень до введів у будівлі (споруди) довжиною до 25 м. Опори незалежно від їх типу можуть бути вільностоячими, з підкосами або відтяжками. Відтяжки опор повинні прикріплюватися до анкерів, установлених у землі, або до кам'яних, цегельних, залізобетонних і металевих елементів будівель і споруд. Вони можуть бути одно- або багатродстовими. Переріз відтяжок визначається розрахунком. Переріз однодротових сталевих відтяжок повинен бути не менше ніж 25 мм².

Опори повинні розраховуватися за методом граничних станів відповідно до чинних державних стандартів і норм для умов нормального режиму роботи лінії і кліматичних умов відповідно до вимог.

План

1. Кабельна продукція, монтажні вироби і матеріали.
2. Технічні умови на монтаж.
3. Прокладання кабелів у траншеях.
4. Прокладка кабелів в каналах, тунелях, естакадах.
5. З'єднання кабелів за допомогою муфт.
6. Випробування кабельних ліній і приймання виконаних робіт.

1. Кабельна продукція, монтажні вироби і матеріали

Кабельна лінія електропередачі (КЛ) лінія для передачі електроенергії, яка складається з кабеля (одного чи декількох), муфт (з'єднувальних, стопорних, кінцевих) та кріпильних деталей, а для мастилонаповнених ліній, крім того живильних апаратів з системою сигналізації тиску мастила.

Споруда, спеціально призначена для розміщення в ній кабелів, кабельних муфт і іншого устаткування, називається кабельною спорудою. До неї відносяться кабельні тунелі, канали, блоки, подвійні підлоги, кабельні естакади, галереї, камери.

Кабельні лінії по умовам прокладки поділяють на:

- підземні;
- підводні;
- для кабельних споруд (кабелів, тунелів, естакад), виробничих приміщень.

Кабель – одна або декілька ізолюваних одна від одної жил укладених в оболонку. Крім жил та ізоляції до складу кабелю можуть входити і інші конструктивні елементи.

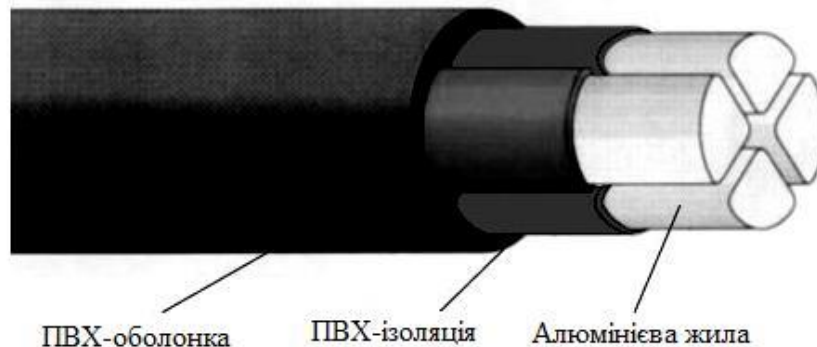


Рис. 1. Типова конструкція силового кабелю на напругу до 1 кВ

Кабелі класифікують по багатьом критеріям. Ряд з яких приведено нижче:

- за призначенням;
- по типу ізоляції і оболонки;
- по типу і наявності екрана;
- по кількості жил;
- по матеріалу жил;
- по номінальній напрузі.

За призначенням кабелі підрозділяють на силові і контрольні. Силові кабелі призначені для передачі і розподілу електричної енергії до різних струмоприймачів і РП, контрольні - для приєднання до електричних приладів, апаратів (у мережах управління, сигналізації і автоматизації).

По типу ізоляції і оболонки кабелі підрозділяють на наступні групи: з просоченою паперовою ізоляцією в металевій оболонці; з паперовою ізоляцією, просоченою нестікаючим складом, в металевій оболонці; з пластмасовою ізоляцією в пластмасовій або металевій оболонці; з гумовою ізоляцією в пластмасовій, гумовій або металевій оболонці.

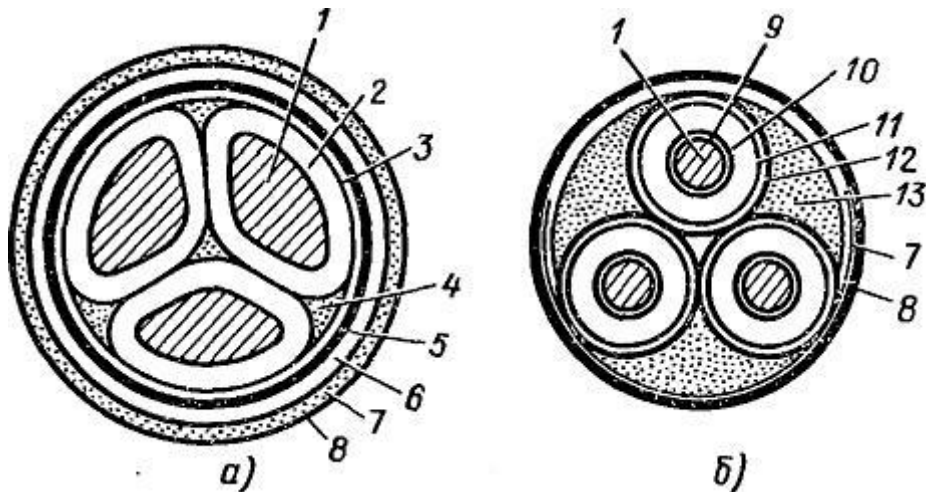


Рис. 2. Конструкції трижильних електричних кабелів:

а - з поясною ізоляцією, б - з окремо свинцьованими жилами; 1 - жила, 2 - ізоляція жили, 3 - поясна ізоляція, 4 - міжфазні заповнення, 5 - свинцева або алюмінієва оболонка, 6 - подушка під бронею, 7 - броня, 8 - зовнішній захисний покрив, 9, 11 - екрани з напівпровідного паперу, 10 - паперова ізоляція, 12 - свинцева оболонка, 13 - джутове заповнення

Крім того, кабелі підрозділяють по номінальній напрузі, перетину, числу і матеріалу жил.

Кабелі виготовляють на номінальну напругу 0,66; 1; 3; 6; 10; 20 і 35 кВ і перетинами струмопровідних жил 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800 і 1000 мм². Кабелі і їх конструктивні елементи виготовляють відповідно до діючих нормативних документів.

Струмопровідні жили виготовляють з мідного проводу марок ММ (м'яка) і МТ (тверда) і алюмінієвих марок АМ (м'яка), АПТ (напівтверда), АТ (тверда) і АТП (підвищеної твердості).

Залежно від умов прокладки алюмінієві і мідні жили виготовляють різної гнучкості і ділять на шість класів. У зв'язку з цим жили можуть бути одно- або багатопровідними. Для стаціонарної прокладки застосовують жили I, II і III класу, для рухомої - гнучкіші жили IV, V і VI класи.

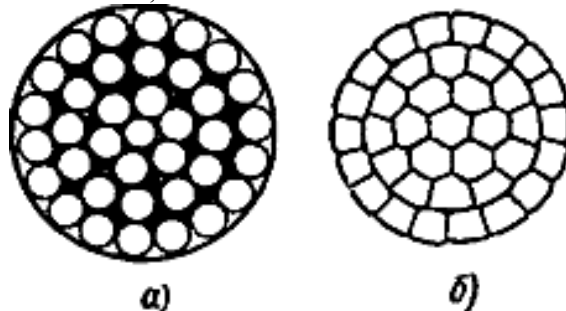


Рис. 3. Кругла струмопровідна жила: а - неущільнена, б - ущільнена

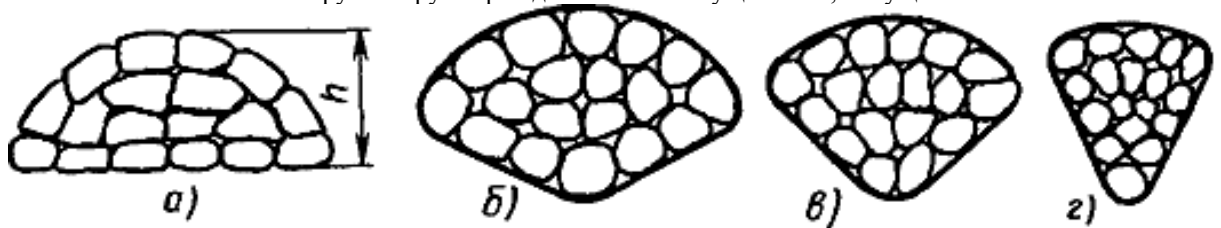


Рис. 4. Ущільнена струмопровідна жила: а - сегментна для двожильного кабелю, б - секторна для трижильного кабелю, в - секторна (робоча) для чотирижильного кабелю, г - секторна (нульова) для чотирижильного кабелю

Для силових кабелів стаціонарної прокладки виготовляють жили круглої (рис. 3) або фасонної (секторної або сегментної) форми (рис. 4).

Застосування секторних і сегментних жил замість круглих приводить до зменшення діаметру кабелю на 20-25 % і відповідно до скорочення витрат матеріалів на ізоляцію, оболонку і захисні покриття. Економія матеріалів також досягається ущільненням жил, яке виконується на спеціальних вальцях. Жили одножильних кабелів всіх перетинів і багатожильних кабелів до 16 мм² виготовляють круглої форми, а жили кабелів з поясною ізоляцією перетином 25 мм² і більш - секторної або сегментної форми.

Застосування однопровідних алюмінієвих жил перетином до 240 мм² зменшує вартість кабелів (виключається скручування окремих проволок), але одночасно збільшує загальну жорсткість кабелів, що створює певні труднощі при їх прокладці, особливо в зимовий час.

Застосування кабелів з мідними жилами значно обмежене і у кожному конкретному випадку вимагає обґрунтування. Для виготовлення струмопровідних жил кабелю в основному застосовують алюміній. Опір алюмінієвого проводу при однаковому перетині в 1,65 рази більше мідного, тому для передачі по кабелю однакової потужності при одній і тій же напрузі перетин алюмінієвої струмопровідної жили слід брати більше за мідну. Крім того, у алюмінієвих струмопровідних жил нижча межа текучості і більша теплоємність в порівнянні з мідними.

Надійна робота кабелю значною мірою залежить від якості ізоляції.

Ізоляція повинна мати таку електричну міцність, щоб можливість електричного пробоя її при напрузі, на яку розрахований кабель, була виключена. Для ізолювання жил кабелів між собою і від зовнішніх металевих оболонок застосовують паперову, пластмасову і гумову ізоляцію.

Паперова просочена ізоляція жил кабелів має високі електричні характеристики, тривалий [термін служби](#), порівняно високу допустиму температуру і невисоку вартість; завдяки цьому вона знаходить найбільше застосування. До недоліків паперової ізоляції слід віднести її гігроскопічність, яка обумовлює необхідність ретельного виготовлення і повної герметичності оболонок і муфт кабелів.

Жили обмотують паперовими непросоченими стрічками. Найбільш поширеним способом накладення стрічок є обмотка із зазором (рис. 5). Наявність зазора між стрічками дозволяє в деяких межах згинати кабель без небезпеки пошкодження паперової ізоляції. Щоб уникнути погіршення електричних характеристик ізоляції зазори між витками сусідніх стрічок, розташованих зверху (по вертикалі), не повинні співпадати.

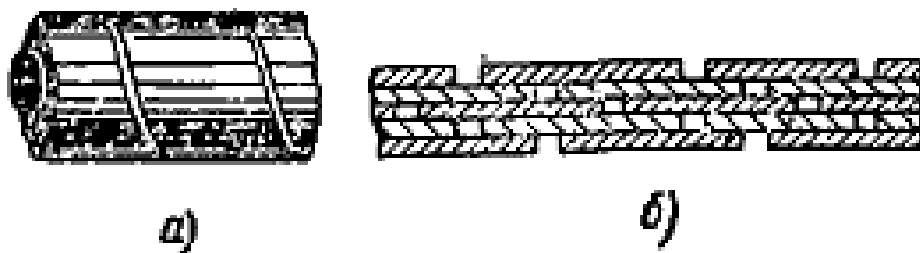


Рис. 5. Обмотка із зазором:

а - положення паперових стрічок і зазорів по периметру, б - нормальне перекриття зазорів паперовими стрічками між витками пролягаючих нижче стрічок

Паперову ізоляцію кабелів спочатку сушать, а потім просочують маслоскляними складами: МП-1 для кабелів напругою 1 - 10 кВ і МП-2 - напругою 20 - 35 кВ.

Просоченням досягають збільшення електричної міцності паперової ізоляції.

Поліетиленова ізоляція має хороші механічні властивості в широкому інтервалі температур, стійка до дії кислот, лугів, вологи. Також у неї високі електроізоляційні характеристики. Залежно від способу отримання і вживаних добавок розрізняють поліетилен низької і високої щільності. Поліетилен високої щільності має більшу в порівнянні з поліетиленом низької щільності температуру плавлення і механічну міцність.

Полівінілхлорид (ПВХ) є твердим продуктом полімеризації, не підтримує горіння. Для підвищення еластичності і морозостійкості ПВХ в нього додають пластифікатори для поліпшення електроізоляційних характеристик - каолін, тальк, карбонат кальцію, для отримання кольорового ПВХ - вводять фарбуючі добавки.

Під впливом температури, сонячної радіації, різних середовищ ПВХ старіє за рахунок випаровування пластифікатора, тобто відбувається зниження еластичності і хлоростійкості.

Гумова ізоляція складається з суміші каучуку (натурального або синтетичного), наповнювача, пом'якшувального засобу, прискорювача вулканізації, фарбника і ін. До переваг гумової ізоляції відносять її гнучкість і практично повну негігроскопічність. До недоліків гумової ізоляції відносять її високу вартість, низьку робочу температуру жили в порівнянні з іншими видами ізоляції. Крім того, у ізоляційних гум спостерігається з часом значне зниження еластичності і інших фізико-механічних властивостей.

Для захисту ізоляції жил від дії світла, вологи, різних хімічних речовин, від механічних пошкоджень кабелі комплектують оболонками.

Кращими матеріалами для оболонок кабелів відносно герметичності і вологонепроникності, гнучкості і теплостійкості є метали (свинець, алюміній).

Кабелі з негігроскопічною (пластмасовою або гумовою) ізоляцією не потребують металевій оболонки, тому їх звичайно виготовляють в пластмасовій або гумовій оболонці. Товщина оболонки нормується і залежить від матеріалу, з якого вона виготовлена, діаметру кабелю і умов експлуатації.

Подушка кабелю є концентричними шарами волокнистих матеріалів і бітумного складу або бітуму поверх оболонки. Вона призначена для оберігання оболонок кабелю від пошкодження стрічками або проволочками броні і захисту її від корозії.

Броня служить для захисту кабелів від механічних пошкоджень. Для кабелів, що не піддаються в процесі експлуатації розтягуючим зусиллям, застосовують стрічкову броню. Вона складається з двох сталевих стрічок товщиною від 0,3 до 0,8 мм (залежно від діаметру кабелю по оболонці) і накладається так, щоб верхня стрічка перекривала зазори витками нижньої стрічки. Для кабелів, що піддаються розтягуючим зусиллям, застосовують броню із сталевих оцинкованих плоских або круглих проволоч. Товщина броні із сталевих оцинкованих плоских проволоч складає 1,5-1,7 мм, а діаметр круглих - 4-6 мм.

Ізольовані жили скручують в кабель, при цьому допускається заповнювати проміжки гумовими джгутами, кабелюною непросоченою пряжею або штапельною склопряжею. Крім того, застосовують паралельне укладання жил перетином до 16 мм² в двожильних кабелях. Залежно від умов експлуатації застосовують броньовані кабелі із захисними покриттями або без них.

Контрольні кабелі з гумовою і пластмасовою ізоляцією виготовляють на змінну напругу до 660 В, частотою до 100 Гц або постійну напругу до 1000 В з кількістю жил від 4 до 61 і перетином від 0,75 до 10 мм².

У умовному позначенні кабелів на початку маркування ставиться буква К, наприклад: КРВБГ 10×1,5 (контрольний, гумова ізоляція, ПВХ оболонка, броньований, без зовнішнього захисного покриття, десять жил перетином 1,5 мм²). Ізольовані жили скручують окремими витками.

2. Технічні умови на монтаж

Кабельні лінії прокладають так, щоб виключити можливість появи небезпечних механічних напруг і пошкоджень в процесі експлуатації.

Кабелі прокладають з невеликим запасом (1-2%) на випадок можливих зсувів ґрунту і температурних деформацій самого кабелю. У траншеях і на суцільних поверхнях усередині будівель і споруд запас створюють за рахунок хвилеподібного укладання кабелю, а по кабельних конструкціях запас здійснюється за рахунок стріли провисання. Створення запасу кабелю за рахунок кілець не допускається.

Кабелі що прокладаються горизонтально по конструкціям, стінам і т.д. міцно закріплюють в кінцевих точках, у кінцевих муфт, а на поворотах траси, з обох боків вигинів і у сполучних муфтах. На вертикальних ділянках кабелі закріплюють на кожній кабельній конструкції. У місці жорсткого закріплення неброньованих кабелів на конструкціях застосовують прокладки з листової гуми або листового полівінілхлориду або іншого еластичного матеріалу.

Усередині приміщень і назовні в місцях, доступних для некваліфікованого персоналу, а також де можливо пересування транспорту, вантажів і механізмів, кабелі захищають шляхом прокладання їх на висоті не нижче 2 м від підлоги або на глибині 0,3 м в землі.

Монтаж кабельних ліній ведуть в два етапи. На першому етапі усередині будівель і споруд встановлюють опорні конструкції для прокладки кабелів. На другому етапі прокладають кабелі і підключають їх до виводів електроустановки.

Видаливши зовнішню обшивку барабана, оцінюють стан зовнішніх витків кабелю, звертають увагу на оболонку і захисний покрив, на відсутність підтікання просочуючого складу, на проколи, раковини, обриви, зсуви і зазори між витками бронестрічок.

Зовнішні витки кабелю з пошкодженнями видаляють, а його ізоляцію випробовують підвищеною напругою. Паперову ізоляцію перевіряють на відсутність вологи.

Техпроцес прокладки кабелю складається з наступних операцій:

1. Установка барабана з кабелем.
2. Підйому барабана домкратами.
3. Зняття обшивки з барабана.
4. Розкочування кабелю рівномірним обертанням барабана і протяжка кабелю уздовж траси в проектне положення.

3. Прокладання кабелів в траншеях

Кабельні лінії прокладають в земляних траншеях, спеціальних кабельних спорудах (кабельні канали, лотки), на естакадах, в галереях, відкрито по стінах будівель і споруд, в трубах, тунелях і т.д. Найбільш дешевий спосіб прокладки кабелів це розміщення кабелів в траншеях в землі.

Цей спосіб не вимагає великих витрат на будівельні роботи, і крім того створюються гарні умови для охолодження кабелів. До недоліків цього способу можна віднести як можливість механічних пошкоджень кабелів при земляних роботах поблизу траси кабелів. У траншеях (рис. 6) прокладають кабелі на глибині 0,7 м у одній траншеї розміщують не більше 6-ти кабелів на напругу 6-10 кВ або двох кабелів на 35 кВ. Допускається поряд з ними прокладка не більше одного пучка контрольних кабелів.

Ширина траншеї по дну для одного кабелю визначається зручністю земляних робіт і складає 0,2 м при напрузі до 10 кВ і 0,3 м при 35 кВ. Ширина траншеї по верху залежить від її глибини і кута природнього нахилу ґрунту.

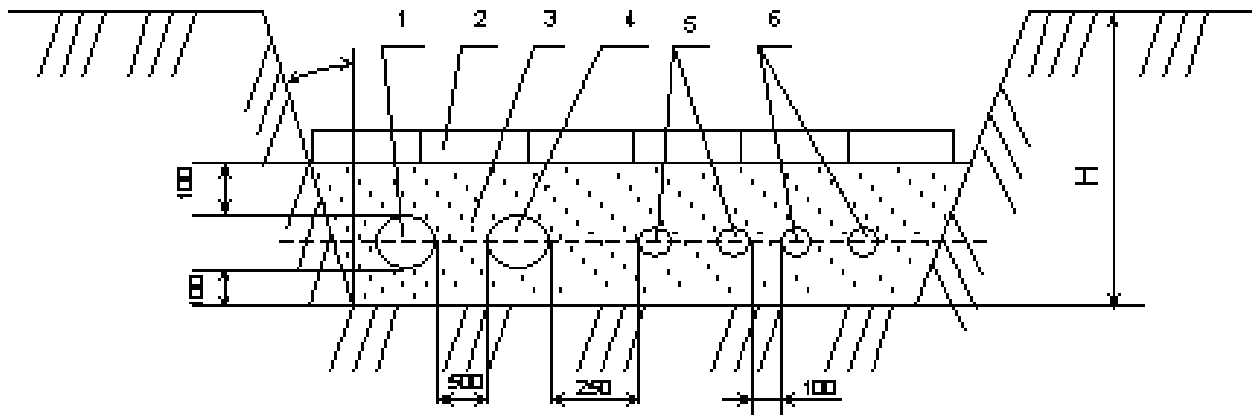


Рис. 6. Розміщення кабелів в траншеї

1 - кабель зв'язку; 2 - цегла для захисту від механічних пошкоджень; 3 - м'який ґрунт (пісок); 4 - кабелі до 35 кВ; 5 - кабелі до 10 кВ; 6 - контрольні кабелі.

Останнім часом знаходить широке застосування безтраншейна прокладка кабелю в землі.

Прокладка кабелів в траншеях має ряд переваг, це менші капітальні витрати, хороші умови охолодження, що дозволяє раціонально використовувати перетин кабелів. Проте при такій прокладці заважкий огляд, а при виконанні ремонтів або заміни кабелю потрібне виконання значного обсягу робіт.

4. Прокладка кабелів в каналах, тунелях, естакадах

Прокладка кабелів в каналах. Такий спосіб прокладки застосовують як поза будівлями, так і всередині виробничих приміщень. Його виконують з уніфікованих каналів лоткового або збірного типу. Поза будівлями кабельні канали засипають поверх зйомних плит шаром землі не менше 300 мм. Усередині будівель кабельні канали закривають пожегобезпечними плитами, або рифленим залізом. Для прокладки кабелів в каналах застосовують кабельні стійки з полками і профілі із підвісками. Допускається також укладання кабелю по дну каналу.

Прокладка кабелів в тунелях, галереях, естакадах. Кабельні споруди мають високу вартість, тому їх застосування доцільно при великих потоках кабелів.

Кабелі в таких спорудах укладають на кабельні стійки з полками або на профілі зі зйомними підвісками. Спосіб розкочування і укладання кабелів на кабельні конструкції залежить від виду кабельної споруди. У закритих кабельних конструкціях для розкочування кабелів використовують різні тягові механізми: лебідки, протяжні пристрої і ін. Кабелі, що прокладаються в кабельних спорудах, не повинні мати захисних оболонок з горючих матеріалів. Муфти для з'єднання кабелів повинні розташовуватися на спеціальних майданчиках на не обслуговуючій стороні споруди.

5. З'єднання кабелів за допомогою муфт

Від якості монтажу з'єднань кабелів в значній мірі залежить надійність роботи систем електропостачання. Виконані з'єднання і кінцеві закладки кабелів повинні мати електричну потужність не нижче, ніж в цілому кабелі і достатню механічну міцність, повинні забезпечити герметичність, що виключає доступ вологи. Для виконання цих умов, роботи повинні виконуватися так, щоб виключалося попадання пилу, масла, води на ізоляцію, а температура в місці монтажу була не нижча 10°C. Процес монтажу повинен виконуватися безперервно до його закінчення.

З'єднання і приєднання силових броньованих кабелів виконують за допомогою кабельної арматури, муфт і кінцевих закладок.

Область застосування муфт і кінцевих закладок визначається рівнем напруги, умовами застосування, різницею рівнів прокладки кабелів, маркою кабелю і ін.

Для з'єднання кабелів напругою 6000 В і вище застосовуються епоксидні і свинцеві муфти, а для кабелів напругою до 1000 В окрім цих можуть застосовуватися також і чавунні муфти. Для кінцювання кабелів усередині приміщень можуть використовуватися кінцеві закладки із застосуванням полівінілхлоридного клею (лаку) і стрічок, що самосклеюються, гумових рукавів, з епоксидним компаундом, а також кінцеві муфти, що заливаються бітумним складом. Приєднання кабельних ліній до повітряних виконують за допомогою щоглових муфт, що встановлюються на опорах, а до відкрито встановленого устаткування - за допомогою муфт зовнішньої установки.

Монтаж муфт і кінцевих закладок виконують в повній відповідності з вказівками нормативно-технічної документації. Правильно змонтована муфта повинна забезпечувати надійний електричний контакт в місцях з'єднання жил і ізоляцію жил між собою та уздовж лінії; захист кінців кабелів від шкідливого впливу навколишнього середовища і механічних пошкоджень. До основних робіт при монтажі муфт і кінцевих закладок відносяться: оброблення кінців кабелів, з'єднання або кінцювання жил, відновлення ізоляції в місці з'єднання жил (ізолювання), збірка муфти, заземлення оболонки і броні кабелю, заливка епоксидним компаундом або заливальною масою.

При обробленні кабелю послідовно видаляють зовнішній захисний покрив, броню, свинцеву оболонку, поясну і фазну ізоляцію. Розміри оброблення залежать від конструкції муфти або закладення, марки і перетину кабелю. Поверх джутової оболонки накладають бандаж і розмотують кабельну пряжу, яку не зрізають - її використовують для захисту від корозії оголеної броні кабелю після монтажу. У кабелях з пластмасовим шлангом на цю відстань видаляють шланг. На відстані (50-100 мм) від першого бандажа на броню кабелю накладають другий бандаж. По кромці бандажа пилкою надрізують броню, з обмеженням по глибині, після цього броню і подушку під нею видаляють.

Свинцеву оболонку кабелю ретельно очищають і на визначених технічними умовами відстанях від зрізу броні обережно проводять кільцеві надрізи на половину товщини оболонки спеціальним кабельним ножом з обмеженням глибини різання. Потім на визначеній відстані виконують два подовжні надрізи і за допомогою плоскогубців видаляють оболонку. Оболонку між кільцевими надрізами тимчасово залишають для оберігання поясної ізоляції, яку видаляють, розмотуючи стрічки від кінця кабелю і обриваючи від кільцевого надрізу.

Після оброблення жили кабелю обережно розводять і вигинають так, щоб було зручно провести їх з'єднання. Цю операцію виконують за допомогою спеціальних шаблонів або вручну. Знімають поясок оболонки, що залишився, між кільцевими надрізами і накладають на поясну ізоляцію бандаж з сурових ниток.

При з'єднанні кабелю з кінців жил на нормативно встановленій довжині, визначеним способом з'єднання або кінцювання, видаляють паперову ізоляцію. Заздалегідь на місці зрізу ізоляції накладають бандаж з сурових ниток. Для з'єднання і кінцювання жил в кабелю застосовують способи опресовування, зварки та паяння.

Для видалення вологи, яка може потрапити на паперову ізоляцію, після з'єднання або кінцювання, проводиться обробка розігрітою масло-каніфольною масою марки МП-1. Ізолювання з'єднання виконують стрічками кабельного паперу, що змотується з роликів або рулонів. Стрічка повинна бути накладена щільно і рівно, з 50 % перекриттям. Після ізолювання між жилами встановлюють фарфорові розпірки, які забезпечують нормативно встановлені відстані між жилами. Закінчивши ізолювання, приступають до збірки муфти і заземлення оболонки та броні кабелю. Верхню і нижню половини корпусу скріплюють болтами. Зібрані свинцеві або чавунні муфти заливають бітумною масою МБ-60;70;90, а епоксидні компаундом К-115, К176 з відповідними отверджувачами.

6. Випробування кабельних ліній і приймання виконаних робіт

Випробування та приймання кабельних ліній повинно проводитися у відповідності з вимогами нормативних документів (ПУЕ, СНиП).

Змонтовані кабельні лінії, що передаються на баланс підприємствам, організаціям в процесі монтажу контролюються робітниками експлуатуючої організації, тобто технічний нагляд здійснює експлуатуюча організація.

В обов'язки експлуатуючої організації входить участь в розробці технічної документації, контроль за якістю кабельної продукції, контроль ходу будівельно-монтажних робіт, забезпечення своєчасного та якісного оформлення виконаної документації. Присутність експлуатаційної організації не знімає відповідальність з монтажною організацією за проведення робіт.

Змонтована кабельна лінія повинна бути прийнята в експлуатацію робочою комісією в складі представників монтажною, експлуатаційною організацією та представників органів державного нагляду. Головою комісії призначається особа (як правило керівник) від експлуатуючої організації.

Комісія повинна перевірити технічну документацію провести обхід траси кабельної лінії, перевірити виконані роботи, а також ознайомитися з результатами випробування кабельної лінії.

При повній готовності КЛ приймальна комісія дає письмовий дозвіл на включення КЛ. Це включення виконується експлуатаційним персоналом після письмового повідомлення від підрядчика про те, що люди з об'єкту видалені, заземлення зняті, КЛ готова до включення.

При безвідмовній роботі КЛ під навантаженням протягом доби приймальна комісія оформляє акт передачі КЛ в експлуатацію. Дата підписання цього акту членами приймальної комісії вважається датою введення КЛ в експлуатацію. Лінія переходить у ведення замовника, приймається на баланс експлуатуючої організації, яка одержує всю технічну документацію і несе подальшу відповідальність за лінію.

1. Призначення трансформаторних підстанцій (ТП)
2. Типи конструкцій ТП, їх особливості та використання.
3. Вибір місця встановлення ТП.
4. Монтаж трансформаторів струму відповідно до вимог нормативних документів.

1. Призначення трансформаторних підстанцій (ТП)

Трансформаторна підстанція (ТП) – це електроустановка призначена для перетворення (підвищення або пониження) напруги в мережі змінного струму та розподілу електроенергії. Вона складається з силових трансформаторів, розподільчого пристрою (РП), пристрою автоматичного управління та захисту, а також допоміжних приміщень.

ТП поділяються на підвищуючі та понижуючі. Підвищуючі ТП (споруджуються як правило біля електростанцій) перетворюють вироблену генераторами напругу до більш високу, необхідну для передачі електроенергії по лініях електропередач. Понижуючі ТП перетворюють первинну напругу електричної мережі в більш низьку вторинну.

В залежності від призначення та від величини первинної та вторинної напруги понижаючі ТП класифікуються на районні, головні понижуючі та місцеві (цехові). Районні ТП отримують електроенергію безпосередньо від високовольтних ЛЕП (ліній електропередач) та передають її на головні понижуючі ТП, а ті (понизив напругу до 6, 10 або 35 кВ) відповідно на місцеві (цехові) ТП, на яких відбувається трансформація напруги (до 660, 380 або 220 В) та розподіл електроенергії між споживачами. ТП які виготовляються на заводах, та доставляються на місце монтажу в зібраному вигляді або окремими блоками називаються комплектними (КТП).

2. Типи конструкцій ТП, їх особливості та використання.

До підстанцій відносять електроустановки, що служать для перетворення і розподілу електроенергії, а до розподільних пристроїв (РП) - установки для її прийому і розподілу. Підстанції споруджують за типовими проектами, що сприяє впровадженню індустриальних методів будівництва і монтажу. На ТП і РП, що здаються під монтаж, повинні бути споруджені під'їзні шляхи, підйомні установки, прокладені постійні або тимчасові мережі для підведення електроенергії, виконано електричне освітлення, встановлені закладні деталі і основи в підлозі і залишені монтажні отвори для переміщення великогабаритного устаткування, підготовлені кабельні споруди і підземні комунікації. У відкритих розподільних пристроях повинні бути встановлені, вивірені і закріплені металеві і залізобетонні конструкції, споруджені фундаменти під устаткування.

Монтаж підстанцій і РП, як і інших електроустановок, проводять в дві стадії. На першій стадії виконують всі підготовчо-заготівельні роботи: комплектують електроустаткування, конструкції і матеріали; здійснюють закріплювальний монтаж і ревізію устаткування. На другій стадії виконують власне монтаж електроустаткування.

Найважливіша умова високої якості монтажних робіт - постачання на монтаж надійного електроустаткування яке відповідає технічним вимогам. Тому перед його установкою організовують кваліфіковану передмонтажну перевірку. Порядок, об'єм і критерії оцінки в період передмонтажної підготовки залежать від виду електроустаткування і визначаються нормативними документами, заводськими інструкціями. Виявлені дрібні дефекти при перевірці слід усувати.

Монтаж ізоляторів і шин. У ТП і РП застосовують опорні, прохідні і лінійні (підвісні) ізолятори для внутрішньої і зовнішньої установок.

Перед монтажем ізолятори очищають від бруду і фарби, видаляють тверді частинки і піддають ретельній перевірці. При цьому перевіряють якість поверхні ізолятора, стан металевих оцинкованих деталей, міцність армування, геометричні розміри (вибірково), опір ізоляції.

На поверхні фарфорових ізоляторів не повинно бути наскрізних або поверхневих тріщин, вкраплень піску, керамічного матеріалу або металу. Площа зколів відбитих країв не повинна перевищувати значень, що нормуються ГОСТ.

Поверхня металевих оцинкованих деталей повинна бути без тріщин, раковин, зморшок, забоїн, слідів корозії. Міцність армування ізоляторів вважається достатньою, якщо ковпаки, фланці, шапки не гойдаються і не провертаються. Шви армуючої зв'язки не повинні мати тріщин, нерівностей і пошкоджень вологостійкого покриття. Повітряний зазор між краєм фланця, ковпака або шапки і ізолюючою деталлю повинен бути не менше 2 мм у фарфорових і 1 мм у скляних ізоляторів; товщина шва армуючої зв'язки не менше 2 мм; непаралельність торцевих поверхонь опорних ізоляторів внутрішньої установки не більше 2 і 1 мм ізоляторів зовнішньої установки; неспівпадання центра, фланця, ковпака або шапки з ізолюючою деталлю - не більше 2 мм. Опір ізолятора, заміряний мегомметром на напругу 2500 В, при позитивній температурі повинен бути не менше 300 МОм.

Як правило, опорні ізолятори встановлюють на металевих опорних конструкціях або безпосередньо на стінах або перекриттях. Опорні і прохідні ізолятори закріплюють так, щоб поверхні ковпачків знаходилися в одній площині і не відхилялися від неї більш ніж на 2 мм. Осі опорних або прохідних ізоляторів не повинні відхилятися убік більш ніж на 5 мм. Фланці опорних і прохідних ізоляторів, встановлених на обштукатурених

підставах або на прохідних плитах, не повинні бути втоплені. Ізолятори різних фаз розташовують по одній лінії, перпендикулярній до осі фаз. Прохідні ізолятори встановлюють на каркасі з кутової сталі, перекритому азбестоцементною плитою або в бетонній плиті. Діаметри отворів для прохідних ізоляторів в плитах або перегородках повинні бути більше діаметру частини ізоляторів, що закладаються, на 5-10 мм. На змонтованих ізоляторах закріплюють шинотримачі. Заготовка шин проводиться централізовано в спеціалізованих майстернях. До основних робіт при заготовці шин відносять:

- сортування і відбір їх по перетинах і довжинах;
- правку, відрізання і вигинання шин;
- розмітку і заготовку отворів для розбірних з'єднань;
- підготовку контактних з'єднань.

Окремі шини правлять на балці або плиті ударами молотка, через пом'якшуючу прокладку. Вигинання шин виконують за шаблонами, що виготовляється із сталевго проводу Ø3-6 мм. При згинанні шин повинні виконуватися наступні умови:

- радіус вигину шин по площині повинен бути не менш подвійної товщини шини;
- у вигинах на ребро для шин шириною менше 50 мм радіус вигину повинен бути не менше її ширини, а при ширині більше 50 мм повинен дорівнювати 2-кратній ширині шини;
- при вигині на штопор довжина повинна бути не менш 2,5-кратної ширини шини.

При підготовці шин до з'єднання болтами отвори виконують вирубкою на пресі або свердлінням на верстаті. На встановлених і зігнутих шинах для свердління отворів застосовують дріль. Для кращого прилягання контактуючих поверхонь на шинах шириною більше 60 мм виконують подовжні надрізи. Контактні поверхні обробляють з метою видалення бруду. Шини на ізоляторах закріплюють навзаки або на ребро за допомогою планок так, щоб забезпечувалася можливість їх подовжнього переміщення при зміні температури. При великій довжині шин для виключення на них лінійних деформацій встановлюють шинні компенсатори, що складаються з пакету тонких стрічок, з сумарним перетином, рівним перетину шини. Всередині загальної довжини або у середині ділянки між компенсаторами шини повинні закріплюватися жорстко. Шинотримачі не повинні створювати замкнутий контур навколо шин, для цього одна з підкладок або всі стяжні болти, розташовані по одній із сторін шини, повинні бути з немагнітного матеріалу. Прокладені шини повинні лежати на ізоляторах прямолінійно, без перекосів, без видимої поперечної кривизни і хвилястості.

Сполучають шини зварюванням або болтами. Перевагу слід віддавати з'єднанню зваркою. Болтове з'єднання застосовують тільки тоді, коли за умовами експлуатації необхідне його розбирання. Таке з'єднання для алюмінієвих шин, алюмінієвих шин з мідним або алюмінієвим сплавом повинно виконуватись із застосуванням засобів стабілізації - метизів з кольорових металів або із сталі, але з використанням тарілчастих пружин. Шини з решти матеріалів можна сполучати сталевими болтами і гайками. У електроустановках з високою вологістю і в приміщеннях з агресивним хімічним середовищем для з'єднання алюмінієвих шин з мідними, а також для приєднання шин до апаратів рекомендується застосовувати перехідні пластини: мідноалюмінієві або з твердого алюмінієвого сплаву.

Стики зібраних шин при болтовому з'єднанні повинні стояти від головок ізоляторів і місць відгалужень на відстань не менше 50 мм.

При монтажі ошиновування повинне забезпечувати правильне чергування фаз, що досягається певним розташуванням шин. У закритих РП повинні виконуватися наступні умови їх монтажа:

- при вертикальному розташуванні шин фаз А-В-С зверху вниз;
- при горизонтальному, похилому або трикутному розташуванні найбільш віддалена шина фази А, середня - фаза В, найближча до коридору обслуговування - фаза - С;
- відгалуження від зібраних шин - зліва направо А-В-С, якщо дивитися на шини з коридору обслуговування.

Забарвлення шин в кожній електроустановці повинне бути однаковим. ПУЕ встановлює наступне забарвлення шин:

- при трифазному струмі шина фази А - жовтим кольором, фази В - зеленим, фази С - червоним, нульова робоча N- блакитним, нульова захисна РЕ - у вигляді жовто-зелених смуг, що чергуються;
- при постійному струмі: позитивна шина (+) - червоним кольором, негативна (-) - синім і нульова робоча - блакитним.

Роз'єднувачі для внутрішньої установки поставляються заводами повністю зібраними і відрегульованими, а роз'єднувачі, короткозамикачі і відокремлювачі для зовнішньої установки - окремими полюсами і збираються в один апарат на місці монтажу.

Для включення вказаних апаратів застосовують ручні, електрорухові або пневматичні приводи.

Перед монтажем роз'єднувачів, відокремлювачів і короткозамикачів перевіряють:

- ізолятори полюсів і фарфорові тяги;
- зварні шви рами апаратів;
- стан поверхні рухомих і нерухомих контактів, заземляючих ножів, контактних виводів апаратів.

Контактні пружини не повинні мати слідів корозії, тріщин; стиснення пружин по обидві сторони від ножа повинно бути однаковим, а зазор між витками не менше 0,5 мм. Вали, тяги, чавунні підшипники, рукоятки, елементи механічних блокувань не повинні мати механічних пошкоджень. У всіх випадках дефекти і дрібні пошкодження повинні бути усунені, мастило лите або замінене.

Монтаж роз'єднувачів виконують в наступній послідовності:

- підйом і місцеположення робоче;
- вивіряння апарату;
- установка приводу;
- з'єднання апарату з приводом і його регулювання;
- остаточне закріплення і заземлення апарату.

Підйом роз'єднувачів на місце залежно від маси виконують вручну, таліями або краном за металеву раму. Роз'єднувачі і приводи внутрішніх установок кріплять до конструкції або стіни, а зовнішніх - до рами фундаменту або конструкції. Після установки в робоче положення апарат вивіряють по рівню і схилу, перевіряють співісність з іншими апаратами РП та окремих полюсів між собою і приводом. Змонтований привід тимчасово зчіплюють з апаратом тягою. Довжина тяги і кути повинні відповідати заводським даним. Ножі повинні правильно (по центру) потрапляти в нерухомі контакти, входити в них без ударів і перекосів і при включенні не доходити до упору на 5-6 мм. Для перевірки одночасності замикання контактів, необхідно поволі включати роз'єднувачі до моменту зіткнення першого ножа і в цьому положенні вимірюють зазори між іншими ножами. Неодночасність їх замикання не повинна перевищувати 3; 5 і 10 мм для напруг відповідно до 10; 35 і 110 кВ.

Розкриття роз'єднувача або кут повороту ножів при відключенні повинні знаходитися в межах, встановлених заводом-виробником, а зусилля витягування ножів відповідати нормам ПУЭ. Перевірка величини зусилля проводиться динамометром.

При монтажі роз'єднувачів горизонтально-поворотного типу, відхилення опорної рами полюса від горизонталі не повинне перевищувати 3 мм на 1 м, відхилення осей зібраних колонок ізоляторів від вертикалі 2,5 мм. Колонки повинні бути рівними по висоті. Осі контактних ножів у включеному положенні повинні знаходитися на одній прямій. Зсув в горизонтальній площині повинен бути не більше 5 мм, у вертикальній - не більше 4 мм.

Після виконання регулювання проводять остаточне кріплення важелів на валах приводу і апаратів змащують контакти і частини, що труться, а також роблять заземлення.

Монтаж відокремлювачів і короткозамикачів виконується так само, як і роз'єднувачів.

Монтаж запобіжників. Передмонтажна підготовка запобіжників передбачає перевірку: ізоляторів, повноти заповнення патрона піском, цілісності плавкої вставки, надійності кріплення вузлів і деталей контактів, зручності установки і витягання патронів з контактних губок, надійності контакту патрона в них.

Запобіжники вмонтовують на сталевій рамі або безпосередньо на стіні. Рама повинна встановлюватися вертикально. Осі ізоляторів повинні співпадати по вертикалі з подовжною віссю патрона і контактних губок. Відхилення осей не повинне перевищувати $\pm 0,5$ мм. Змонтовані і відрегульовані запобіжники повинні забезпечувати м'яку установку і витягання патрона, факсацію його правильного положення в губках, утримання його від подовжніх переміщень і від випадання при вібраціях і струсах. Показчики спрацювання повинні бути повернуті вниз.

Монтаж вимикачів. Найбільше розповсюдження для установок напругою 6-10 кВ одержали малооб'ємні масляні вимикачі ВМП, ВМГ, ВММ. Повітряні вимикачі з електромагнітним приводом ВЕМ широко використовують в комплектних розподільних пристроях. Вакуумні вимикачі ВВТЕ переважно використовують для управління машин з частими пусками. У РП застосовують масляні вимикачі МИЛИГРАМ-36, С-35; МКП-35 на напругу 35 кВ. Для управління вимикачами використовують приводи: ручні, електромагнітні, електрорухові і пружинні.

Вимикачі і приводи поставляються заводами зібраними і відрегульованими. Перед монтажем перевіряють:

- якість зварних швів рами;
- надійність кріплення деталей;
- справність фарфорових ізоляторів і ізолюючих деталей циліндрів, тяги, міжфазних перегородок, металевих деталей кришок, корпусів, фланців і ін., контактних виводів вимикача, маслосливних і маслоспускних отворів, показників масла.

Для огляду внутрішніх деталей відкривають кришки і перевіряють стан контактних систем, дугогасних пристроїв, гнучких зв'язків, пружин, тяг і ін. Вимикачі для ЗРУ поставляють зібраними на рамі. Їх монтаж передбачає установку рами на підставу; перевірка правильності установки по горизонталі і вертикалі, надійне закріплення, установки і з'єднання приводу з вимикачем. Шини до масляних вимикачів приєднують так, щоб контактні пластини не отримували механічних напруг.

Вимикачі для ВРП встановлюють автокраном на фундамент, вивіряють горизонтальність установки і кріплять до фундаменту анкерними болтами.

Масляні вимикачі після закінчення монтажу заливають маслом відповідно до заданого рівня. Змонтовані вимикачі регулюють згідно заводської інструкції. Вони повинні вільно включатися і відключатися. Поверхня зіткнення рухомих і нерухомих контактів повинна складати не менше 70% всієї контактної поверхні. Контактний тиск, хід рухомої контактної системи, співісність рухомих і нерухомих контактів повинна відповідати заводським даним. Головні і дугогасні контакти повинні замикатися і розмикатися у встановленій послідовності. Після закінчення монтажу проводяться випробування вимикачів відповідно до вимог ПУЭ.

3. Вибір місця встановлення ТП.

Залежно від маси і за умовами обмеження габариту масляні трансформатори поставляють:

- повністю зібраними і залитими маслом;
- частково демонтованими і загерметизованими у власному баку маслом, залитим нижче за кришку, із заповненням сухим повітрям підмасляного простору;

- частково демонтованими у власному баку без масла, заповненими інертним газом (азотом).

Герметизація дозволяє зберегти ізоляційні властивості обмоток трансформаторів і вводити їх в експлуатацію без ревізії активної частини. При цьому обов'язковою умовою є виконання вимог РТМ 16.800.723-80.

Трансформатори силові. Транспортування, розвантаження, зберігання, монтаж і введення в експлуатацію здійснюються згідно СНиП 3.05.06-85. Всі трансформатори, що поставляються без масла або неповністю залиті маслом, повинні бути залиті або долиті маслом в короткий термін, але не пізніше ніж за 3 місяці з дня прибуття.

Трансформатори невеликої потужності поставляють в зібраному вигляді, готовими до монтажу. Монтаж їх полягає у встановленні в спеціальні камери на направляючі катки, закладені в процесі будівництва. Катки трансформатора після установки закріплюють на направляючих упорах. Трансформатори великої потужності, як правило, встановлюють у відкритих РП на фундаментах. Порядок їх монтажу визначається ПВЕР.

До початку монтажу трансформаторів напругою 35 кВ і вище повинні бути підготовлені:

- фундамент для його установки;
- приміщення трансформаторно-масляного господарства або майданчик поблизу трансформатора для робіт по ревізії, прогріванню і збірці трансформатора;
- шляхи і засоби пересування трансформатора до місця установки;
- надійна система електропостачання;
- масляне господарство, підйомне устаткування, інструмент і пристосування для монтажу.

При монтажі трансформаторів виконують наступні роботи:

- розвантаження і транспортування;
- збірку і установку трансформатора;
- заливку або доливання маслом;
- випробування і пробне включення.

Трансформатори до місця монтажу можуть перевозитися на автомобілях, причепах, спеціально обладнаних саях, автотрейлерах. Вони повинні мати горизонтальну платформу з розмірами, що допускають установку трансформатора. Їх вантажопідйомність, механічна міцність, а також міцність кріплення повинні відповідати розрахунковим навантаженням. При цьому повинні бути враховані навантаження, при прискоренні, при нахилі трансформатора або тим і іншим одночасно.

База і колія транспортних засобів повинні забезпечувати необхідний запас стійкості. Коефіцієнт запасу стійкості - відношення утримуючого моменту до перекидаючого - приймають не менше 1,5. Велика вісь трансформатора повинна співпадати з напрямом руху. Залежно від типу транспортних засобів, їх вантажопідйомності, стану і покриття доріг встановлюється швидкість руху.

Трансформатори вводять в експлуатацію без сушки, якщо умови транспортування, зберігання і монтажу відповідали вимогам СНиП 3.05.06-85 і ГОСТ 11677-85. В іншому випадку перед перевіркою характеристик ізоляції проводять контрольний прогрів або сушку трансформатора.

Для сушки застосовують наступні методи:

- індукційний нагрів за рахунок вихрових втрат в сталі бака;
- прогрівання струмами короткого замикання;
- струмами нульової послідовності;
- обдувом гарячим повітрям в утепленому укритті або сушильній шафі.

Збірку трансформатора перед установкою починають з монтажу радіаторів, розширювача і газового реле, реле рівня масла, повітроочисного і термосифонного фільтра і закінчують установкою вводів, вбудованих трансформаторів струму і приладів контролю. Перед установкою проводять ревізію, перевірку і випробування цих вузлів.

Монтаж складових частин трансформатора, що вимагає розгерметизації, слід проводити в суху і ясну погоду. Температура активної частини повинна перевищувати температуру точки роси навколишнього повітря не менше ніж на 5°C і у всіх випадках повинна бути не нижче за 10°C. Якщо ці вимоги не забезпечуються, то трансформатор необхідно нагрівати. При відносній вологості повітря більше 85 % розгерметизація допустима тільки в закритому приміщенні.

Час перебування трансформатив в розгерметизованому стані не повинен перевищувати: 16 год при відносній вологості до 75 % і 12 год для трансформаторів до 35 кВ і 10 год для трансформаторів 100 кВ і вище при відносній вологості до 85 %. Початком розгерметизації вважають початок зливу масла або для трансформаторів без масла - розтин заглушки. Закінченням розгерметизації вважають початок заливки маслом або вакуумування перед заливкою масла.

Заливка і доливка маслом. У трансформатори, які поставлені із заводу, заливають тільки свіже масло, показники якості якого відповідають вимогам ПУЕ. Перед остаточним збиранням трансформаторів, які поставлені без масла, бак розширювача і всі елементи системи охолодження промивають сухим, гарячим трансформаторним маслом. Доливка масла в трансформатори, поставлені з маслом без розширювача, проводять через розширювач. Маслопроводи для заливки очищають і промивають маслом, а на них встановлюють масло очисні установки. Швидкість доливання не повинна перевищувати 3 т/год. Температура долитого масла не повинна відрізнятися від температури масла в трансформаторі більш ніж на 5°C. Масло заливають безперервно, поки не закриються всі обмотки або ізоляційні деталі, розташовані вище ярма. Рівень масла встановлюють залежно від його температури по контрольних мітках, що є на покажчику рівня, для цього маслопоказник повинен бути доступний для огляду і мати видимі три контрольні крапки, відповідні рівню масла при 15°C і граничних температурах. Після заливки відкривають повітроспускні пробки і випускають повітря. Якщо після 12 год

відстою рівень масла знизиться нижче допустимого, то масло доливають. Після закінчення доливки і відстою перевіряють герметичність ущільнень трансформатора надмірним тиском стовпа масла і беруть пробу масла для аналізу.

Установка трансформаторів. Трансформатори можуть встановлюватися на каретці з катками або на фундамент. Для підйому і місцеположення трансформатора можуть використовуватися крани, лебідки, домкрати і інші засоби. Для забезпечення надійної роботи газового реле трансформатори повинні встановлюватися так, щоб кришка мала підйомалась до реле не менше 1-1,5 %. Після установки до трансформатора приєднують шини, кабелі або проводи, а також виконують його заземлення.

Випробування і пробне включення. Випробування трансформатора під час монтажу і після його закінчення виконуються налагоджувальними бригадами за участю монтажного персоналу. При проведенні випробувань відповідно до ПУЕ визначають умови включення трансформаторів; вимірюють параметри, що характеризують стан ізоляції, і перевіряють її міцність підвищеною напругою промислової частоти; проводять вимірювання опору обмоток постійному струму, струму і втрат холостого ходу; перевіряють коефіцієнт трансформації, групу з'єднання, роботу перемикаючого пристрою і системи охолодження, стан селікогелю. Баки з радіаторами випробовують гідравлічним тиском. Включення трансформатора можна проводити не раніше, чим через 12 год після останньої доливки. При цьому максимальний захист не повинен мати витримку часу на відключення, а контакти газового захисту повинні бути приєднані на відключення вимикача. Пробне включення проводиться поштовхом на номінальну напругу на певний час не менше 30 хв, протягом якого стежать за станом трансформатора. При нормальній роботі трансформатор відключають, встановлюють захист в робочий стан і проводять 3-5 включень його на номінальну напругу для перевірки налаштувань захисту від кидків намагнічуючого струму. При задовільних результатах трансформатор включають під навантаження і здають в експлуатацію.

4. Монтаж трансформаторів струму відповідно до вимог нормативних документів.

При будівництві підстанцій і розподільних пристроїв останнім часом широко застосовують комплектні розподільні пристрої (КРП) на напругу 6-35 кВ і комплектні трансформаторні підстанції на напругу 6-110 кВ. КРП є окремою шафою, укомплектованою апаратами первинних ланцюгів, приладами і апаратами захисту і заземлення, обліку і сигналізації, ошиновками і проводами вторинних ланцюгів. Вимикачі з приводами встановлюють стаціонарно або на візках. КТП складається з трансформатора розподільного або ввідного пристрою вищої напруги, комплектної РП нижчої напруги з струмопроводом між ними. КРП і КТП виготовляють для внутрішньої або зовнішньої установки. Застосування КРП і КТП дозволяє підвищити рівень індустріалізації монтажних робіт; зменшити обсяг будівельних робіт; знизити працевитрати при монтажі; підвищити надійність і безпеку обслуговування; спростити комплектацію РУ.

До монтажу КРП приступають після закінчення всіх будівельних і обробних робіт, щоб виключити зволоження ізоляції вмонтованих пристроїв. Закладні частини для установки КРП для кабельних проводок повинні відповідати проектам. Шафи КРП встановлюють, починаючи з крайньої шафи, відповідно схемі розміщення. Суміжні шафи сполучають болтами. Зазор між ними не повинен перевищувати 1 мм. Після вивірення встановлених шаф їх прикріплюють до закладних деталей зварюванням. Потім встановлюють шини, приєднують відгалуження, вмонтовують шини оперативних ланцюгів, встановлюють прилади. Для механізації робіт по монтажу КРП і КТП застосовують збірно-розбірні портали, візки для перевезення шаф і ін. Після закінчення монтажу виконують ревізію і регулювання механічної частини КРП і КТП.

При монтажі КТП зовнішньої установки силові трансформатори і КРП розвантажують на фундамент, вивіряють і закріплюють. Потім встановлюють ошиновку і ведуть роботи по монтажу вторинних ланцюгів, заземленню і освітленню. Кабелі по території підстанції укладають в лотки або короби. У блокових підстанціях токоведучі з'єднання виконують жорсткою ошиновкою. Навколо підстанцій встановлюють сіткову огорожу.

Фазування кабелів і трансформаторів. Необхідність у фазуванні електричних ланцюгів виникає при включенні трансформатив і кабелів на паралельну роботу. На стадії монтажу до приєднання кабелів фазування виконують продзвонкою електричних ланцюгів. Перед подачею напруги і після видачі дозволу на паралельну роботу проводять остаточне фазування під напругою.

При фазуванні під напругою повинен бути електричний зв'язок між фазованими ланцюгами. У мережах із заземленою нейтраллю такий зв'язок створюється через заземлення нейтралі, а в мережах з ізольованою нейтраллю - шляхом з'єднання перемичкою будь-якої фази одного трансформатора з будь-якою фазою іншого. Після подачі напруги на підготовлені таким чином ланцюги вимірюють напругу між кожним виводом одного трансформатора і всіма виводами іншого. Напруга в мережах до 1000 В вимірюють вольтметрами, розрахованими на подвійну лінійну напругу. При підключенні до однойменних фаз показання вольтметра матиме нульове значення. В решті випадків вони відрізняться від нульового значення. У мережах вище 1000 В застосовують спеціальний покажчик напруги для фазування, який є двома покажчиками напруги, сполученим гнучким проводом з посиленою ізоляцією. Всередині трубок покажчиків розміщують газорозрядну індикаторну лампу, конденсатори і резистори. При дотику крюками покажчиків до фаз свічення неонові лампи вказує на те, що фази різнойменні, а його відсутність - що фази однойменні.

При фазуванні жили кабелів або провідників повинні бути розведені на безпечну відстань і надійно закріплені. Фазування виконують з ізольованих підставок, в діелектричних рукавицях і в захисних окулярах. Особи, що виконують фазування, повинні займати положення рівноваги і не торкатися до стін і металевих предметів.

Енергоустановки такого типу у жодному випадку не можна розмішувати в приміщеннях з хімічно агресивним середовищем або підвищеною вологістю. Їх радіатор завжди повинен бути звернений до вікна, а вихлопні гази - виводиться за межі приміщення. Вихлопний тракт також захищають від попадання атмосферних опадів. Якщо виникає потреба в тривалих зупинках агрегату, тракт перекривають спеціальною заслінкою або ковпаком. На трубопроводі встановлюють глушник для зменшення шуму.

Дизельну електростанцію встановлюють на жорсткий фундамент або основу, закріплюючи болтами. Фундамент є горизонтальним майданчиком, що знаходиться над підлогою на висоті 20-25 см. Від стін будівлі потрібно відступити півтора метри. Верхня частина підстави вирівнюється і звиряється по рівню. Далі анкерні болти заливають у фундамент так, щоб різьбова частина виступала над поверхнею на 50 мм.

Установка генератора повинна дозволяти проводити його заправку і здійснювати управління з боку щита і радіатора. Певний простір потрібний і для доступу до вузлів дизельного генератора, а це знову не менше півтора метрів між агрегатом і стіною. За правилами виробника акумуляторні батареї повинні розміщуватися в спеціальному ящику. У приміщенні повинні бути присутні всі засоби пожежної безпеки, визначені діючими правилами.

Новий двигун генератора обкатується при зменшеному навантаженні (не більше 70 % максимальної потужності) протягом перших ста годин роботи. Грамотно виконана обкатка дозволяє істотно подовжити ресурс роботи до першого ремонту агрегату.

Перед початком пуско-налагоджувальних робіт дизельний генератор слід розконсервувати, керуючись інструкцією з експлуатації. Потім треба виконати огляд всіх складальних одиниць агрегату, перевірку його кріплення до рами, затягування амортизаторів, з'єднання і кріплення всіх трубопроводів.

Далі генератор заправляють профільтрованим паливом тієї марки, яка вказана в керівництві по експлуатації дизеля, і чистим маслом. Система охолодження наповнюється охолоджуючою рідиною. Далі перевіряється герметичність трубопроводних з'єднань і зливних кранів, затягування хомутів і стан сполучних дюритових шланг.

Наступний етап - перевірка ходу механізму управління паливоподачі дизельного генератора і видалення захисних прокладок під вентиляційними решітками силового генератора. Тепер можна приводити в робочий стан і підключати акумуляторні батареї. Пуск не проводити без вимірювання опору ізоляції електричної схеми установки і окремих її вузлів.

Перевіривши надійність заземлення електростанції, відкривають кран на паливному баку, пробку випуску повітря на паливному фільтрі тонкого очищення і ручним насосом прокачують систему до тих пір, поки з трубки зливу не покажеться рівний струмінь палива без бульбашок повітря. Потім пробку закривають і проводять пуск генератора.

Лекція 9

Тема. Організація та виконання електромонтажних робіт заземлення і занулення в електроустановках

План

1. Основні поняття про заходи захисту людей і тварин від ураження електричним струмом.
2. Занулення, заземлення, пристрої вирівнювання електричних потенціалів.
3. Занулення у сільських електроустановках
4. Пристрої вирівнювання електричних потенціалів
5. Застосування малої напруги

1. Основні поняття про заходи захисту людей і тварин від ураження електричним струмом.

При безпосередньому впливі на людину або сільськогосподарську тварину, електричного струму або електричної дуги вони можуть отримати ушкодження, тобто електричну травму, яка призводить до загибелі або тяжких порушень діяльності організму.

Для запобігання електротравматизму використовують систему забезпечення електробезпеки, яка об'єднує електрозахисні заходи, способи і засоби.

Електрозахисні заходи розподіляють на організаційні та технічні.

Під *організаційними* заходами розуміють виконання загальних правил, які направлені на запобігання електротравматизму при роботі або знаходженні в електроустановках:

- встановлення особистої відповідальності осіб, які організовують і виконують роботи;
- оформлення наряду-допуску;
- нагляд під час роботи;
- оформлення закінчення робіт та ін.

Технічні заходи направлені на попередження небезпечних ситуацій і є сукупністю дій: відключення всієї установки, виключення помилкової подачі напруги, встановлення знаків безпеки,

Електрозахисні способи об'єднують використання технічних прийомів і пристроїв:

- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання електричного потенціалу;
- автоматичне захисне відключення;
- застосування малих напруг;
- ізоляцію струмопровідних частин;
- використання огорожувальних пристроїв;
- використання попереджувальної сигналізації.

Електрозахисні засоби:

- переносні вироби;
- діелектричні боти;
- рукавички;
- вказівники напруги та ін.

2. Занулення, заземлення, пристрої вирівнювання електричних потенціалів.

Заземлення - навмисне електричне з'єднання будь-якої частини електроустановки із заземлювальним пристроєм, що складається із заземлювача і заземлювальних провідників [14, 12, 53, 59].

Заземлення виконує дві основні функції:

- утворення умов швидкого відключення замикання на землю;
- зменшення до необхідних меж можливої напруги дотику.

Ідеальним заземленням вважають екіпотенційну поверхню, за яку може правити поверхня землі або велика металева плита, внаслідок чого різниця потенціалів між довільною точкою цієї поверхні та будь-яким заземленим устаткуванням дорівнюватиме нулю. Якщо через систему заземлення та ґрунт (землю) протікає струм, то різниця потенціалу буде нульовою лише в тому випадку, коли нульовим буде опір на шляху протікання струму. У реальних умовах спроба досягти надійних параметрів системи заземлення є намаганням досягти якнайменших значень цього опору, однак у реальних умовах цей опір відрізняється від нуля. Величина опору, або найчастіше активного опору заземлення, визначається передусім

властивостями та конструкцією елементів системи заземлення, головним чином заземлювачів й характером та провідністю ґрунту, але також параметрами струму, який протікає: його амплітудою, частотою або швидкістю наростання струму, коли йдеться про блискавку.

Вимоги до заземлень містяться у відповідних вітчизняних та міжнародних нормах й передусім стосуються граничних припустимих значень активного опору, або опору заземлення, котре залежить від функції, яку це заземлення має виконувати, - захист від ураження електричним струмом, забезпечення нормального функціонування електроустаткування чи надійний захист від блискавки та перенапруг.

Відповідно до вимог, яким має відповідати заземлення, вони поділяються на:

- захисне заземлення, яке має на меті захист людей та тварин від ураження електричним струмом;
- робоче заземлення, яке забезпечує належне функціонування електричних, телекомунікаційних та радіоустановок, що також має назву функціонального заземлення;
- заземлення системи блискавко захисту, що має на меті безпечне розтікання у ґрунті струмів розрядів блискавки.

Окремі види заземлень об'єднуються в одну спільну систему заземлення, зокрема в будівельних об'єктах, які потребують захисту від блискавки та перенапруг внутрішньобудинкової мережі живлення та устаткування низької напруги разом із приєднаними до них технічними пристроями.

ОСНОВНИМ елементом заземлення є *заземлювачі*, або розташовані у ґрунті струмопровідні елементи, які призначені для безпечного розтікання струму, який відводиться.

Найбільш розповсюджені на практиці штучні заземлювачі, тобто металопрофілі, прутки, проводи або смуги, які розташовані у ґрунті вертикально-шпилькові або горизонтально-контурні заземлювачі. Заземлювачі можуть бути виготовлені із окремих вертикальних чи горизонтальних елементів - вони називаються зосереджувальними заземлювачами, або у випадку, коли вони поєднані між собою, утворюють системи складних заземлювачів розгалуженої конфігурації - наприклад, променеві, контурні чи гратоподібні заземлювачі (рисунок 1).

Характерним параметром, що окреслює електричні властивості заземлення, є опір заземлення, тобто опір об'єму ґрунту у зоні між заземлювачем та довільним пунктом верхнього шару ґрунту, потенціал котрого не підлягає змінам під впливом струму, який протікає через даний заземлювач або системну заземлювачів, або так звана земля віднесення. Властивості заземлень при протіканні постійного або змінного струму частотою 50 називаються *статичними властивостями*, а опір заземлення - статичним опором.

Припустимі значення статичного опору визначаються нормами рекомендаціями й стосуються як вимог до заземлень, які забезпечують захист від ураження струмом, так і заземлювачів систем захисту від блискавки. Деякі значення статичного опору заземлення згідно з вітчизняними нормами наведені у таблиці 1

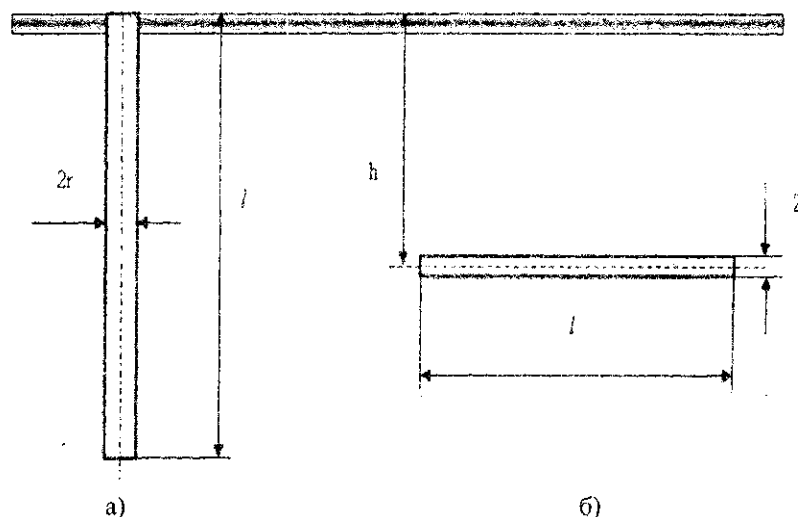


Рисунок 1 - Штирьовий (а) та горизонтальний заземлювач (б)

Таблиця 1 - Допустимі значення опору заземлення

Вид заземлення	Допустимі значення опору заземлення, Ом	Нормативний документ
1	2	3
Захист від статичної електрики	< 100,0	ДНАОП 0,00-1.24-97 "Правила захисту від статичної електрики"
Робоче заземлення	< 4,0	ДНАОП 0.00-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок"
Медичні установи;		
повторне заземлення	< 10 (4,0)	ДСТУ Б.В.2.5.-38:2008
технологічне для мед-устаткування	<2;0	ДСТУ Б.В.2*5,-38:2008

3. Занулення у сільських електроустановках

Занулення - навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою при ушкодженні ізоляції або при падінні на ці частини фазного проводу, який обірвався.

Захист від ураження електричним струмом заснований на неухильному дотриманні двох принципів електробезпеки, перший з яких свідчить, що небезпечні струмопровідні частини електроустановки повинні бути недоступні, а другий - що доступні провідні частини повинні бути небезпечними як в нормальних експлуатаційних, так і в аварійних умовах за наявності несправності.

Основним призначенням занулення є забезпечення відключення ділянки мережі, на якій відбулося замикання провідників, що знаходилися під напругою, на замулені частини установок.

При напрузі до 1000 В у електроустановках з глухозаземленою нейтраллю або з глухозаземленим виведенням джерела однофазного струму, або з глухозаземленою середньою точкою постійного струму повинне бути викопане занулення.

Застосування в таких електроустановках заземлення корпусів електроприймачів без їх занулення забороняється.

В електроустановках з ізолюваною нейтраллю повинне бути виконане заземлення і передбачена можливість виявлення і швидкого знаходження замикання на землю.

Застосування занулення в електроустановках з ізолюваною нейтраллю не допускається.

Заземленню або замуленню підлягають;

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників, приводи електричних апаратів;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- каркаси розподільних щитів, щитів і пультів управління, щитків і шаф;
- металеві конструкції розподільних пристроїв, металеві, кабельні конструкції металеві кабельні сполучні муфти, металеві оболонки і броня силових і контрольних кабелів, металеві оболонки проводів, сталеві труби електропроводки, корпуси шипопроводів, лотки, коробки і сталеві смуги, на яких укріплені кабелі і дроти (окрім тросів і смуг, по яких прокладені кабелі із заземленою або замуленою оболонкою або бронею), і інші металеві конструкції, пов'язані з установкою електроустаткування металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів.

Заземленню або замуленню не підлягають:

- корпуси електроприймачів з подвійною ізоляцією, а також корпуси в, що підключаються до мережі через роздільний трансформатор;
- рейкові шляхи (окрім кранів), що виходять за територію електростанцій, підстанцій, розподільних пристроїв і промислових підприємств.

Слід зазначити, що в електричних мережах напругою нижче 1000 В з системами заземлення TN-C-S, TN-S, TT і IT для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом у разі дотику до відкритих струмопровідних частин, що опинилися під напругою унаслідок порушення ізоляції частин, окрім захисного

заземлення з нормованим опором, згідно з вимогами ПУЕ ЕСУ повинен застосовуватися також пристрій захисного відключення від прямого випадкового дотику до струмопровідних частин електроустановки.

4. Пристрої вирівнювання електричних потенціалів

Вирівнювання електричних потенціалів - один із основних способів електричного захисту. Захист застосовується між струмопровідною підлогою або ґрунтом з одного боку і доступними для дотику до металевих неструмопровідних частин, електроустановки і технологічного обладнання з іншого боку.

Цей спосіб застосовується для забезпечення електричної небезпеки тварин на тваринницьких фермах,

Принцип дії ВЕП полягає в зменшенні до допустимих значень різниці електричного потенціалу, що потрапляє на тіло людини або тварини, яка знаходиться на підлозі і торкається до металевих неструмопровідних частин, які знаходяться під напругою.

У даний час розроблена і широко застосовується для дослідження і прогнозування аварійного стану заземлювальних пристроїв об'єктів електроенергетики методика розрахунку на ЕОМ. складних заземлювальних пристроїв з урахуванням неоднорідної структури ґрунту і ряду інших чинників. Саме за допомогою металевих сіток на території електричної підстанції, де зосереджено багато одиниць високовольтного електроустаткування, простіше і найефективніше вдасться здійснити потрібний за умовами електробезпеки рівномірний розподіл електричних потенціалів, як би "підперши" їх і тим самим вирівнявши, в окремих точках підстанції. В принципі, аналогічний ефект може бути отриманий (правда, з набагато меншим успіхом) також шляхом істотної зміни конфігурації самого заземлювача і його заглиблення в ґрунт, а при застосуванні і групових заземлювальних електродів - шляхом їх оптимального розміщення. Проте такий спосіб отримання рівномірного розподілу потенціалів є дорогим на практиці не застосовується. Металеві сітки, що розміщуються в ґрунті на території відкритого розподільного пристрою (або під підлогою виробничого приміщення), призначені для вирівнювання електричного потенціалу, прийнято називати вирівнювальними силами. Такі сітки зазвичай виконують з тих, що перехрещуються під поверхнею ґрунту і сполучених між собою металевих голих приводів або шин: Це дозволяє найбільш природним чином створити на всій території електричної підстанції і в безпосередній близькості від неї по зовнішньому периметру розподіл електричних потенціалів, що плавно змінюється і забезпечує необхідний ступінь безпеки.

Усередині виробничих приміщень вирівнювання електричних потенціалів в більшості випадків відбувається: природним чином за рахунок наявності в них МЕТАЛОконструкцій, трубопроводів, кабелів тощо, які пов'язані розгалуженою мережею заземлення. У випадку недостатньо розгалуженої мережі заземлення по контуру приміщення розміщують сталеву або мідну смугу заземлення, пов'язану із заземлювачем. Конструкції, які заземлюються, з'єднуються з шиною заземлювальними провідниками, перетин яких вибирається з умов механічної міцності або термічної: стійкості і до струмів замикання.

Розташування заземлювальних магістралей уздовж рядів встановленого на електричній підстанції електроустаткування визначає план підстанції ЦІ магістралі, по суті, і складають основу вирівнювальних сіток, Звичайне електроустаткування на підстанції розміщують на стороні високої напруги у вигляді наступних рядів: лінійні роз'єднувачі, лінійні вимикачі, низинні роз'єднувачі ліній, які відходять, шинні роз'єднувачі трансформаторів, вимикачі трансформаторів. Приблизно таким чином розміщують електроустаткування і на боці напруги нижче 1000 В. Уздовж всього фронту устаткування, на кожній лінії його установки, прокладають систему паралельних смуг (шин) для підключення заземлювальної проводки, що йде до устаткування, яке заземлюється. В той же час ці смуги (шини) забезпечують вирівнювання потенціалів на території підстанції. У разі недостатньої кількості вирівнювальних смуг для вирівнювання електричних потенціалів прокладають додаткові смуги.

Враховуючи основне призначення вирівнювальних заземлювальних смуг, їх слід укладати не ближче ніж на відстані 0,8-1 м від устаткування, яке заземлюється, і від стін, При такому укладанні смуг людина зможе торкнутися цього устаткування, знаходячись тільки за цими смугами, а не перед ними.

З метою максимального зменшення напруги дотику вирівнювальну сітку розміщують якомога ближче до поверхні землі. Для набуття ж найменших значень напруги кроку сітку необхідно заглиблювати. Тому там, де вирішується завдання забезпечення необхідних значень напруги дотику, сітку треба розташувати можливо ближче до поверхні землі, а там, де ця вимога відсутня (територія підстанції тісна), сітку слід заглибити. Такі рішення найбільш раціональні, проте на практиці для спрощення будівельно-монтажних робіт в більшості випадків вдаються до «уніфікації», яка полягає в тому, що всю вирівнювальну сітку на всій території підстанції укладають на одній глибині, зазвичай на відстані від 0,5 до 0,9 м від поверхні ґрунту.

5. Застосування малої напруги

Згідно з ГОСТ 12.1.009-76 (1999) мала напруга - це номінальна напруга не більше 42 В, використана в цілях зменшення небезпеки ураження електричним струмом (як самостійний захисний захід). Корпуси електроприймачів з малою напругою не потребують занулення або заземлення, окрім пристроїв електрозварювань і електроприймачів, працюючих у вибухонебезпечних приміщеннях.

Мала напруга застосовується, наприклад, для живлення місцевого освітлення на верстатах, для деяких типів електрифікованого інструменту, який, згідно з Правилами, при напрузі 36 В може використовуватися в приміщеннях з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом не тільки без заземлення або занулення, але і без ізолюючих захисних засобів. В особливо небезпечних приміщеннях і поза приміщеннями захисні засоби необхідні при будь-якій напрузі електрифікованого інструменту.

Знижувальні трансформатори на випадок пробою ізоляції між обмотками повинні бути занулені або заземлені залежно від режиму нейтралі живлячої мережі (заземлена або ізольована). Заборонено застосовувати автотрансформатори, резистори або реостати, включені за схемою потенціометра для живлення електроприймачів малої напруги.

Як самостійний захисний спосіб або на додаток до інших, наприклад, до застосування малої напруги, можна застосовувати розділяючі трансформатори і перетворювачі частоти або частоти струму, наприклад, електромашинні перетворювачі частоти.

Розділяючий трансформатор - це спеціальний трансформатор, призначений для відділення приймача електричної енергії від первинної електричної мережі і мережі занулення або заземлення. Ні корпус електроприймача, ні вторинна обмотка розділяючого трансформатора не повинні занулюватися або заземлятися на відміну від вторинної обмотки просто знижувального трансформатора, але корпус самого трансформатора повинен бути занулений.

Згідно з Правилами [11,79], первинна напруга цього трансформатора повинна бути до 1000 В (наприклад, 220 або 380 В), а вторинна номінальна напруга - до 380 В, тобто трансформатор може знижувати напругу, наприклад, до малого, але може і мати коефіцієнт трансформації, близький до одиниці, наприклад, 220/230 В.

Ізоляція розділяючого трансформатора повинна мати підвищену надійність (витримувати підвищену випробувальну напругу). Зі сторони первинної напруги розділяючий трансформатор повинен бути захищений плавким запобіжником з номінальним струмом плавкої вставки не більше 15 А або автоматом з таким же струмом уставки. Потужність однофазного розділяючого трансформатора з первинною номінальною напругою 380 В не може перевищувати 5,7 кВА. Крім того, потрібно, щоб від розділяючого трансформатора живився тільки один електроприймач по порівняно коротких проводах з надійною ізоляцією. При цьому у разі пробою ізоляції в електроприймач і на корпус, наприклад, попліну одного із затисків однофазного електроприймача, на корпусі з'явиться напруга щодо другого затиску, але не щодо землі, оскільки жодна точка вторинного кола не пов'язана із землею, а виток через ізоляцію між жилами вторинної проводки і землею можна нехтувати, коли проводка коротка і не розгалужена, а ізоляція її надійна. Таким чином, струм, що протікає через тіло людини, яка торкається електроприймача, що живиться через розділяючий трансформатор, при пошкодженні ізоляції в приймачі буде досить малим, практично невідчутним і безпечним.

Не дозволяються використовувати розділяючий трансформатор для декількох електроприймачів, по-перше, тому, що вторинна проводка при цьому стає більш розгалуженою і протяжною, при цьому ростуть активна і ємнісна провідність через ізоляцію на землю, по-друге, тому, що в різних електроприймачах можуть послідовно статися пошкодження ізоляції, наприклад, поблизу різнойменних затисків. Тоді через людину, яка доторкнулася до корпусу пошкодженого електроприймача, піде струм під дією вторинної напруги трансформатора.

Згідно з ГОСТ 12.2.007 (2001) всі електричні вироби за способом захисту людини від ураження електричним струмом діляться на п'ять класів: 0, 0I, I, II і III.

Зокрема, до класу I відносяться вироби, що мають робочу ізоляцію, елемент для заземлення (занулення) корпусу (гвинт або болт, спеціально призначений для цієї мети), привід живлення із заземлювальною (занулювальною) жилою і а зі штепсельною вилкою на кінці, яка забезпечена заземлюваним (занулювальним) контактом. До класу II відносяться вироби з подвійною або посиленою ізоляцією всіх частин, які доступні до дотику, щодо частин, які знаходяться під напругою.

До класу III відносяться вироби, що не мають ні зовнішніх, ні внутрішніх електричних кіл з напругою вище 42 В за умови; що живлення здійснюється або через трансформатор, або перетворювач частоти, або безпосередньо від джерела напруги не вище 42 В при номінальному навантаженні, і не вище 50 В при холостому ході. Трансформатор і перетворювач частоти не мають електричного зв'язку між вхідною і вихідною обмотками, а мають між ними подвійну або посилену ізоляцію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сібікін, Ю. Д. Довідник електромонтажника: навчальний посібник для початкової професійної освіти / Ю. Д. Сібікін. - 4-е изд., Стер. - Москва ; Берлін: Директ-Медіа, 2014. - 331 с.
2. Сібікін, Михайло Юрійович Монтаж, експлуатація і ремонт електрообладнання промислових підприємств і установок. / Сібікін Михайло Юрійович. - М.: РадіоСофт, 2019. - 963 с.
3. Акімова, Н. А. Монтаж, технічна експлуатація та ремонт електричного і електромеханічного устаткування: / Н. А. Акімова, Н. Ф. Котеленець, Н. І. Сентюріхін. - 13-те вид., Стереотип. - Москва: Академія, 2016. - 299, с
4. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х.: Видпнмицтво «Форт», 2017. - 760 с.
5. Монтаж, налагодження та експлуатація електроустаткування. Навчальний посібник Грунтович Микола Васильович. Інфра-М, 2020, ISBN 978-5-16-015611-8, 271 с.
6. Електричні машини та апарати. Навчальний посібник Аполлонський Станіслав Михайлович. КноРус, 2021, ISBN 978-5-406-08022-1, 388 с.
7. Яковлєв В.Ф., Тимошенко Г.А., Литвин А.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Монтаж електрообладнання і систем керування». Суми, 2012 рік.
8. ДБН - всі будівельні норми України на порталі ДБНУ URL: <https://dbn.co.ua> > load > dbn
9. Правила безпечної експлуатації електроустановок URL: <https://leg.co.ua/knigi/pravila/pravila-bezpechnoyi-ekspluatatsiyi-elektroustanovok-spozvivachiv.html>
10. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: - Навчальний посібник – Львів «Магнолія 2006» 2008 – 180с.
11. Мазепа С.С., Марущак Я.Ю., Куцик А.С. Електрообладнання промислових підприємств. Навчальний посібник – 2-ге вид., стереот. – Львів: «Магнолія 2006», 2008 – 260с.
12. Гамола О.Є., Коруд В.І., Мадай В.С., Мусихіна Н.П. Електротехнічний практикум: Навчальний посібник / За заг. ред В.І. Коруда – Львів: «Магнолія 2006», 2009 – 194с.
13. Стахін П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Є. Черніван В.Я., Мусахіна Н.П. Основи електротехніки з елементами мікроелектроніки: Навчальний посібник – 2-ге вид., стереотип – Львів: «Магнолія плюс» Видавець СПД ФО В.М. Піча, 2006 – 225с.
14. Коруд В.І., Гамола О.Є. Малинівський С.М. Електротехніка: Підручник / За заг. редакцією В.І. Коруда – 3-тє вид., переобл. і доп. – Львів: «Магнолія 2006», 2007 – 447с.
15. В.К. Мурзін. Загальна електротехніка. – Полтава. «Кременчук», 2001. -323с.
16. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електротехніка та мікромхсхемотехніка: теорія і практикум. – К., Каравела, 2003 – 368с.
17. Паначевний Б.И. Курс электротехники. – Х. – Ростов на Дону, 202. – 288с.
18. Електричні системи та мережі [Текст] : навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів / Г. О. Шеїна ; Держ. вищ. навч. закл. "Донец. нац. техн. ун-т". - Покровськ : ДВНЗ "ДонНТУ", 2020. - 200 с.
19. Карякін, Р. Н. Заземлюючі пристрої електроустановок: довідник / Р. Н. Карякін. - М.: Енергосервіс, 2006. - 519 с.
20. Правила влаштування електроустановок: Усі діючі розділи ПУЕ-6 та ПУЕ-7 [Текст] : 6 випуск (з ізм. та доп. станом на 1 вересня 2006 р.). - Новосибірськ: Сиб. унів. вид-во, 2006. - 854 с., Іл.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

**МОНТАЖ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І
СИСТЕМ КЕРУВАННЯ**

Конспект лекцій

для студентів інженерно-технологічного факультету
зі спеціальності: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
денної та заочної форм навчання

Суми - 2023

МОНТАЖ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Конспект лекцій

для студентів інженерно-технологічного факультету
зі спеціальності: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
денної та заочної форм навчання

Сумський НАУ, вул. Г. Кондратьєва 160

Підписано до друку 2023 р. Тираж 20 прим. Гарнитура. Times New Roman.
Умовн. Друк. арк. 2,0 замовл.
