

# 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МОНТАЖУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

## 1.1. Основні 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 EN 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 проектної документації для будівництва.
7. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
8. Державні санітарні норми і правила захисту населення від електромагнітних випромінювань (Київ, УНГЦ МОЗ, 1996).
9. СОУ – Н ЕЕ 21.262:2008 Кліматичне забезпечення будівництва та експлуатації електричних мереж. – К.: ОЕП “ТРИФРЕ”, 2008. – 35 с.
10. Відомчі інструктивні вказівки, монтажні інструкції заводів-виробників обладнання.

Нормативні документи встановлюють комплекс вимог, які обов'язкові при проектуванні, виконанні будівельних и монтажних робіт.

Всі учасники будівництва в процесі виробництва зобов'язані дотримуватися вимог державних стандартів та інших нормативних документів.

Стандартизація – це 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 – це раціональне скорочення кількості типорозмірів конструкцій, деталей, устаткування, розробка технічних рішень багатоцільового використання для різнорідних 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 взаємоув'язки усіх розмірів елементів будинків, будівельно-монтажних виробів і устаткування на базі основного модуля, рівного 100 мм (позначається буквою М). Для визначення

9. Плани мереж освітлення.
- 10.Схема системи зрівнювання потенціалів.
- 11.Специфікація матеріалів і устаткування.

### **1.3. Мережеве планування електромонтажних робіт**

Після виконання проекту виконують приєднання електроустановки замовника до електричної мережі поетапно [7, 12]:

1. Визначення замовником проектної організації, яка розроблятиме на договірних умовах із замовником відповідну проектну документацію;
2. Подання замовником власнику мереж заявки про приєднання його електроустановки до електричної мережі, документів, необхідних для видачі технічних умов приєднання та оплати замовником вартості видачі технічних умов приєднання;
3. Підготовка власником електричних мереж проекту договору про приєднання та технічних умов приєднання.

Після складання проекту електропостачання він повинен бути узгоджений в службах Енергонагляду і Енергозбуту.

Для узгодження проекту потрібні наступні основні документи:

1. Довідка БТІ. Акт розмежування балансової приналежності;
2. Свідоцтво про реєстрацію (для юридичних осіб);
3. Договір оренди житлового приміщення, довідка про приватизацію житлового приміщення (для фізичних осіб);
4. Технічні умови або дозвіл на приєднання потужності до мережі електропостачальної організації "Обленерго".

Регламент робіт під час виконання проекту, монтажу і наладки об'єктів енергозабезпечення і автоматизації агропромислових підприємств включає в себе:

Підготовчі роботи:

1. Проведення передпроектного обстеження, оцінка складності і об'єму робіт.
2. Вибір необхідного устаткування, узгодження із замовником технічних вимог до устаткування.
3. Розробка технічних пропозицій (ТП) і попередніх принципових схем.

4. Узгодження ТП із замовником і розробка технічного завдання (ТЗ).
5. Узгодження ТЗ із замовником, субпідрядними організаціями.
6. Калькуляція вартості устаткування, виходячи з узгоджених із замовником умов і об'ємів.
7. Розрахунок кошторисів на виробництво.
8. Формування комерційної пропозиції на основі калькуляції устаткування і кошторисних розрахунків на виконання робіт.
9. Підписання договірної документації.
10. Замовлення на постачання необхідного устаткування.

#### Проектування:

1. Розробка принципів і монтажних схем, конструктивних рішень.
2. Випуск комплексу проектної документації і узгодження із замовником.
3. Проведення експертизи проекту і узгодження зі службами нагляду.
4. Оформлення фінансових документів.
5. Шеф-нагляд на об'єкті.

#### Монтаж, загальні питання:

1. Підготовчі роботи на об'єкті, розробка плану виробництва, узгодження із замовником і субпідрядниками термінів і умов проведення монтажу.
2. Демонтаж старого устаткування і підготовка об'єкту під монтаж.
3. Постачання устаткування для монтажу на об'єкті.
4. Монтаж устаткування, шеф-нагляд за роботою субпідрядників.
5. Щомісячне оформлення “Актів виконаних робіт і інших фінансових документів”, контроль проведення оплат, зокрема субпідрядним організаціям.

### **1.3.1. Монтаж електричних силових кіл**

Проект електропостачання розробляється на підставі технічного завдання “Замовника”, архітектурно-будівельних креслень і Дозволу на приєднання потужності до мережі електропостачальної організації.

Після узгодження приступають до виконання електромонтажних робіт.

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 установа 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.

## **1.2. Проект виробництва робіт**

Проект є підставою для планування капіталовкладень, укладання договорів на будівництво і замовлення електрообладнання. Проект складається відповідно до діючих норм і правил.

Проектно-кошторисною документацією називають технікоеконімічну документацію, яка визначає об'єм, послідовність і вартість будівництва об'єкту.

До складу проекту зазвичай входять:

1. Склад проекту.
2. Відомість документів, на які є посилання.
3. Загальні вказівки.
4. Розрахунок зовнішнього контуру заземлення.
5. Загальна однолінійна принципова схема електроживлення.
6. Однолінійні схеми щитів живлення і силових щитів.
7. Плани силових мереж.
8. Плани зовнішніх кабельних ліній.

Електромонтажні роботи повинні виконувати організації, які мають відповідні ліцензії. Це гарантує якість робіт, а також дотримання норм виконання електромонтажних робіт цією організацією.

Змонтовані відповідно до проекту електричні мережі і устаткування проходять лабораторні випробування, які також повинна проводити організація, що має електротехнічну лабораторію і ліцензію на проведення таких робіт.

До складу випробувань входить [11, 12]:

- перевірка стану елементів заземлюючих пристроїв електроустановок;
- перевірка наявності кола і вимірювання перехідних опорів між заземлювачами і провідниками, що заземляються, устаткуванням (елементами), що заземляється, і заземлюючими провідниками;
- вимірювання питомого опору ґрунту;
- вимірювання опору заземлюючих пристроїв всіх типів;
- вимірювання опору петлі "фаза-нуль" в установках напругою до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю;
- вимірювання опору ізоляції кабелів, обмоток електродвигунів, апаратів, вторинних кіл і електропроводок, електроустаткування напругою до 1 кВ;
- перевірка спрацьовування захисту при системі живлення із заземленою ізольованою нейтраллю;
- перевірка і випробування уставок автоматичних вимикачів ліній живлення та пристроїв захисного відключення;
- перевірка спрацьовування захисту, виконаного плавкими вставками в електроустановках до 1 кВ, калібрування плавких вставок;
- перевірка автоматичних вимикачів в електричних мережах напругою до 1 кВ на спрацьовування по струму;
- вимірювання перехідних контактів і опорів обмоток електричних машин і трансформаторів;
- вимірювання опору постійному струму обмоток силових трансформаторів і масляних вимикачів;

- випробування підвищеною напругою кабельних ліній і електроустаткування напругою до 1 кВ;
- випробування і вимірювання характеристик трансформаторів напруги і трансформаторів струму напругою до 1 кВ;
- перевірка пристроїв релейного захисту, автоматики і телемеханіки;
- перевірка схем аварійного освітлення;
- вимірювання опору розтіканню струму заземлюючого пристрою;
- перевірка схем блискавкозахисту.

Після проведення лабораторних вимірювань приступають до здачі об'єкту представнику (інспекторові) “Енергонагляду”.

### **1.3.2. Документація для здавання**

Приєднання електроустановки замовника здійснюється власником електричних мереж на підставі договору про приєднання, який укладається за взаємною згодою між власником електричних мереж та замовником на підставі “Правил приєднання електроустановок до електричних мереж”.

### **1.3.3. Перелік документів**

Перелік документів:

- проект електропостачання, виконаний організацією, що має ліцензію і копію ліцензії проектної організації;
- комплект сертифікатів на змонтоване електроустаткування;
- договір з організацією на проведення монтажних робіт і ліцензія цієї організації;
- акт про приймання та здачу робіт за цим договором;
- технічний звіт лабораторії електричних вимірювань про проведені випробування, виконані організацією, і її ліцензія на право проведення випробувань, а також свідоцтво лабораторії, яке видане Енергонаглядом;
- договір на обслуговування електроустаткування з організацією (та її ліцензія) або договір з приватною особою – електриком 4– 5 групи з посвідченням Енергонагляду.

Після представлення всіх документів представнику (інспекторові) Енергонагляду і перевірки інспектором стану змонтованої системи електропостачання складається акт про введення в експлуатацію, який підписується інспектором Енергонагляду.

На підставі акту складається договір електропостачання з Енергозбутом.

Інспектор Енергозбуту перевіряє правильність монтажу приладів обліку і пломбує їх, після чого дозволяється використання електроенергії.

#### **1.3.4. Інженерна підготовка виробництва**

Впровадження інженерної підготовки виробництва у спеціалізованих організаціях і постійне її виконання підвищують продуктивність праці та якість електротехнічних робіт, скорочують строки виконання робіт. Розглянемо структуру електромонтажної організації. В загальну структуру (рисунок 1.1) входять диспетчерська служба, групи проектувальників, керування виробничо-технологічної комплектації, пусконаладжувального керування, керування механізацією, центральні майстерні електромонтажних заготівель, житлово-експлуатаційна контора, навчальний центр, експериментально-технологічна ділянка, електротехнічна лабораторія (ЕТЛ) (рисунок 1.2), лабораторія економічного аналізу.

Одним із головних завдань інженерної практики виробництва є перехід кожної електромонтажної спеціалізованої організації до єдиної системи, побудованої на базі широкого використання типових технічних рішень на розробку, виготовлення та монтаж укрупнених складових частин і блоків електричного обладнання, типових технічних ліній, оснащення засобів малої механізації, а також стандартних бланків звітної виробничої документації.



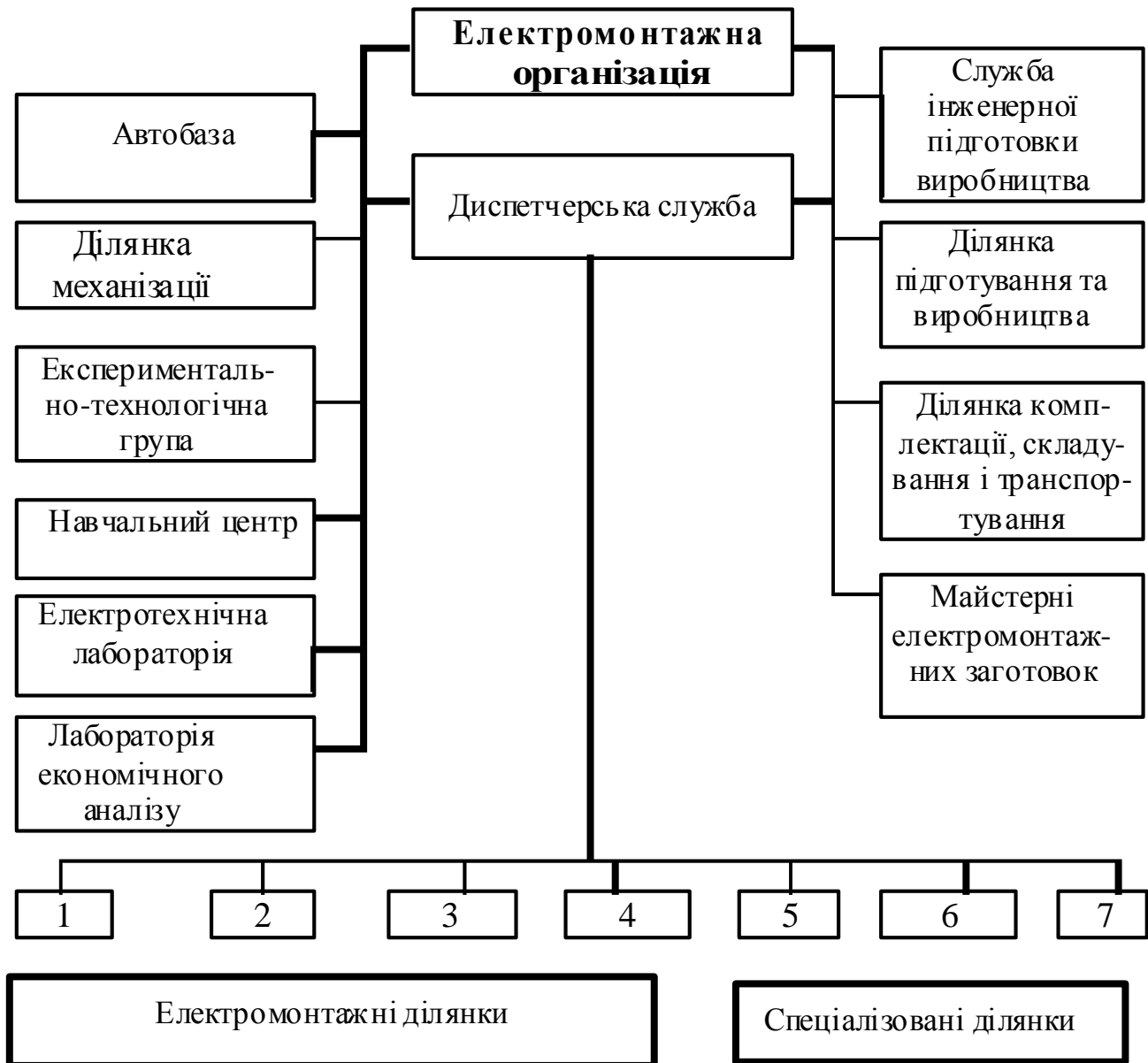


Рисунок 1.1 – Схема загальної структури електромонтажної організації

Для здійснення інженерної підготовки виробництва електромонтажних робіт створюють службу інженерної підготовки виробництва, підпорядковану головному інженеру. Крім постійного складу служби, до інженерної підготовки робіт залучають інженернотехнічних працівників дільниць, які згодом керуватимуть роботами на об'єктах. До служби підготовки виробництва входять групи інженерної підготовки виробництва, кошторисно-договірної документації та комплектації, транспорт та монтажні-заготівельні матеріали.



Рисунок 1.2 – Електротехнічна лабораторія

## 1.4. Організація пусконаладжувальних робіт

### 1.4.1. Загальні положення по організації пусконаладжувальних робіт

Пусконаладжувальні роботи (ПНР) в енергоустановках є спеціалізованою, завершальною частиною електромонтажних робіт.

ПНР переслідує мету забезпечення заданих (проектних) енергетичних і технічних параметрів технологічної установки, а також надійності її роботи на весь нормований термін служби.

Від того, на скільки правильно організовані ПНР, залежить своєчасність забезпечення енергією (електро-, тепло-, газо-, пневмо- тощо) проєктованого об'єкту, а від якості цих робіт – економічність і безперебійність роботи даного об'єкту.

Об'єм і номенклатура визначаються технологічними умовами роботи електроустаткування, а також об'ємом і нормами випробувань, що визначаються ПТЕ [54].

Спеціалізовані налагоджувальні організації укомплектовані високопрофесійними спеціалістами і оснащені парком необхідних приладів і апаратурою для іспитів.

Типова структура організації пусконалагоджувальних робіт представлена на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 – Типова структура пусконалагоджувальної організації

У межах пусконалагоджувальної організації створюються групи або бригади за функціональними ознаками, тобто за видами робіт, які вони виконують: налагодження контрольно-вимірювальних приладів і автоматики, випробування ізоляції, налагодження електротехнічного устаткування (електроприводів, електротехнологічних, освітлювальних і опромінювальних установок та ін., налагодження систем сигналізації і телемеханіки, налагодження і випробування пристроїв заземлення та ін.). Як правило, в складі організації є електровимірювальна лабораторія і майстерня, в яких зберігається, ремонтується, перевіряється і налаштовується усі електровимірювальні прилади і випробувальне обладнання. Технічний кабінет призначений для проведення занять з підготовки спеціалістів і проведення видів пусконалагоджувальних робіт, інструктажів, зберігання необхідної технічної літератури і проектної документації.

Очолує пусконалагоджувальну організацію керівник, в прямому підпорядкуванні якого знаходяться заступник і головний інженер. У безпосередньому підпорядкуванні головного інженера знаходиться технічний відділ і головні спеціалісти, які організують планування і виконання всіх видів пусконалагоджувальних робіт на об'єктах.

Роботи на об'єктах виконуються на підставі договорів із замовником, які можуть бути дирекціями експлуатуючих підприємств або об'єктів будівництва.

#### **1.4.2. Основні етапи ПНР**

Основними етапами ПНР є:

- 1) підготовка до виконання ПНР;
- 2) виконання ПНР;
- 3) роботи, що виконуються після закінчення монтажу;
- 4) роботи, що виконуються після введення експлуатаційного режиму;
- 5) приймання здача пусконалагоджувальних робіт

Підготовка до виконання ПНР включає:

- 1) вивчення і аналіз проекту, внесення виправлень у відповідні схеми з метою виключення переробок схем після монтажу;
- 2) складання проекту виробництва ПНР (визначення об'єму майбутніх ПНР, чисельність і кваліфікація технічного персоналу, організація підготовки персоналу);
- 3) складання, узгодження графіка ПНР, підбір необхідної нормуючої і регламентуючої документації;
- 4) підготовка парку КВП для проведення вимірювань і випробувань;
- 5) забезпечення керівником на місці проведення робіт необхідних для цього умов (визначення приміщень для зберігання КВП, перевірка і налаштування окремих блоків та ін.).

Виконання ПНР включає:

- 1) роботи, що проводяться поза зоною монтажу (перевірка відповідності КВП, комплектуючих пристроїв проекту, налаштування і регулювання окремих блоків);

2) роботи, що проводяться спільно з монтажем (перевірка відповідності встановленого електроустаткування проекту, його комплектність і справність; перевірка монтажу вторинної комутації; перевірка заземлювальних пристроїв).

Роботи, що виконуються після закінчення монтажу:

- 1) перевірка правильності монтажу первинних і вторинних кіл;
- 2) перевірка апаратури, приладів, блоків захисту та ін. із зняттям необхідних характеристик;
- 3) проведення випробувань ізоляції силових кіл, розподільних пристроїв та іншого електроустаткування;
- 4) подача напруги на схему управління, захисту і сигналізації;
- 5) перевірка функціонування окремих елементів схем, вузлів і схеми в цілому;
- 6) підготовка документації (протоколи випробувань і наладки), тієї, що дає підставу для подачі енергії за постійною схемою.

*З моменту подачі напруги (енергоносія) в оперативні і силові кола, за постійною схемою на електроустановку вводиться експлуатаційний режим.*

Роботи, що виконуються після введення експлуатаційного режиму:

- 1) апробація електроприводів в ручному (або місцевому) режимі;
- 2) комплексна апробація схем без навантаження з імітацією можливих режимів для перевірки спрацьовування захисту, блокувань, сигналізації;
- 3) регулювання і настроювання електрообладнання на холостому ходу (х.х.) і під навантаженням відповідно до заданих (проектних) технологічних режимів;
- 4) зняття основних характеристик роботи блоків, пристроїв; д) закінчення обробки звітної документації.

Приймання задача пусконаладжувальних робіт включає:

- 1) оформлення спеціальним актом передачі замовнику документації по ПНР;
- 2) протоколи перевірки і наладки схем управління, автоматизації і сигналізації;
- 3) протоколи випробування і апробації високовольтного ЕТО та ін.;
- 4) протоколи випробувань електроприводів технологічних установок;

- 5) протоколи перевірки заземлювальних пристроїв;
- 6) протоколи перевірки опору ізоляції;
- 7) протоколи перевірки ЕУ високого тиску та ін.

*Всі виявлені в ході ПНР дефекти і недороблення записуються в журнал “Дефекти проекту, монтажу і устаткування”, який повинен зберігатися у керівника ПНР.*

Як під час проведення ПНР, так і під час подальшої експлуатації електроустаткування, для визначення його технічного стану, виявлення несправних вузлів застосовується система технічного діагностування.

### **1.5. Класифікація електроустановок за призначенням, родом установки, класом напруги**

Електроустановками (ЕУ) називається сукупність машин, апаратів, ліній і допоміжного обладнання, які призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її у інший вид енергії [53].

Електроустановки за умовами електробезпеки поподіляють Правилами на:

- електроустановки до 1 кВ;
- електроустановки понад 1 кВ.

За ступенем захисту від зовнішнього середовища ЕУ поділяють на:

- відкриті, або зовнішні, що не захищені будівлею від атмосферного впливу.

Електроустановки, які захищені тільки навісами, сітчастими огороженнями розглядають як зовнішні;

- закриті (внутрішні), що знаходяться в приміщенні, яке захищає від зовнішнього впливу.

### **1.6. Класифікація електроустановок, електроприміщень за умовами середовища та ступенем ураження електричним струмом**

Електричні приміщення – це приміщення або обгороджені частини їх, доступні тільки для обслуговуючого персоналу, у яких встановлене електрообладнання.

За умовами навколишнього середовища приміщення, у яких розташовуються електроустановки, поділяють на такі категорії:

- **сухі приміщення** – відносна вологість повітря не перевищує 60%. До них відносяться опалювані приміщення, гуртожитки, школи, житлові будинки, контори. За відсутності у них температури вище 35°C (раніше було 30°C) постійно або протягом доби, відсутні технологічний пил, активне хімічне середовище, вогне- та вибухонебезпечні речовини – нормальні приміщення.

- **вологі приміщення** – пара або волога, що конденсується, виділяється лише тимчасово, у невеликих кількостях, відносна вологість більша 60%, але не перевищує 75%. Це зали їдалень, сходові клітини, кухні житлових будинків;

- **сирі приміщення** – відносна вологість довгостроково перевищує 75%.

- **особливо сирі приміщення** – відносна вологість повітря близька до 100%, стеля, стіни, підлога і предмети, що знаходяться в приміщенні, покриті вологою. Це приміщення мийних у майстернях, кормоцехах для готування вологих кормів, теплиці, парники, а також зовнішні установки під навісом;

- **пиліві приміщення** – приміщення, в яких за умовами виробництва виділяється технологічна пилюка у такій кількості, що може осідати на проводи, проникати всередину машин, апаратів тощо: приміщення для подрібнення сухих концентрованих кормів, комбикормові заводи, склади цементу й інших сипучих негорючих матеріалів;

- **спекотні приміщення** – приміщення, в яких температура постійно або періодично більше доби перевищує 35°C;

- **приміщення з хімічно активним або органічним середовищем** – приміщення, в яких постійно або тривалий час утримуються агресивні пари, гази, рідини, які утворюють відкладення або цвіль, що руйнують ізоляцію і струмопровідні частини електрообладнання.

Відносно небезпеки ураження людей електричним струмом розрізняються:

- **приміщення без підвищеної небезпеки** – приміщення, у яких відсутні умови, що створюють підвищену й особливу небезпеку;

- **приміщення з підвищеною небезпекою** характеризуються наявністю в них однієї з наступних умов:

- вологості або струмопровідного пилу;
  - струмопровідних підлог (металеві, земляні, залізобетонні);
  - високої температури;
  - можливості одночасного дотику людини до частин металоконструкцій, будинків, технологічних апаратів, механізмів, які з'єднані з землею і до металевих корпусів електроустаткування;
- **особливо небезпечні приміщення** характеризуються наявністю однієї з умов:
- підвищеної вологості;
  - хімічно активного або органічного середовища;
  - одночасної наявності двох і більш умов підвищеної небезпеки.

Території розміщення зовнішніх установок порівнюють до особливо небезпечних приміщень.

Категорії розміщення електрообладнання:

- **перша**: електрообладнання, яке не потребує захисту від атмосферних опадів, підлягає збереженню на відкритих майданчиках – на відкритому повітрі.

- **друга**: електрообладнання, яке потребує захисту від прямого потрапляння атмосферних опадів і яке нечутливе до температурних коливань, підлягає збереженню в напіввідкритих складах під навісами – в приміщеннях під навісом.

- **третья**: електрообладнання та електричні конструкції, які потребують захисту від атмосферних опадів і вологості малочутливі до температурних коливань, а також усі дрібні деталі підлягають збереженню в закритих складах, які не мають опалення, у закритих приміщеннях із природною вентиляцією.

- **четверта**: прилади і відповідальні механізми, які чутливі до температурних коливань, підлягають збереженню в закритих складах, які мають опалення – в приміщеннях із штучними кліматичними умовами.

- **п'ята**: прилади, які не потребують захисту від впливу зовнішніх чинників, можуть зберігатися в приміщеннях із підвищеною вологістю.



## 1.7. Основні правила виконання електричних схем

### 1.7.1. 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».

### 1.7.2. 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 під час проектування і експлуатації енергетичного обладнання застосовують схеми: електричні принципіві, 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. Допускається 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).

Біля умовних графічних позначень елементів схем праворуч або зверху повинно бути вказано буквенно-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 принципів 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 в одне коло, послідовно один за одним по прямій, а окремі кола – поряд, у вигляді паралельних горизонтальних або вертикальних рядків.

На принциповій схемі усі 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, дроселями, 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;

третя фаза – L31, L31, 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. Допускається 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. Наприклад, позначення КН відповідає вказівному реле, КМ – контактору, КQT – реле положення вимикача “Вимкнено”, YAT – електромагніту відключення, HLG – сигнальній лампі з зеленою лінзою. Для позначення 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 1.1 – Функції пристроїв

Найменування функції	Позначення
Пристрій найвищого рівня	=
Функціональна група найвищого 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.

Наприклад, позначення 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 ін.), 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 проставлені позначення, відповідно  $\frac{0205}{QF1}$  і  $\frac{0305}{QF1}$ .

**Схема підключень** показує зовнішні підключення виробу. Схемами користуються під час розробки інших конструкторських документів, а також для підключення 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 допускається 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 проводу, 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 ремонті 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.

### **1.7.3. Послідовність виконання схем з'єднань згідно з електричними схемами**

Приклад: За наявною принциповою схемою керування електричного водонагрівача (рисунок 1.4) скласти схему з'єднань. На схемах позначенні елементи: SB1 і SB2 – кнопки “Пуск” і “Стоп”; KL – проміжне реле; QF – автоматичний вимикач; S – датчик температури; KM – магнітний пускач; HL – сигнальна лампа.

3 PEN ~ 50 Гц 220/380 В

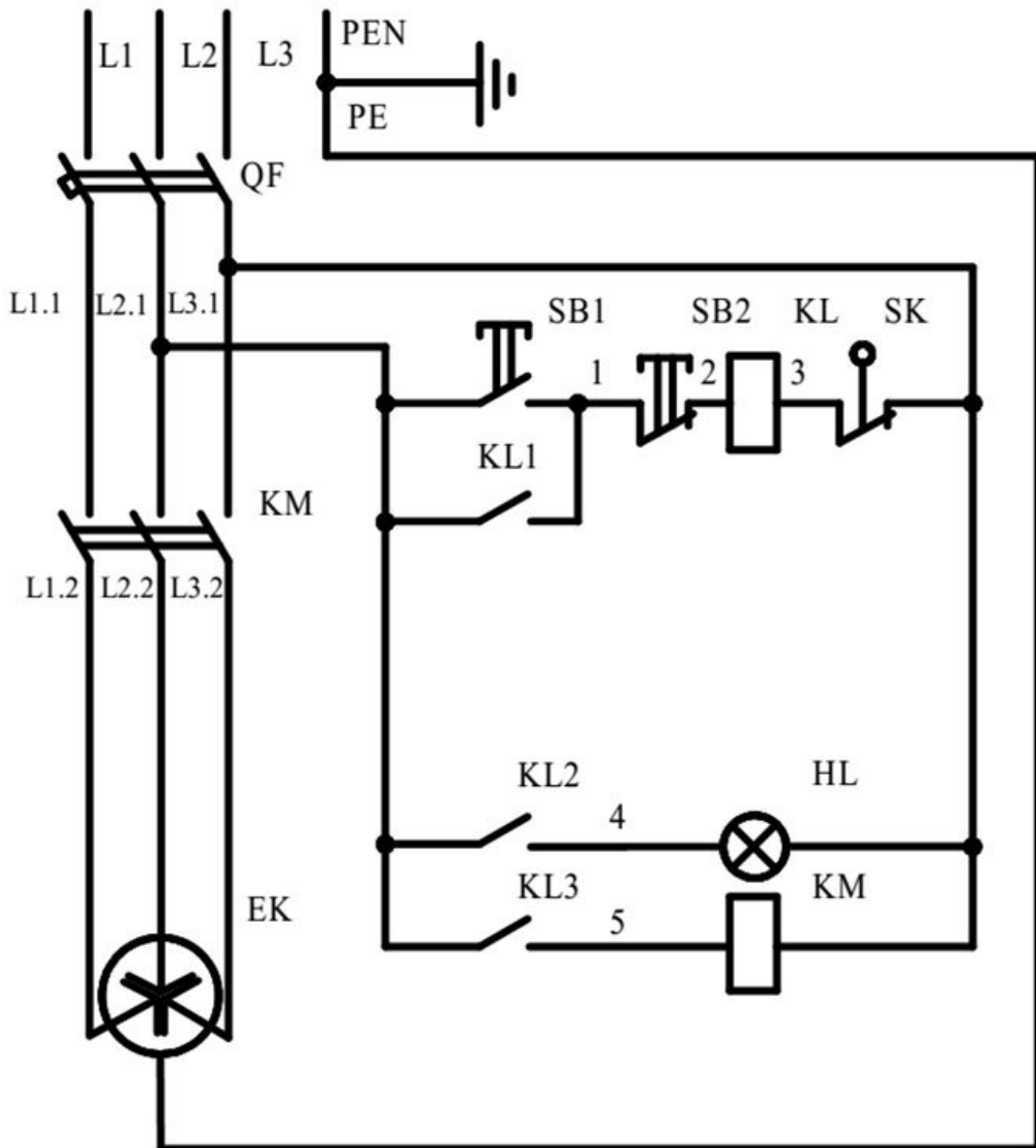


Рисунок 1.4 – Схема електрична принципова керування електродним водонагрівачем

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 КЛ. Під час вмикання автоматичного вимикача QF і натискання кнопки SB1 замикається коло проміжного реле КЛ, яке своїм замикаючим контактом подає напругу на котушку магнітного пускача КМ, що замикає свої контакти. На електроди нагрівача подається напруга мережі. У випадку досягнення заданої температури води розмикаються контакти терморегулятора SK. Тоді коло котушки реле КЛ не отримує

живлення, а його контакти розривають коло котушки пускача КМ. Нагрівання води припиняється.

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

Порядок складання електричної схеми з'єднань:

1) На 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 точками 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 апарата 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 розташування на схемі з'єднань, а в знаменнику – позиційне позначення апарата відповідно до позиційного позначення його на принциповій схемі.

6) Накреслити лінії прокладки джгутів.

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

8) На ділянці ліній, що відходять від кожної клеми, написати номер проводу відповідно до принципової схеми й адреси куди пішов або звідки прийшов провід. Адреса складається відповідно до ДСТУ 2.710 (таблиця 1.2). 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. Слід пам'ятати, що до однієї клеми (затискача) приєднувати можна не більш двох проводів.

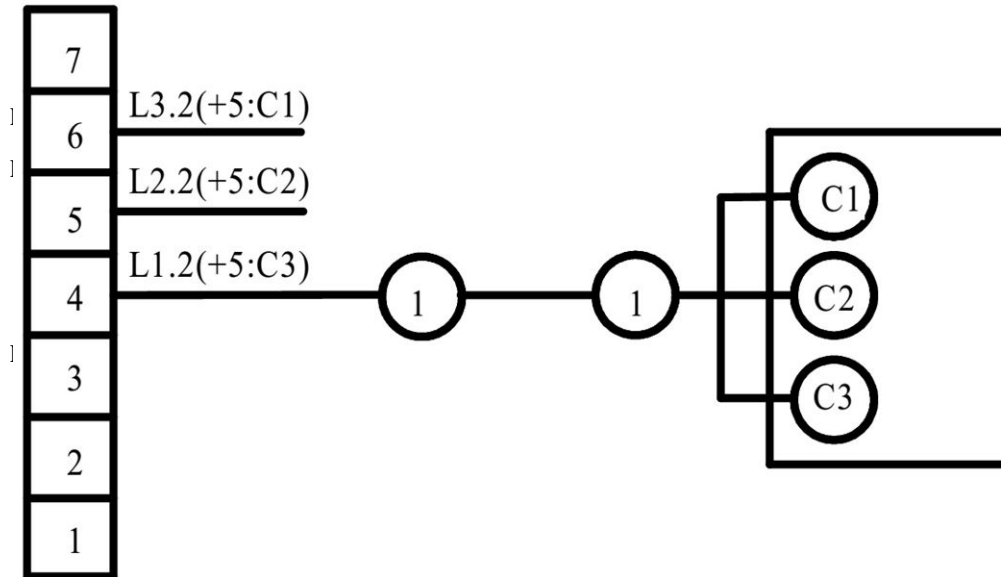


Рисунок 1.5 – Схема електрична з'єднань (частина схеми)

Таблиця 1.2 – 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