

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Технологія електромонтажних робіт

Методичні рекомендації
до вивчення курсу лекції для здобувачів вищої освіти освітнього ступення «Бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання

Миколаїв
2021

УДК 621.3.035.9
Т38

Рекомендовано до друку методичною радою інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від _____ 2021р протокол № _____ .

Укладачі:

- О. С. Садовий – канд. тех. наук, ст. викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет;
- В. А. Мардзявко – асист. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет;
- А. Ю. Руденко – асист. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

- І. П. Атаманюк – д-р. техн.наук, професор кафедри вищої та прикладної математики, Миколаївський національний аграрний університет;
- А. А. Ставинський – д-р. техн. наук, професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

ВСТУП

Безперервний розвиток промисловості та сільського господарства зумовлює високі темпи зростання обсягів електромонтажних робіт зі спорудження нових і реконструкції діючих електроустановок та цілих підприємств. Зростання виробництва і підвищення продуктивності праці неможливі без комплексної механізації та автоматизації, основною енергетичною базою яких є електрифікація. Науково-технічний прогрес супроводжується кількісними і якісними змінами в області електрифікації, електротехніки та енергетики, зростанням потужності підприємств, що будуються, вдосконаленням існуючих і появою принципово нових технологічних процесів. При спорудженні нових і реконструкції діючих підприємств виконується великий обсяг робіт з монтажу електротехнічного обладнання і енергетичних установок.

«Технологія електромонтажних робіт» є навчальною дисципліною професійної підготовки, яка передбачена освітньо-професійною програмою підготовки фахівців "бакалавр" напряму підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є: формування наукового мислення і засвоєння необхідного обсягу теоретичних знань щодо монтажу енергетичного обладнання і засобів автоматизації, їхніх характеристик та призначення в створенні сільськогосподарського виробництва.

Базові знання і навички, одержані під час вивчення цієї навчальної дисципліни, використовуватимуться студентами у разі вивчення та засвоєння інших спеціальних навчальних дисциплін. Головним завданням навчальної дисципліни є вивчення сучасних методик проведення монтажу, вимог нормативних документів (ДСТУ, ПУЕ, СНіП та інших) до технології монтажу енергетичного обладнання, літерних та графічних позначень електричних схем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Технологія електромонтажних робіт» студент повинен знати:

- основні нормативні документи, структуру електромонтажної організації та організацію електромонтажних робіт;
- класифікацію електроустановок, приміщень і електрообладнання; типи схем; правила виконання електричних схем;
- умовні графічні та літерні позначення на схемах;
- призначення, основні елементи конструкції енергетичного обладнання та пускозахисної апаратури.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні вміти:

- читати проектно-конструкторську документацію;
- виконувати монтаж електричних схем, мати навички роботи з проектною документацією, використовувати основний інструмент, пристрої та механізми під час виконання електромонтажних робіт;
- дотримуватись основних правил техніки безпеки та організації охорони праці.

Знання методів і засобів технології монтажу енергообладнання та систем керування, нормативно-правових документів та правил, заходів з техніки безпеки при виконанні енергомонтажних робіт є важливими й необхідними навичками для кваліфікованих інженерів-енергетиків при проведенні різних видів робіт з монтажу, налагодження, ремонту та експлуатації електроустаткування підприємств усіх галузей промисловості та сільського господарства.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
ЛЕКЦІЯ № 1 Електромонтажні матеріали і вироби.....	6
ЛЕКЦІЯ № 2 Електромонтажні механізми, інструменти та пристосування.....	11
ЛЕКЦІЯ № 3 Інструменти і пристрої для з'єднання і окінцювання жил проводів і кабелів.....	16
ЛЕКЦІЯ № 4 Загальні поняття монтажу енергообладнання і систем керування.....	21
ЛЕКЦІЯ № 5 Монтаж електродвигунів.....	31
ЛЕКЦІЯ № 6 Транспортування електричних машин.....	39
ЛЕКЦІЯ № 7 Технологія монтажу електроприводів.....	48
ЛЕКЦІЯ № 8 Електропроводка, види та типи.....	52
ЛЕКЦІЯ № 9 Технологія монтажу електричних проводок. аналіз систем електропостачання споживачів.....	56
ЛЕКЦІЯ № 10 Способи прокладки кабелю.....	61
ЛЕКЦІЯ № 11 Заземлення.....	68
ЛЕКЦІЯ № 12 Монтаж заземлюючих пристроїв.....	80
ЛЕКЦІЯ № 13 Монтаж кабельних ліній.....	85
ЛЕКЦІЯ № 14 Монтаж установок для освітлення та опромінення. основні характеристики освітлювальних та опромінювальних приладів.....	94
ЛЕКЦІЯ № 15 Монтаж низьковольтних комплектних пристроїв.....	100
Список рекомендованої літератури.....	110

ЛЕКЦІЯ №1

ТЕМА: ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ

План лекції

1. Електромонтажні матеріали, вироби і деталі
- 2 Електроізоляційні матеріали та вироби

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

1.1 Електромонтажні матеріали, вироби і деталі

При монтажі розподільних пристроїв і підстанцій застосовують різноманітні матеріали, вироби і деталі. Це шини, проводи та кабелі, електроізоляційні матеріали та вироби, метал і труби, велика номенклатура конструкцій, виробів і деталей для встановлення апаратів і приладів, а також для прокладки і кріплення шин, проводів та кабелів.

Основним матеріалом для ошиновки РУ і підстанцій є алюміній і його сплави, рідше - мідь через її дефіцитність, хоча вона - кращий провідниковий матеріал для шин. Електропровідність алюмінію складає 60% електропровідності міді. При рівній електропровідності маса алюмінієвих шин менше приблизно в два рази, але механічні властивості алюмінію значно нижче, ніж у міді. Тому поряд з алюмінієвими шинами при необхідності використовують шини з алюмінієвих сплавів, наприклад сплаву АД31Т1, який на відміну від алюмінію володіє меншою тигучістю і повзучістю, що створює стабільний перехідний опір контакту при болтових з'єднаннях шин та приєднання до виводів апаратів.

Для ошиновок застосовують в основному прямокутні алюмінієві *смуги*, а в спеціальних випадках (обгрунтованих проектом) - мідні. При змінному до 200 А і постійному струмі використовують також плоску, круглу і трубчасту сталь. Монтаж ошиновки акумуляторних приміщень виконують круглими мідними шинами. Прямокутні алюмінієві шини застосовують для струмопроводів, РУ, зборок і інших електротехнічних пристроїв. Ці шини випускають шириною від 10 до 120 мм і товщиною від 3 до 12 мм, а мідні шини - шириною від 16 до 120 мм завтовшки від 4 до 30 мм.

Провід – це кабельний виріб, який містить одну неізольовану або одну і більше ізольованих жил, поверх яких залежно від умов прокладки може бути неметалічна оболонка і (або) обплетення, або один ізольований дріт або декілька ізольованих один від одного дротів, які мають спільне обплетення або обмотку з ізолюючого матеріалу.

Шнур – це провід з особливо гнучкими ізолюваними жилами, кожна перерізом не більше 1,5 мм².

Номенклатура проводів для електропроводок досить різноманітна. Їх поділяють на ізолювані і неізолювані, захищені і незахищені. Ізолювані дроти виготовляють з алюмінієвими і мідними струмопровідними жилами, з гумовою або пластмасовою ізоляцією. Крім того, окремі типи (види) проводів, що звуться захищеними, мають зовнішнє покриття у вигляді оболонки з гуми, пластмаси, металевих стрічок з фальцованим швом або легкий захисний покрив з обплетення бавовняної пряжі, просоченої протигнільним складом.

У відповідності з конструкцією проводів (шнурів) присвоюють марку, що складається з буквених позначень. У маркуванні перша літера А (алюміній) означає матеріал струмопровідної жили (при її відсутності струмопровідна жила виконана з міді); друга літера П – провід, третя – матеріал ізоляції (Р – гума, В – полівінілхлорид, П – поліетилен). У марках дротів і шнурів можуть бути й інші букви, що характеризують інші елементи конструкції: О – обплетення, Т – прокладка в трубках, П – плоский з роздільною основою, Ф – металева фальцована оболонка, Г – гнучкий і т. д.

Кабель складається з однієї або більше ізолюваних жил (провідників), ув'язнених у герметичну (металеву або неметалічну) оболонку, поверх якої є або можуть бути відсутні броня і захисний покрив.

Залежно від призначення та умов експлуатації кабелів окремі елементи в їх конструкції можуть бути відсутні. Струмопровідні жили кабелів виготовляють з алюмінію і міді, а для електричної ізоляції жил застосовують просочений кабельний папір, гуму і пластмасу.

Оболонки кабелів, захищають ізоляцію жил від впливу світла, вологи, хімічних речовин та інших факторів навколишнього середовища, а також від механічних ушкоджень, можуть бути свинцевими, алюмінієвими, гумовими і пластмасовими. Броню кабелів виконують звичайно сталевими стрічками, а захисні покриття, що забезпечують їх надійність і довговічність, - з волокнистих матеріалів, пластмаси. Нормальний зовнішній покрив поверх броні кабелів складається з шару бітуму або бітумного складу, шару просоченої кабельної пряжі, другого бітумного шару і крейдяного покриття, що оберігає витки кабелів від злипання.

У відповідності з конструкцією кабелів надається марка, що складається з буквених позначень. У марці кабелів оболонка характеризується літерами С (свинцева), А (алюмінієва), Н (негорюча гума), В (полівінілхлорид), захисне покриття - літерами Б (броня зі стрічок), П (броня з плоских дротів), А (асфальтоване). Відсутність зовнішнього покриття вказується буквою Г (голий). У марках кабелів можуть бути ще літери, що вказують на наявність інших елементів конструкцій, наприклад, якщо позначення починається з букви О, це означає окремо освинцьовані жили кабелів (кожна жила укладена в окрему свинцеву захисну оболонку).

1.2 Електроізоляційні матеріали та вироби

Електроізоляційні матеріали та вироби застосовують у великому асортименті - тканини, стрічки, трубки, гетинакс, текстоліт, ацеїд, фібру та ін., а також лаки, емалі, заливальні маси та вироби з порцеляни, скла і пластмас.

Електроізоляційні лакотканини виготовляють на основі бавовняних, шовкових або скляних тканин, просочених органічними і синтетичними лаками. Найчастіше застосовують у вигляді стрічок, призначених для ізоляції проводів та кабелів, обмоток електричних машин, монтажу кабельної арматури, а також для захисту ізоляції від пошкоджень.

Залежно від використовуваних матеріалів розрізняють лакотканини на бавовняної або шовкової основі, просочені органічними лаками, і на основі скляних тканин, просочених органічними, кремнійорганічними і синтетичними лаками.

Випускають лакотканини декількох марок: ЛХС і ЛХЧ (бавовняна світла і чорна), ЛХСМ (маслостійка), ЛШС (шовкова світла), ЛКС (капронова світла) та ін. Бавовняні і шовкові лакотканини виготовляють відповідно товщиною 0,15-0,30 і 0,08 - 0,15 мм в рулонах завдовжки 40 м і шириною від 700 до 1000 мм. Залежно від лаку (масляний, бітумно-масляний) склотканина має марки ЛСМ, ЛСБ, ЛСК та інші і випускається товщиною 0,15-0,24 мм в рулонах завдовжки 40 м.

При монтажі електричних мереж застосовують різні електроізоляційні стрічки—полівінілхлоридні, бавовняні, прогумовані, смоляні та ін, призначені для ізоляції проводів та кабелів.

Полівінілхлоридні стрічки (ПХВ) виготовляють на основі світлотермостійкого ізоляційного пластикату з нанесенням на одну сторону липкого клею. Вони морозостійкі, еластичні, володіють хорошими механічними властивостями і адгезією до металу, полівінілхлориду. Їх випускають шириною від 15 до 50 мм і товщиною від 0,2 до 0,45 мм.

Ізоляційні бавовняні (непросочені) стрічки поділяють на кіперні, міткалеві і батистові. Їх застосовують в основному в якості верхнього захисного шару ізоляції котушок електричних машин і апаратів. Міткалеві і батистові стрічки, як найбільш тонкі, використовують переважно в малогабаритних конструкціях. Кіперному стрічку випускають шириною від 10 до 50 мм і товщиною 0,45 мм, міткалеві - шириною від 12 до 40 мм і товщиною 22 мм, батистову - шириною від 10 до 20 мм і товщиною 0,12-0,18 мм. Довжина бавовняної стрічки в рулоні 50 м. Для цього виду стрічок характерна значна гігроскопічність, зволоження при порушенні умов зберігання.

Ізоляційна прогумована стрічка буває односторонньою (гумова суміш нанесена з одного боку тканини) і двосторонньою (гумова суміш нанесена з двох сторін тканини) чорного або світло-сірого кольору шириною від 15 до 50 мм, товщиною 0,25-0,35 мм і довжиною в одному рулоні 55-85 м. Ця стрічка гігроскопічна.

Смоляна чорна стрічка служить для ущільнення місць введення кабелів і проводів, а також для підмотки ізоляції проводів в місцях в'язки при зовнішніх роботах. Її виготовляють з бавовняної тканини, просоченої бітумом,

сплави з мінеральними маслами, шириною від 30 до 50 мм і товщиною 0,6; 0,8 і 1 мм. Вона нетеплостійка і невологостійка, має відносно низьку електричну міцність.

Для з'єднання і окінцювання кабелів з паперовою і пластмасовою ізоляцією використовують нові самозліпаючі стрічки двох груп - на основі поліолефінів марки А і Б і на основі кремнійорганічного каучуку марки ЛЕТ-САР (електроізоляційна термостійка самозліплююча гумова радіаційної вулканізації), а також її різновиди - ЛЕТСАР ЛПМ (ізоляційна) і ЛЕТСАР ЛППм (напівпровідна). Найбільш поширена друга група стрічок, що володіють високими електричними і фізико-механічними властивостями, підвищеною теплостійкістю (до 250 °С) і стійкістю до дії агресивних середовищ.

Самозліплюючі стрічки використовують в якості ізоляції, адгезійного прошарку до металу і пластмас, напівпровідного екрану і герметизуючої підмотки. Підмотки, виконані з цих стрічок з певним натягом, утворюють монолітну ізоляцію.

Термоусаджувальні трубки ТТШ виготовляють чорного кольору, решта - різних кольорів (кольори вказуються в умовному позначенні). Наприклад, ТТВ 40/20К розшифровується так: термоусаджувана трубка полівінілхлоридна діаметром 40 мм до усадки і 20 мм при вільній усадці, червоного кольору.

При прихованій прокладці ізольованих проводів, а також при проходах проводів через стіни і міжповерхові перекриття використовують ізоляційні напівтверді гумові (ебонітові) трубки з діаметром умовного проходу від 9 до 36 мм і товщиною стінок від 2,2 до 3,5 мм.

Тверді електроізоляційні матеріали - гетинакс, текстоліт, ацеїд, фібра та ін - широко використовують в електроустановках.

Листовий електротехнічний гетинакс - шаруватий пресований матеріал з волокнистих наповнювачів (целюзна ізоляційна папір), просочених смолою, - застосовують при виготовленні електроконструкцій і виробництві електромонтажних робіт. Гетинакс всіх марок допускає різну механічну обробку без утворення тріщин і сколів. Він відрізняється від інших матеріалів теплостійкістю, високими електротехнічними і механічними характеристиками.

Текстоліт – шаруватий пресований матеріал з бавовняної тканини, просоченої штучною смолою. Застосування таке що і у гетинакса.

Ацеїд випускають у вигляді електротехнічних дугостійкості дощок, використовуваних для виготовлення деталей електротехнічних машин і апаратів, що піддаються дії високих температур і електричної дуги (стінки іскрогашинок камер, перегородки поблизу місць виникнення електричної дуги та ін), а також (після відповідної сушіння і просочення) в якості електроізоляційного матеріалу для виготовлення панелей, щитів і підстав електричних апаратів. Дошки піддаються розпилюванню, фрезеруванню й свердління без їх розшарування.

Фібру випускають у вигляді трубок і аркушів і використовують як електро-і теплоізоляційний матеріал. Він піддається механічній обробці: розпилюванню, свердління, штампування, фрезерування і обточуванню без утворення тріщин, викрошування і розшарування. Під дією вологи фібра розбу-

хає, а при висиханні піддається усадці. Тому фібру не можна застосовувати, коли від деталей потрібна точність розмірів.

При виробництві електромонтажних робіт застосовують лаки та емалі як електроізоляційного, так і загального призначення. Електроізоляційні лаки, що містять пігменти, називають емаліями. Пігменти посилюють механічну міцність, твердість і щільність лакової плівки, покращують її адгезійну здатність і теплопровідність і надають їй бажаний колір. Лаки загального призначення використовують для захисту виробів від корозії, а також надання їм необхідного зовнішнього вигляду.

Розрізняють лаки масляні та олійно-бітумні, бакелітові, гліфтальові, гліфталево-масляні, асфальтобітумні, кремнійорганічні та ін. Різноманітна також номенклатура емалей: нітро-і нітрогліфталеві, перхлорвінілові, пентафталеві і ін.

Під час роботи, а також при тривалому або неправильному зберіганні лаки загусають через випаровування розчинників, тому перед застосуванням їх розбавляють відповідними розчинниками. Оскільки лаки, емалі та розчинники зазвичай виділяють шкідливі пари, їх зберігають у герметично закритій тарі в окремих добре вентильованих приміщеннях.

До виробів з фарфору, скла і пластмаси відносять ізолятори, клищі, трубки та ін. При монтажі електропроводок в якості ізолюючих опор застосовують ізолятори і клищі, для окінцювання ізоляційних трубок у проходах стін і перекриттів використовують втулки (для сухих приміщень) і воронки (для сирих приміщень). Порцелянові втулки мають буквене маркування ЛФД або ВФК (втулка порцелянова довга і коротка) з цифрою після букв, що вказує діаметр ізоляційної трубки; воронки позначають В-6, В-10, В-16 і т.д.

Вертикальну установку ізоляторів в мережах напругою 1,6 і 10 кВ виконують на гаках, якорях, полуякорях, штирях, виготовлених з круглої сталі діаметром від 10 до 20 мм. Один кінець деталі закріплюють у підставі, а на інший кінець наворачують ізолятор.

При електромонтажних роботах використовують також метал і труби. Прокат чорних металів у вигляді кутової, смугової, листової і круглої сталі застосовують для виготовлення в майстернях різних монтажних виробів, деталей і конструкцій, які не випускаються заводами, а також для заземлення елементів електроустановок. Найчастіше при електромонтажних роботах використовують: кутову рівнобічну сталь малих і середніх перерізів розміром від 20Х20Х3 до 70Х70Х6 мм; смугову сталь товщиною від 4 до 8 мм і шириною від 20 до 80 мм; листову сталь товщиною від 0,8 до 4 мм і довжиною листа до 2000 мм, а також сталевий дріт діаметром від 2,5 до 8 мм. Рідше застосовують швелерну і круглу сталь.

Для електропроводок використовують сталеві водогазопровідні звичайні і полегшені труби в комплекті з муфтами і контргайками діаметром від 3/4 до 2,5" (20–70 мм). Сталеві водогазопровідні звичайні труби дозволяється застосовувати лише у випадках, передбачених проектом, коли за умовами середовища неприпустимий інший вид проводки. У сухих, вологих, жарких,

запилених та інших приміщеннях переважно використовують сталеві тонкостінні електрозварні і неметалеві труби.

Труби з полімерів (поліетиленові, вінілпластові та поліпропіленові) отримують все більше поширення, оскільки мають переваги порівняно зі сталевими: невелику масу, зручність в монтажі, високі ізоляційні властивості, підвищену корозійну стійкість (у цехах з агресивними середовищами). При монтажі полімерних труб значно знижуються трудові витрати. Однак поліетиленові труби горючі і допущені до застосування тільки в прихованих провідках в будівлях не нижче другого ступеня вогнестійкості. Вінілпластові труби мають більш широку область поширення, їх можна прокладати при прихованій провідці не тільки безпосередньо по негорючих і важкогорючих будівельним підставах, а й по горючих по шару листового азбесту. Поліпропіленові труби, так само як і поліетиленові, прокладають в підлогах і фундаментах під устаткування без механічного захисту.

ЛЕКЦІЯ № 2

ТЕМА: ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ МЕХАНІЗМИ, ІНСТРУМЕНТИ ТА ПРИСТОСУВАННЯ

План лекції

1. Ручний шиногиб.
2. Секторні ножиці.
3. Універсальний монтажний електропровід.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

При виробництві електромонтажних робіт, у тому числі при монтажі електроустаткування розподільних пристроїв і підстанцій, в майстернях електромонтажних заготовок (МЕЗ) і безпосередньо в зоні монтажу застосовують багато механізмів, інструментів, пристосувань як загальнобудівельного призначення, так і спеціалізовані електромонтажні.

У МЕЗ з окремих верстатів і механізмів створюють потокові технологічні лінії з індустріальної обробки та заготівлі трубних ліній, конструкцій і заготовок з листової і сортової сталі, ошиновки і елементів заземлюючих пристроїв, елементів електропроводок, мірних відрізків кабелів і т. п.

Для виконання монтажних робіт безпосередньо на об'єктах комплектують інструментами і засобами малої механізації спеціалізовані автомашини або автопричепи і пересувні майстерні.

Засоби механізації, які використовуються при електромонтажних роботах, можна розділити на кілька груп: механізований і ручний інструмент, пристосування та інші засоби малої механізації (електрифіковані, пневматичні та піротехнічні інструменти і механізми, слюсарно-монтажний і ріжучий інструменти, монтажні інвентарні пристосування); металообробні верстати і механізми (ножиці, преси, шинотрубогиби, вальці, листозагибні, свердлильні, обдирні, заточувальні, токарні та інші верстати і механізми), якими комплектують монтажні майстерні і розташовані в них потокові технологічні лінії, а також ремонтні цехи служб головного механіка; зварювальне обладнання (зварювальні трансформатори, генератори постійного струму, напівавтомати для дугового зварювання в середовищі захисних газів, обладнання для газового зварювання та ін); монтажні механізми для вантажно-розвантажувальних, транспортних та інших такелажних робіт (автомобільні крани, гідропіднімачів, телескопічні вишки, авто-ямобури, автомобільні та акумуляторні навантажувачі, талі і лебідки, блоки й поліспасти), а також загальнобудівельні механізми (трактори, бульдозери і т. д.).

Загальнобудівельні, вантажно-розвантажувальні і великі монтажні механізми, металообробні та інші верстати тут не розглядаються.

Для пробивних і кріпильних робіт застосовують різні інструменти і застосування. Електросверльні машини широко використовують для виконання отворів в різноманітних матеріалах і виробках. Ці машини представляють собою переносний електрифікований інструмент і складаються з корпусу з вбудованим в нього електродвигуном, зубчастої передачі (редуктора), шпинделя й пристрої управління і регулювання режиму роботи. У торці шпинделя мається конічний отвір для закріплення в ньому сверла з конічним хвостовиком або патрона для затиску циліндричного сверла.

Електросверльні машини розрізняють по конструкції, напрузі, режиму роботи, принципом дії і регулювання швидкості. Виготовляють їх на напругу 220 В промислової частоти (50 Гц) з одинарної і подвійної ізоляцією і на 42 В підвищеної частоти (200 Гц).

Робота з електросверлильною машиною, живиться безпосередньо від мережі 220 В, сполучена з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом. Електросверльні машини на напругу 220 В і частотою 200 Гц безпечні в роботі, але для їх живлення потрібні переносні перетворювачі частоти великої маси, що обмежило їх застосування. Для підвищення безпеки роботи з електросверлильними машинами на напругу 220 В (що мають тільки один ступінь ізоляції) поряд із захисним заземленням застосовують спеціальний розділовий трансформатор (з коефіцієнтом трансформації 1:1), через який здійснюють живлення від мережі. Обмотки розділового трансформатора мають посилену ізоляцію і виконані так, що пошкодження первинної обмотки не призводять до появи потенціалу мережі у вторинній обмотці. Отже, виключається і поява потенціалу мережі на металевих частинах свердлильної машини навіть у разі пробою ізоляції на її металевий корпус.

В даний час застосовують в основному електросверлильні машини на напругу 220 В з подвійною ізоляцією - робочої та додаткової. Ці два ступеня

ізоляції (незалежні одна від іншої) виконані так, що пошкодження однієї з них не призводить до появи потенціалу на доступних дотику металевих частинах машини. Робочою називають основну ізоляцію, необхідну для роботи машини і захисту оператора від ураження електричним струмом. В якості основної ізоляції можуть бути обплетення обмотувальних проводів і емаль для них, пазова ізоляція обмотки машин, просочувальні лаки і компаунди, ізоляція жил кабелю і проводів внутрішніх з'єднань та ін. Додатковою ізоляцією є пластмасовий корпус машини, ізолююча втулка.

Пневматичний інструмент відрізняється легкістю (маса в 2,5-3 рази менше, ніж електроінструменту однакової потужності), простотою конструкції, надійністю і відносною безпекою. Він має низький рівень шуму і простий в обслуговуванні.

Пневматичні та електричні молотки для пробивання отворів і гнізд в цегляних і бетонних підставах, включаючи бетон з твердими наповнювачами, оснащують наступним робочим інструментом: спіральними бурами з пластинами з твердого сплаву для пробивання отворів діаметром до 12 мм; шлямбурами і трубчастими пробійником з пластинами з твердого сплаву для пробивання отворів діаметром 20-30 мм; скарпеля і піками для пробивання борозен в цегляних і бетонних підставах. За допомогою цих інструментів виконують також вибірку борозен в бетонних підставах з будь-яким наповнювачем.

Для згинання мідних і алюмінієвих шин на площину і ребро, а також труб застосовують ручні (рис. 1) і приводні шино-і трубогиби.

2.1. Ручний шиногиб

Для згинання на площину шину закладають у щілину 6 коробки 5 і притискають гвинтами до стінки коробки; для згинання на ребро шину встановлюють в зазорі 8 між шаблоном-прокладкою 3 і плитою 10 і притискають ребром до шаблону-прокладці. При повороті важеля 12 навколо його осі відповідний рухливий ролик тисне на шину і згинає її. Зігнувши шину на заданий кут, відводять важіль, відкручують гвинти притискних пристосувань і знімають шину з шиногіба.

Приводні шино-і трубогиби дозволяють згинати шини і труби відповідно великих перетинів і діаметрів. За допомогою універсального шино-і трубогиба УШТМ-2 можна згинати на площину і ребро мідні й алюмінієві шини перерізом до 100 > < 10 мм, а також водогазопровідні труби з внутрішнім діаметром до 50 мм і тонкостінні труби діаметром до 60 мм на кут до 90°. Шино-і трубогиб комплектується знімними пристосуваннями для згинання шин і труб різних перетинів і діаметрів

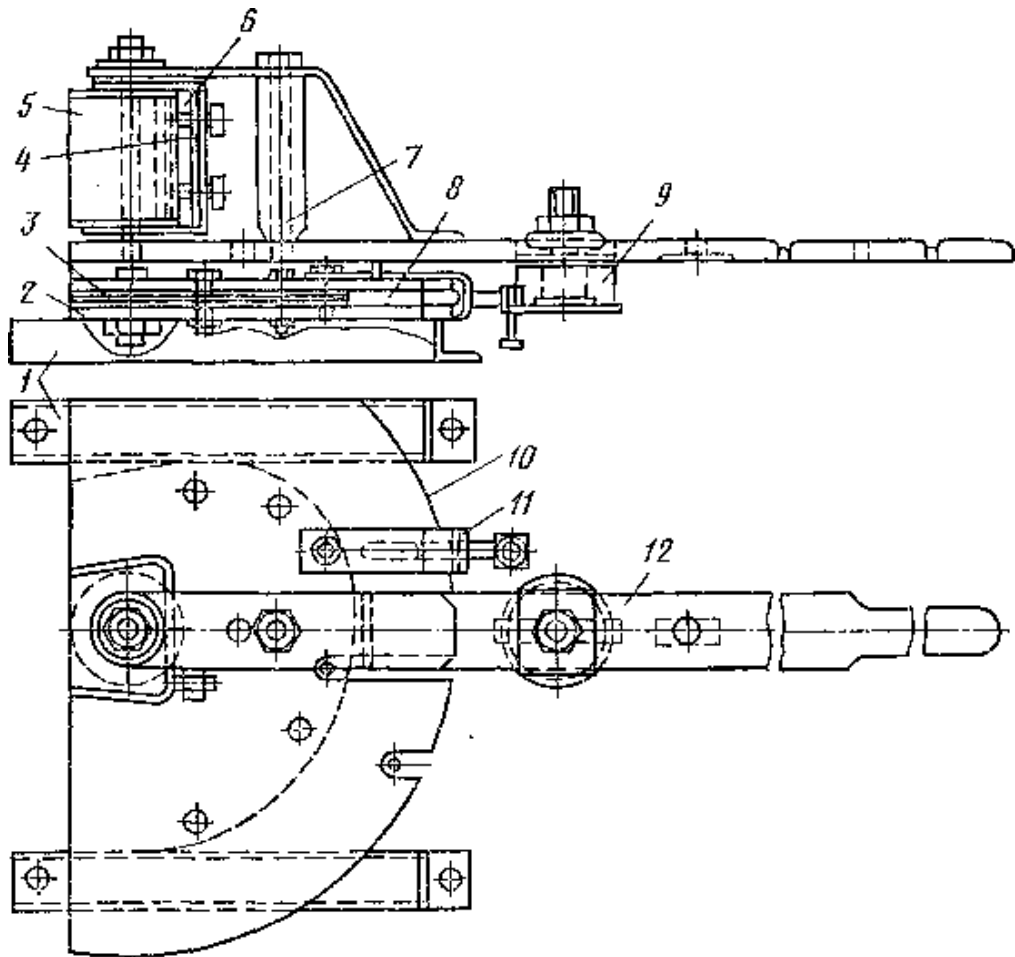


Рис.1. Ручний шиногиб:

1-опорні швелери, 2,10- нижня (опорна) і верхня плита, 3- шаблон-прокладка, 4 та 11- прижимні прилаштування,5 – коробка,6 – щіль, 7 та 9 – рухомі роликки, 8– зазор, 12 – ричаг.

2.2. Секторні ножиці

Для перерізання кабелів і проводів служать секторні ножиці НС-1, НС-2 і НС-3 (рис. 2, а, б, в), що складаються з двох секторних ножів (нерухомого 6 і рухомого 1 із зубами), двох рукояток (рухомий 3 і нерухомою 4) і двох педиків (що подає 2 і що фіксує 5).

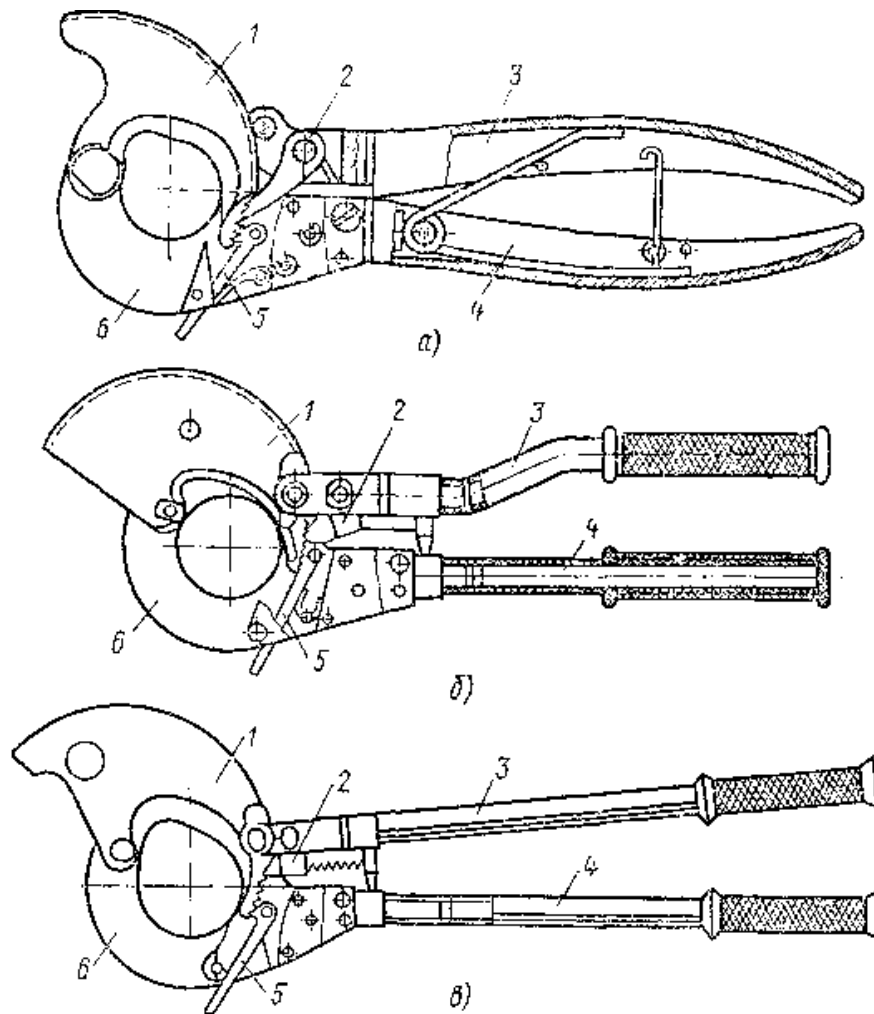


Рис. 2. Секторні ножиці:
 а-НС-1, б-НС, в – НС-3; 1 та 6 – рухомі та не рухомі секторні ножі, 2,5-
 подаваюча і фіксує собака, 3,4- рухомі та нерухомі рукоятки

Ножиці НС-1 призначені для перерізання кабелів з мідними і алюмінієвими жилами перерізом відповідно 3×10 і 3×25 мм² (найбільший діаметр ріжеться кабелю 25 мм), а також алюмінієвих однодротових і багато дротяних проводів перерізом відповідно 50 і 70 мм² і мідних багато дротяних перетином 50 мм², ножиці НС -2 - для перерізання кабелів з мідними і алюмінієвими жилами перерізом відповідно 3×25 і 3×70 мм² (найбільший діаметр переріза кабелю 40 мм), а також алюмінієвих однодротових і багато дротяних проводів перерізом відповідно 120 і 240 мм² і мідних багато дротяних перетином 150 мм², ножиці НС-3 - для перерізання броньованих кабелів з мідними і алюмінієвими жилами перерізом відповідно 3×150 і 3×240 мм² (найбільший діаметр ріжеться кабелю 70 мм²).

2.3. Універсальний монтажний електропровід

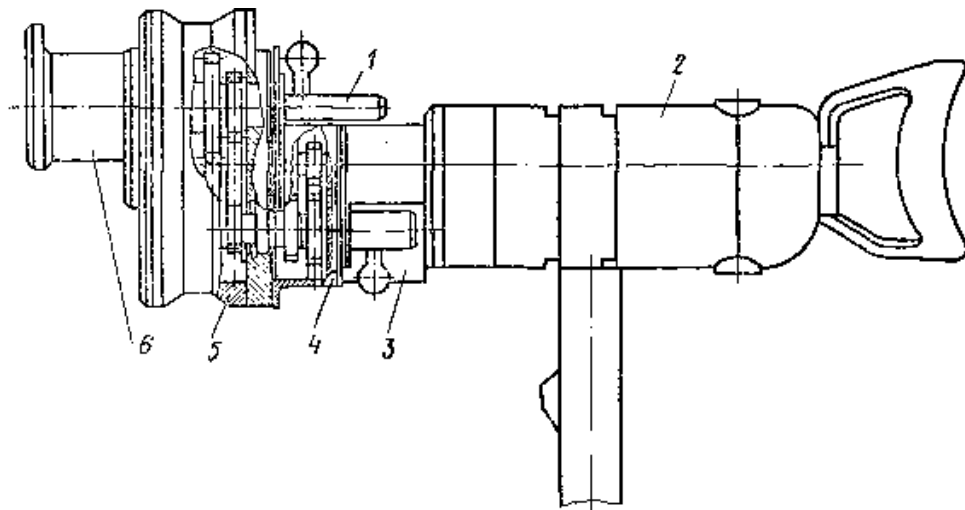


Рис. 3. Універсальний монтажний електропровід:
 1 – механізм переключення швидкостей, 2 – електросверлильна машина, 3 – механізм переключення реверса, 4 – реверсивний редуктор, 5 – редуктор швидкостей, 6 – перехідне прилаштування.

Для приводу ряду механізмів (лебідки ЛБ-500, пристосування для затягування проводів в труби ПМТ-500), робочий орган яких має обертовий рух і вимагає зміни швидкостей, призначений універсальний монтажний електропривод (рис. 3), що складається з електросверлильної машини 2, реверсивного редуктора 4, редуктора швидкостей 5, механізму перемикачів швидкостей 1, механізму перемикачів реверсу 3 та перехідного пристосування 6, що з'єднує електропривод з робочим механізмом.

Від електродвигуна сверлильної машини через реверсивний редуктор обертає момент передається на шестерню редуктора швидкостей, яка знаходиться в постійному зачепленні з безперервно обертаються чотирма парами шестерень, а потім на вихідний вал електроприводу.

ЛЕКЦІЯ №3

ІНСТРУМЕНТИ І ПРИСТРОЇ ДЛЯ З'ЄДНАННЯ І ОКІНЦЮВАННЯ ЖИЛ ПРОВОДІВ І КАБЕЛІВ

План лекції

1. Інструменти для зняття ізоляції з кінців проводів і жил кабелів.
2. Інструменти призначені для з'єднання і окінцювання жил проводів та кабелів опресування.
3. Інструменти для опресування кабельних наконечників на жилах проводів та кабелів.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.

III. Викладення нового матеріалу.

IV. Підведення підсумкі.

3.1. Інструменти для зняття ізоляції з кінців проводів і жил кабелів

Інструменти МБ-1м (рис. 1, а), МБ-2 (рис. 1, б) і М-1 (рис. 2) призначені для зняття ізоляції з кінців проводів і жил кабелів. Інструмент МБ-1м модернізований на основі МБ-1, має поліпшену конструкцію з додатковими ножами для перекушування дротів і жил кабелів перетином 0,75; 1 і 1,5 мм² і масою 0,25 кг. Довжина ділянки зняття ізоляції може бути від 5 до 30 мм. Інструмент виконаний у вигляді кліщів з двома ручками 7 і 9 і робітниками губками 5 і І. В останніх розміщені нерухомий 1 і рухливий 2 ножі, а також рухливий притиск 10.

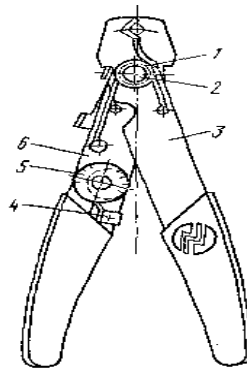


Рис. 1. Інструмент МБ-1м, МБ-2:

1 – пружина, 2 – вісь, 3, 6 – ручки, 4 – фіксатор, 5 – ексцентрик

Інструмент МБ-2 використовують для зняття ізоляції з двожильних плоских проводів АППВС з одночасним поділом струмопровідних жил шляхом розрізання перемички. Перетин проводів 0,5-4 мм², маса інструменту 0,6 кг. Інструменти М-1 застосовують для зняття ізоляції з проводів малих перетинів.

3.2. Інструменти призначені для з'єднання і окінцювання жил проводів та кабелів опресування

Прес-кліщі ПК-3 (рис. 2) і ПК-4 призначені для з'єднання і окінцювання жил проводів та кабелів опресування.

Прес-кліщі ПК-3 складаються з двох рукояток 11, бугелі 6, штовхача 1, двох тяг 7 і блокуючого пристрою, що включає гребінку 8, скобу з собачкою 10 і пружиною 9, встановлених на рукоятці двох комплектів блок-пу-Ансона 3 та блок -матриць 4. Максимальний робочий зусилля на пуансоні може бути 12,5 кН, на ручці - 200 Н, хід пуансона становить 12 мм. Кліщі мають габаритні розміри 325x60x33 мм, масу 1,16 кг і служать для опресування алюмінієвих жил в гільзах ДАТ-4, ДАТ-5, ДАТ-6 і мідних жил перетином 4-6 мм² в

наконечниках Г і гільзах ГМ, а також для оконцеванія мідних жил перерізом 1,5 і 2,5 мм² в кабельних кінцевих наконечниках П.

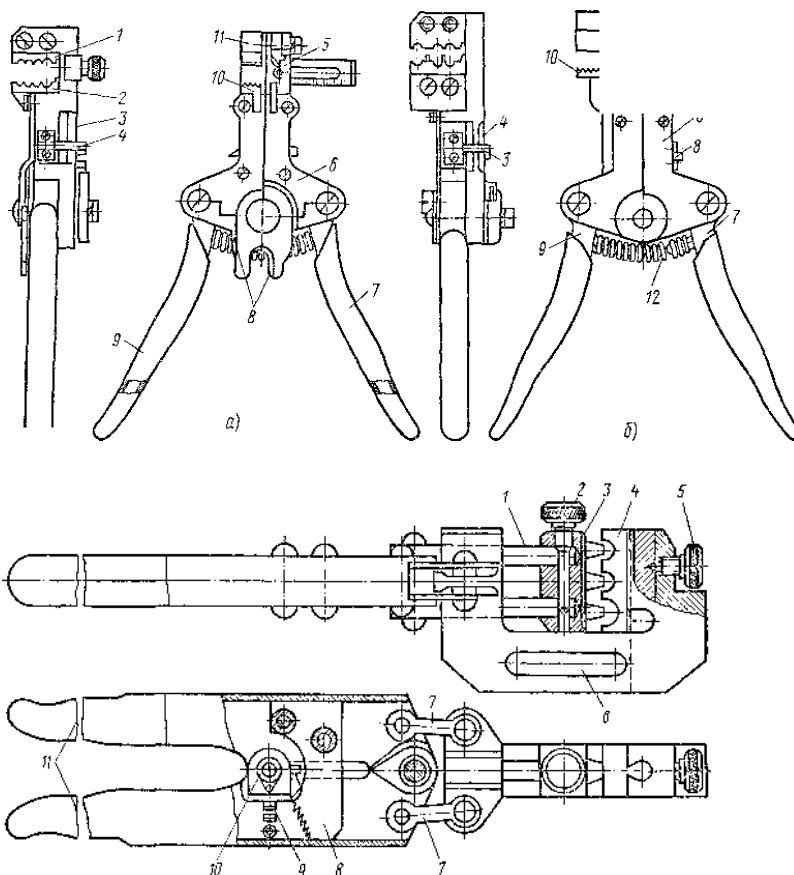


Рис. 2. Пресс-клещи ПК-3:

1 – твач, 2 – винт, 3 – блок-пуансон, 4 – блок-матриця, 5 – кульковий фіксатор, 6 – бугель, 7 – тяги, 8 – гребенка, 9 – пружина, 10 – собачка, 11 – рукоятка

Кліщі ПК-4 призначені для опресування вручну кабельних наконечників і з'єднувальних гільз перетином 16-35 мм² на проводах і кабелях з алюмінієвими жилами.

Кліщі ПК-3 і ПК-4 забезпечені блокуючим пристроєм, який не дозволяє розкривати їх під час опресування і знімати наконечник або гільзу до його закінчення на необхідну глибину. Повернення важелів у початкове відкрите положення відбувається після спрацьовування блокуючого пристрою.

3.3. Інструменти для опресування кабельних наконечників на жилах проводів та кабелів

Ручний механічний прес РМП-7м і ручний гідравлічний прес РГП-7м призначені для опресування кабельних наконечників на жилах проводів та кабелів перетином 16-240 мм² з однозубим вдавлюванням і перетином 16-95 мм² з двоzub вдавлюванням.

Прес РМП-7м (рис. 3, а) має форму кліщів і складається з корпусу 10 і двох важелів 9 із зубчастим сектором, відкидний скоби 11 для встановлення матриць 1, рейки 2 для установки пуансона, рухомий 6 і нерухома 7 ручок. При опресування рухом ручки вгору і вниз трос 8 намотується на барабани 4, при цьому важелі 9 зближуються до моменту зіткнення заплічок пуансона з матрицею і вдавлюють пуансон в трубчасту частину наконечника, утворюючи зуби. Ручний прес РМП-7м виконує ті ж операції, що й прес РГП-7м. Для зменшення зусиль на ньому важелі стискаються за допомогою сталевого троса, намотаного на барабан правого важеля. Опресовування здійснюється хитанням рукоятки до зіткнення заплічка пуансона з матрицею.

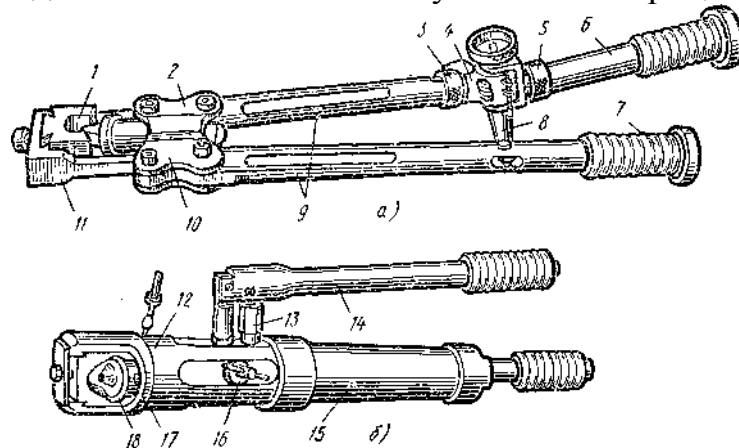


Рис. 3. Ручні преси:

а – механічний РМП-7м, б – гідравлічний РГП-7м; в – матриця, 2– рейка для пуансона, 3,5 – кільця, 4 – барабан з тросом, 6,7 – рухома та нерухома ручки, 8 – трос, 9 – ричаг, 10, 12 – корпуси, 11 – відкидна скоба, 13 – насос, 14 – ричаг насоса, 15 – резервуар для масла, 16 – запорний кран, 17 – вилка, 18 – поршень з пуансоном

Ручний гідравлічний прес РГП-7м (рис. 3, б) складається з корпусу 12, насоса 13 з клапанами, поршня 18 з пуансоном, резервуара для масла 15, вилки 17 з матрицею і важеля 14 насоса. При гойдання важеля насоса під дією тиску масла переміщується поршень з пуансоном і відбувається опресування.

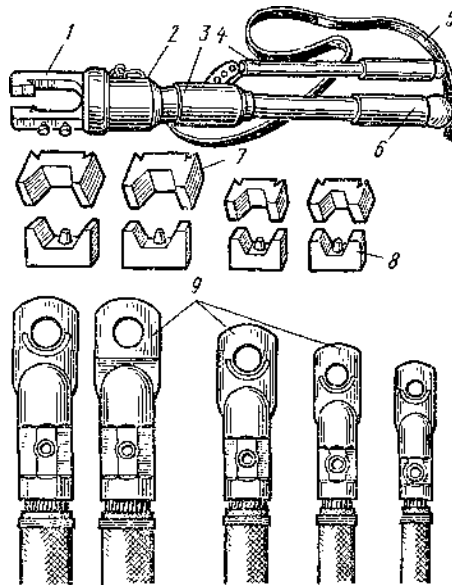


Рис. 4. Ручний гідравлічний прес ПГР-20М1:

1 – скоба для установки матриць та пуансонов, 2 – корпус (робочий циліндр), 3 – стакан, зєднуючий корпус з рукою, 4 – ричаг, 5 – ремінь, 6 – рукоятка, 7 – пуансони, 8 – матриці, 9 – опресовані кабельні накінецьники.

Ручний гідравлічний прес ПГР-20М1 (рис. 4) призначений для опресування наконечників і з'єднувальних гільз на мідних і алюмінієвих жилах проводів та кабелів перетином 16-240 мм² багатограним обтисненням (Шестигранне обтиснення і місцеве вдавлення). Прес може бути використаний для скруглення секторних комбінованих жил проводів перетином до 185 мм², а також секторних однодротових алюмінієвих кабелів перетином 25-240 мм².

Прес складається з корпусу 2, що є робочим циліндром, бугелі, службовця для кріплення за допомогою гвинтів матриць 8 і пуансонів 7, запірнього клапана, рукоятки 6, склянки 3, що з'єднує корпус з рукояткою, важеля 4, встановленого шарнірно на склянці, масляного балона і ремня 5 для зручності роботи й перенесення преса. Поршень переміщається під тиском, який створюється в циліндрі при гойдання рукоятки насоса, для чого запірний клапан попередньо загортають до відмови. Щоб поршень зайняв вихідне положення, запірний клапан відкручують на 2-3 обороту. Прес забезпечений запобіжним клапаном, відрегульованим на максимально допустимий тиск.

Для виконання опресування в прес встановлюють пуансон і матрицю, відповідні перетину і конструкції, жили кабелю або проводу. У матрицю укладають наконечник (або гільзу), насаджений на жилу, і закривають клапан. Після цього рукоятку насоса качають до тих пір, поки буртик пуансона не ввійде в зіткнення з матрицею. Потім відкривають клапан, внаслідок чого поршень з пуансоном повертається у вихідне положення, і знімають опресований наконечник. При опресуванні на трубчастій частині наконечника (гільзи) утворюються зуби місцевого вдавлення і обтиснення. Таким же способом здійснюють закруглення секторних алюмінієвих однодротяних жил кабелів і секторних комбінованих жил проводів.

Гідравлічний ручний прес ПГЕ-20 з електроприводом виробляє опресування багатограним обтисненням з'єднань і окінцювання алюмінієвих жил ізольованих проводів та кабелів перетином від 16 до 240 мм², заокруглення секторних однодротових алюмінієвих жил перетином від 25 до 240 мм² і секторних комбінованих жил перетином 120-185 мм². Приводом преса служить електросверлильна машина з подвійною ізоляцією ІЕ1022А потужністю 250 Вт

Робоче зусилля преса становить 200 кН, час опресування - 10-12 хв, маса (без кабелю) - 6,5 кг. Для роботи преса випускають набір інструментів НІСО і НІОМ. Застосовувані для опресування ручні преси з механічним, гідравлічним і електричним приводами уніфіковані: мають єдині посадочні місця для установки робочих інструментів.

Набір НІСО складається з матриць і пуансонів, покладених у комірці панелі футляра, на якій зазначено їх маркування. Універсальний набір НІОМ містить 10 комплектів (пуансон - матриця) для опресування з'єднань і окінцювання мідних жил кабелів перетином 16-240 мм².

Інструменти набору забезпечують опресування із застосуванням стандартних гільз і наконечників для з'єднання і окінцювання мідних жил кабелів усіх конструкцій (у тому числі секторної і сегментної форм). При цьому номенклатура гільз і наконечників скорочується до 10 типорозмірів, відпадає необхідність у спеціальному інструменті для скруглення секторних однодротяних жил.

Для наконечників і гільз введено спрощене маркування.

ЛЕКЦІЯ №4

ТЕМА: ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ МОНТАЖУ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

План лекції

1. Зміст електромонтажних робіт.
2. Вимоги до електрообладнання.
3. Нормативні документи на проведення електромонтажних робіт.
4. Основні види та типи схем.
5. Загальні вимоги до виконання електричних схем.
6. Схеми з'єднань, загальні правила виконання.
7. Кліматичне виконання, категорія розміщення та ступінь захисту електрообладнання.
8. Позначення конструктивного виконання електродвигунів за способом монтажу (ІМ) та способів охолодження (ІС).

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.

IV. Підведення підсумкі.

4.1 Зміст електромонтажних робіт

Електромонтажні роботи підрозділяються на роботи по монтажу: розподільчих пристроїв та підстанції: електросилових установок; електричного освітлення; електропроводок; повітряних ліній електропередачі; кабельних ліній та струмопроводів.

Електрообладнання – це сукупність електроустановок і електротехнічних виробів (проводів, вимикачів, розеток та ін.).

Поділяються за призначенням:

- загального призначення;
- спеціального призначення.

Електроустановка – це сукупність машин, апаратів, ліній та допоміжного обладнання, призначених для виробництва, перетворення, трансформації, передачі та розподілу.

Вони поділяються:

- за умовами електробезпеки;
 - електроустановки до 1000В, та вище 1000В
- за виконанням;
 - відкриті (зовнішні), закриті (внутрішні).

4.2 Вимоги до електрообладнання

Конструкція, спосіб установки та клас ізоляції застосовувальних машин, апаратів, проводів та іншого електрообладнання, а також проводів та кабелів повинні відповідати параметрам мережі або електроустановки, умовам навколишнього середовища та вимогам ПУЕ.

В електроустановках повинна бути забезпечена можливість легкого розпізнавання частин, що відносяться до окремих їх елементів (простота та наглядність схем, належне розміщення електрообладнання, надписи маркування, колір).

Буквино-цифрове та кольорове позначення одноіменних шин в кожній електроустановці повинно бути однойменним.

Для кольорового та цифрового позначення окремих ізольованих та неізольованих провідників повинно використовуватися наступні кольори та цифри.

Провідники захисного заземлення, а також нульові захисні провідники в електроустановках напругою до 1 кВ з глухо заземленою нейтралю, в тому числі шини, повинні мати буквені позначення РЕ та кольорове позначення продольними або поперечними рівними по ширині полосами жовтого та зеленого кольору.

Нульові робочі (нейтральні) провідники позначають буквою N та блакитним кольором. Суміщені нульові захисні та нульові робочі провідники

повинні мати буквене позначення PEN та кольорове позначення, блакитний колір по всій довжині та жовто-зелені полоси на кінцях.

Шини повинні бути позначені:

1. При трифазному струмі:

A – жовтий;

B – зелений;

C – червоний;

2. При постійному струмі: додатня шина (+) – червоним кольором, від’ємна (-) – синім та нульова робоча M – блакитним кольором.

Безпечність обслуговуючого персоналу повинна забезпечуватися шляхом:

– надійного та швидкодіючого автоматичного відключення частей електрообладнання, що випадково опинилися під напругою, та пошкоджених ділянок мережі, в тому числі захисного відключення;

– заземлення та занулення корпусів електрообладнання та електроелементів електроустановок, які можуть виявитися під напругою в разі пошкодження ізоляції;

– вирівнювання потенціалу.

4.3 Нормативні документи на проведення електромонтажних робіт

Основною нормативно технічною документацією при будівництві та виконанні електромонтажних робіт є: БНіП, ПУЕ, ПТЕ, ПТБ, ПТБ при електромонтажних і налагоджувальних роботах, державні і галузеві стандарти, ТУ на виробництво і прийом монтажних робіт, виготовлення і постачання обладнання, норми термінів будівництва об’єктів, монтажних робіт та випробувань.

БНіП – будівельні нормативи і правила. В них приведені норми та основні технологічні правила монтажу всіх видів електротехнічних пристроїв, визначені загальні вимоги до організації робіт, вимоги до проектної та технічної документації, а також до споруд та будівель, що приймаються під монтаж електрообладнання, та інші питання організаційно-технічної підготовки монтажних робіт. Крім того, вказані вимоги до постачання обладнання, порядок та умови його приймання, зберігання та здачі в монтаж.

ПКД – проектно-кошторисна документація, це технічно-економічна документація, яка визначає об’єм, послідовність та вартість будівництва гарантує нормальну роботу технологічних процесів по заданих параметрах і режимах роботи після закінчення будівництва.

Вона є основою для планування капітальних вкладень, заключення договорів на будівництво, замовлення матеріалів і обладнання для об’єкта будівництва.

Електротехнічна частина ПКД (проектно кошторисної документації) містить відповідні схеми та креслення для монтажу електрообладнання.

Монтажна документація складається з проекту виконання робіт (ПВР), технологічних карт, схем, журналів виробництва ЕМР та ін.

До конструктивної документації відносяться технічна документація заводів-виробників (ТДЗ) на електрообладнання, інструкції по монтажу і пуску, маркувальні схеми на збиральні одиниці, які поставляють заводами-виробниками в розібраному вигляді та ін. Вона є керівним документом для монтажу частини електрообладнання, не представлено ПКД.

4.4 Основні види та типи схем

Види схем:

- схеми електричні **Е**
- схеми гідравлічні **Г**
- схеми пневматичні **П**
- схеми газові **Х**
- схеми кінематичні **К**
- схеми вакуумні **В**
- схеми оптичні **П**
- схеми енергетичні **Р**
- схеми комбіновані **С**

Види схем в залежності від основного призначення поділяється на типи.

Типи схем:

- схема структурна – **1.** Документ, що визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення та взаємозв'язок;
- схема функціональна – **2.** Документ, що пояснює процеси, що протікають в окремих функціональних ланцюгах виробу (установки) або виробу (установки) в цілому;
- схема принципова – **3.** Документ, що визначає повний склад елементів та взаємозв'язку між ними та як правило, дає повне представлення про принцип роботи виробу;
- схема з'єднань (монтажна) – **4.** Документ, що показує з'єднання складових частин виробу та визначаючий провода, кабелі або трубопроводи, якими здійснюється ці з'єднання, а також місце їх з'єднання та вводу;
- схема підключення – **5.** Документ, що показує зовнішні підключення виробу;
- схема загальна – **6.** Документ, що визначає складові частини комплексу та з'єднань їх між собою на місце експлуатації;
- схема розміщення – **7.** Документ, що визначає розміщення складових частин виробу, а при необхідності, також проводів, кабелів, трубопроводів, світловодів;
- схема об'єднана – **0.** Документ, що містить в собі елементи різних типів схем одного виду у напрямку зліва на право.

4.5 Загальні вимоги до виконання електричних схем

Принципiальнi схеми включають всi елементи i зв'язки мiж ними i як правило, дають уявлення про принцип роботи установки. Цi схеми є основою для розробки iнших конструкторних документiв. Принципiальними схемами користуються при вивченi принципу роботи, налагодженнi i ремонтах установки. На схемах повиннi бути позначеннi всi елементи, що входять до складу виробу.

Позицiйнi позначення на принципiових електричних схемах проставляють з права при вертикальному розмiщенi схем або зверху при горизонтальному розмiщеннi умовного графiчного позначення елемента. Якщо у схемi кiлька однакових елементiв, то пiсля буквеного позначення додають цифру (QF1, QF2 i т.д.). Окремi елементи можуть мати кiлька електричних контактiв. Їх позначають пiсля позицiйного позначення через двi крапки цифрами (SB1:1, SB1:2, SB1:3).

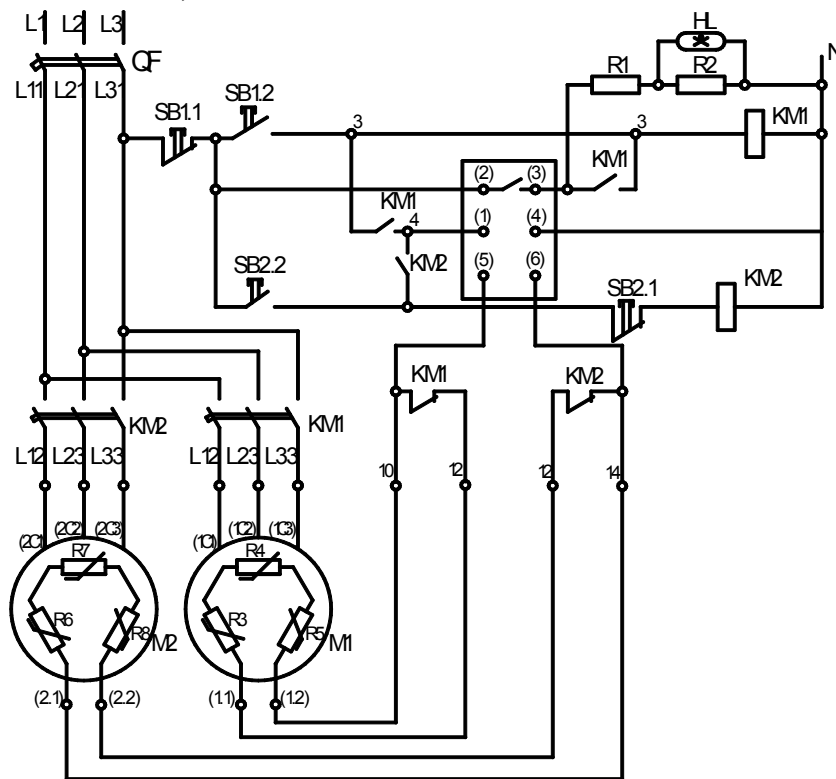


Рис. 1 Електрична принципiальна схема ящика для керування двигуном транспортом ТСН – 160

Послiдовнiсть позначень повинна бути вiд вводу джерела живлення до споживача, а розгалуженi дiлянки кола позначають зверху-вниз.

Для позначень застосовують арабськi цифри i великi лiтери латинськoго алфавiту однакового шрифту.

У силових колах змiного струму фази позначають $L1, L2, L3$ i послiдовними числами $L11, L12, L13$ i т.д.

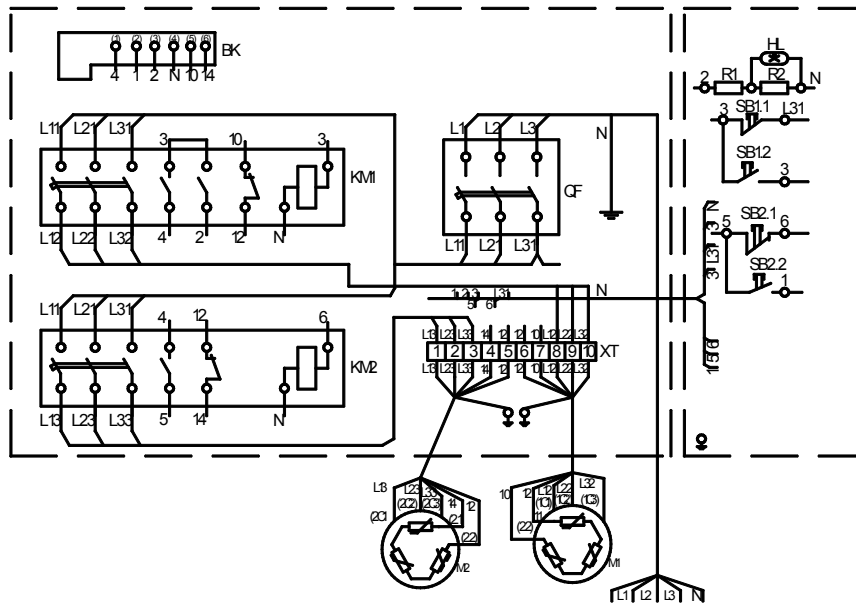


Рис. 2 Електрична схема з'єднань ящика для керування двигунами транспортера ТСН – 160

Допускається позначення фази буквами А, В, С, N і відповідно цифрами. Буквено-цифрові позначення кіл проставляються з лівого боку або зверху провідників.

4.6 Схеми з'єднань, загальні правила виконання

Схеми з'єднань називають такі схеми, на яких показані електричні з'єднання усіх складових частин установки, конструктивні ознаки-марки і перерізи проводів і кабелів, якими здійснюють з'єднання, а також місце їх приєднання і вводу. Схемами з'єднання користуються при проектуванні низьковольтних комплексних пристроїв, їх монтажі та експлуатації.

Електричну схему з'єднань складають на основі принципіальної з тими ж позиціями позначеними елементів і кіл.

Допускається вказувати на схемі з'єднань лише ті елементи вибору, що використовуються.

У реальних низьковольтних комплектних пристроїв позначення кіл виконують частіше написами на трубках із полівінілхлоридного пластику.

Загальні правила виконання схем з'єднання:

- розробляються на один щит, пульт, станцію управління;
- усі типи апаратів, приладів та арматури, передбаченні принциповою електричною схемою, повинні бути повністю відображенні на схемі з'єднань;
- позиційне позначення приладів та засобів автоматизації, а також маркування ділянок ланцюгів, що прийняті на принципових схемах, необхідно зберегти на схемі з'єднань;
- щит або шкаф управління розвертають в одній площині, позначаючи лише ті їх конструктивні елементи на яких розміщуються прилади та засоби

автоматизації, при цьому зберігають взаємне розміщення приладів та засобів автоматизації;

– прилади та засоби автоматизації зображують спрощено без збереження масштабу у вигляді прямокутників над якими розташовують коло розділене рисою навпіл. Цифри над рисою вказують порядковий номер вибору (відносно до принципової електричної схеми);

– при потребі показують внутрішню схему апаратів;

– для кількох реле, розміщених в одному ряду, внутрішню схему показують лише один раз (якщо у них одна й та ж сама);

– вивідні затискачі приладів умовно зображуються колами, у середині яких показують заводське маркування, якщо у вивідних затискачів апаратів заводського маркування немає, їх маркують умовно арабськими цифрами, про що повідомляють у пояснюючих написах, маркування проводів і позначення затискачів на схемах з'єднань незалежні;

– платі на якій розміщують резистори, конденсатори та інші елементи, присвоюється лише порядковий номер (проставляється в колі над рисою);

– позиційне позначення елементів розміщують безпосередньо біля їх умовного графічного позначення.

4.7 Кліматичне виконання, категорія розміщення та ступінь захисту електрообладнання

Кліматичними факторами зовнішнього середовища вважають температуру, вологість і тиск повітря, сонячна радіація, дощ, вітер, пил, різкі зміни температури, соляний туман, іній, гідростатичний тиск води, дія плісневих грибів, вміст у повітрі корозійно активних речовин.

Кліматичне виконання і категорію розміщення у вигляді літер і цифр проставляють у кінці типу електротехнічних виробів.

Для правильного вибору електроустаткування слід врахувати наступні умови:

1. Кліматичне виконання;
2. Місце (категорія) розміщення;
3. Міра захисту від проникнення твердих тіл і рідини;
4. Специфічні умови експлуатації (вибухонебезпека, хімічно агресивне середовище).

Кліматичне виконання визначається ГОСТ 15150-69. Відповідно до кліматичних умов позначається наступними буквами:

У(N) – помірний клімат;

ХЛ(NF) – холодний клімат;

ТБ(ТН) – тропічний вологий клімат;

ТС(ТА) – тропічний сухий клімат;

О(U) – всі кліматичні райони, на суші, річках і озерах;

М – помірний морський клімат;

ОМ – всі райони моря;

В – всі макрокліматичні райони на суші і на морі.

В одній кліматичній зоні обладнання може працювати в різних умовах. Категорії розміщення електрообладнання позначають цифрами:

1. На відкритому повітрі;
2. Приміщення, де коливання температури і вологості не істотно відрізняються від коливань на відкритому повітрі;
3. Закриті приміщення з природною вентиляцією без штучного регулювання кліматичних умов. Відсутні дії піску і пилу, сонця і води (дощ),
4. Приміщення з штучним регулюванням кліматичних умов. Відсутні дії піску і пилу, сонця і води (дощ), зовнішнього повітря;
5. Приміщення з підвищеною вологістю (тривала наявність води або вологи, що конденсується).

Кліматичне виконання і категорії розміщення вводиться в умовне позначення типу електротехнічного виробу.

Наприклад: 4A200M2 У3,

де У – кліматичне виконання

3 – категорія розміщення.

Ступінь захисту від проникнення твердих тіл і рідини визначається ГОСТ 14254-80. Відповідно до ГОСТ встановлюється 7 ступенів від 0 до 6 від попадання всередину твердих тіл і від 0 до 8 від проникнення рідини.

Позначення ступенів захисту	Захист від проникнення твердих тіл і зіткнення персоналу зі струмоведучими і частинами, що обертаються.	Захист від проникнення води.
0	Спеціальний захист відсутній	
1	Великої ділянки людського тіла, наприклад, руки і твердих тіл розміром більше 50 мм.	Крапель, падаючих вертикально.
2	Пальців або предметів завдовжки не більше 80 мм і твердих тіл розміром більше 12 мм	Капель при нахилі оболонки до 15° в будь-якому напрямі відносно нормального положення
3	Інструменту, дроту і твердих тіл діаметром більше 2,5 мм.	Дощ, падаючий на оболонку під кутом 60° від вертикалі.
4	Дроту, твердих тіл розміром більше 1 мм.	Бризок, падаючих на оболонку в будь-якому напрямі.
5	Пил в кількості недостатньому для порушення роботи виробу.	Захист від проникнення води.
6	Захист від пилу повний (пиле-непроникні).	Хвиль (вода при хвилюванні не повинна попасти всередину).
7		При зануренні у воду на короткий час.
8		При тривалому зануренні у воду.

Ступінь захисту позначаються IP та двома цифрами і проставляються на табличках з паспортними даними або на кожухах виробів.

Перша цифра вказує на ступінь захисту персоналу від дотику до струмоведучих і рухомих частин та захищеність обладнання від потрапляння твердих сторонніх предметів всередину оболонки.

Відкриті IP000 – відсутній захист персоналу від випадкового дотику до струмоведучих чи рухомих частин, що знаходяться під оболонкою а також обладнання від потрапляння твердих сторонніх предметів.

1 – є захист від випадкового дотику великої ділянки поверхні людського тіла до струмоведучих або рухомих частин, що знаходяться під оболонкою, та захист обладнання від потрапляння під оболонку сторонніх предметів діаметром не менше 52,5 мм;

2 – передбачено захист від випадкового дотику пальців до струмоведучих чи рухомих частин і захист обладнання від потрапляння твердих сторонніх предметів діаметром не менше 12,5 мм.

3 – існує захист від зіткнення інструменту, дроту чи інших подібних предметів товщиною понад 2,5 мм із струмоведучими або рухомими частинами і захист обладнання від потрапляння дрібних твердих сторонніх предметів діаметром не менше 2,5 мм;

4 – є захист від зіткнення інструменту, дроту чи інших подібних предметів товщиною понад 1 мм із струмоведучими частинами і захист обладнання від потрапляння дрібних сторонніх предметів діаметром понад 1 мм;

Закриті (IP 44 - IP 54) **5** – передбачено повний захист персоналу від випадкового дотику до струмоведучих чи рухомих частин, що знаходяться під оболонкою, і захист обладнання від потрапляння пилю;

Герметичні (IP 67 – IP 68)

6 – існує повний захист персоналу від випадкового дотику до струмоведучих чи рухомих частин і повний захист обладнання від потрапляння пилю.

Друга цифра вказує ступень захисту електрообладнання від проникнення води всередину оболонки:

0 – захист відсутній;

1 – захист від крапель сконденсованої води. Краплі сконденсованої води, які падають вертикально на оболонку, не впливають шкідливо на обладнання, що знаходиться під оболонкою;

2 – захист від крапель води, що подають на оболонку, нахилено під кутом 15 градусів до вертикалі. Краплі не впливають шкідливо на обладнання розміщено в оболонці.

3 – захист від дощу. Дощ що падає на оболонку під кутом, не більше 60 градусів до вертикалі, не впливає шкідливо на обладнання, яке знаходиться під оболонкою;

4 – захист від бризок. Бризки води, що падають під будь яким кутом, не впливають на обладнання розміщено всередині оболонки;

5 – захист від водяних струменів. Вода яка витікає з наконечника під тиском на оболонку в будь якому напрямку за умов, за значених у стандартах чи технічних умовах на окремі види електрообладнання, не впливає шкідливо на обладнання що знаходиться під оболонкою;

6 – захист від впливів, характерних для палуби корабля при заливання морською хвилею вода не проникає під оболонку за умов зазначених у стандартах чи технічних умовах на окремі види електрообладнання;

7 – захист при занурені у воду на час передбачений стандартами або технічними умовами на окремі види електрообладнання. Вода не протікає під оболонку;

8 – захист від необмежено тривалого занурення у воду при тиску, зазначеному стандартами чи технічними умовами на окремі види електрообладнання.

– захищені IP21, IP22 (не нижче);

– бризказащищені, краплезахищені IP23, IP24;

– водозахисні IP55, IP56;

– пилезахисні IP65, IP66;

– закриті IP44 – IP54, в цих двигунів внутрішній простір ізолювано від зовнішнього середовища;

– герметичні IP67, IP68. Ці електродвигуни виконані з особливо щільною ізоляцією від навколишнього середовища.

4.8. Позначення конструктивного виконання електродвигунів за способом монтажу (IM) та способів охолодження (IC)

Умовні позначення встановлені ГОСТ2479-79. 1-а цифра позначає групу за способом монтажу від IM1 до IM9, найбільш поширена IM1- на лапах і з підшипниковими щитами.

IM2 – на лапах з двома підшипниковими щитами і фланцями

IM3 – без лап з фланцями на щитах

2-а цифра позначає детальніше

0 – звичайні або підведені лапи

3-а цифра позначає характер напрямку кінця валу

4-а цифра позначає виконання кінця валу (циліндровий або конічний)

Система охолодження може включати один або два ланцюги циркулярного хладагента. Вона регламентується ГОСТ 20459-75.

Для кожного ланцюга циркуляцій вводиться група знаків. Буква позначає вигляд охолодження:

A – повітря,

W – вода.

1-а цифра від 0 до 9 позначає пристрій ланцюга циркуляції.

0 – вільна циркуляція.

2-а цифра від 0 до 9 позначає спосіб переміщення хладагента

0 – вільна циркуляція.

Більшість вибухозахищених двигунів мають два ланцюги охолодження.

ЛЕКЦІЯ № 5

ТЕМА: МОНТАЖ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

План лекції

1. Класифікація електродвигунів та їх номінальні данні.
2. Вибір двигуна за режимом роботи.
3. Вибір схеми з'єднання статорних обмоток.
- 3.1 Властивості зірки і трикутника.
4. Позначення виводів обмоток електричних машин.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

5.1 Класифікація електродвигунів та їх номінальні данні

Електродвигуни є одними з основних елементів в конструкції електро-механічних пристроїв та визначають їх надійність та експлуатаційні характеристики.

Електродвигуни класифікують по роду живлячої напруги, конструктивному виконанні, принципу дії, способу збуджень, кількості фаз живлячої мережі, наявності колекторно-щіткового вузла та іншими признаками.

По роду живлячої напруги електродвигуни ділять на двигуни постійного струму, змінного струму та універсальні. Електродвигуни постійного струму призначені для роботи тільки від джерела постійного струму (мережа постійного струму, акумуляторна батарея). Вони мають гарні регульовальні властивості та широкий діапазон частоти обертання (3000–20000 об/хв)

За конструктивним виконанням двигуни постійного струму поділяють на колекторні та безколекторні (безколекторні двигуни не мають колекторно-щіткового вузла).

Електродвигуни змінного струму призначені для роботи тільки від джерела змінного струму. За принципом дії їх поділяють на асинхронні та синхронні а кількості фаз живлячої мережі на однофазні та багатофазні.

В асинхронних електродвигунах частота обертання ротора залежить від величини навантаження на валу. Асинхронні електродвигуни бувають безколекторні та колекторні. Найбільш розповсюдженим типом безколекторних являються асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором.

Колекторні електродвигуни по відношенню від безколекторних можуть мати частоту обертання більш 3000 об/хв.

В синхронних електродвигунах частота обертання ротора не залежить від величини навантаження тому їх застосовують в пристроях робочий орган яких повинен обертатися з постійною частотою. В залежності від способу збудження та конструктивних особливостей синхронні двигуни бувають з електромагнітним збудженням зі збудженням від постійних магнітів реактивні імпульсні крокові та інш.

Будь-який електродвигун характеризується номінальними даними основні з яких вказуються на щітку (номінальна потужність, номінальна напруга, номінальний струм, номінальна частота обертання, коефіцієнт корисної дії).

Номінальні данні електродвигунів відносяться до роботи їх в номінальному режимі на висоті до 1000 м над рівнем моря та при температурі навколишнього середовища до 40 °С.

5.2 Вибір двигуна за режимом роботи

Кожен електродвигун характеризується визначеним номінальним режимом роботи, для якого він призначений заводом-виробником. При роботі електродвигуни в номінальному режимі роботи з навантаженням що перевищує номінальне, температура нагріву його обмоток не перевищує гранично допустиму величину для прийнятого класу ізоляції.

Розрізняють вісім номінальних режимів роботи:

- 1) Довготривалий S1;
- 2) Короткочасний S2;
- 3) Повторно-короткочасний S3;
- 4) Повторно-короткочасний з частими пусками S4;
- 5) Повторно-короткочасний з частими пусками та електричним гальмуванням S5;
- 6) Перемежаючий S6;
- 7) Перемежаючий з частими реверсами при електричному гальмуванні S7;
- 8) Перемежаючий з двома або більше частотами обертання S8.

Режим S1, S2, S3 та S6 відноситься до основних, а інші до додаткових.

Довготривалий S1 – це робота довгий час при незмінному навантаженні, на протязі якого температура електродвигуна досягає сталого значення.

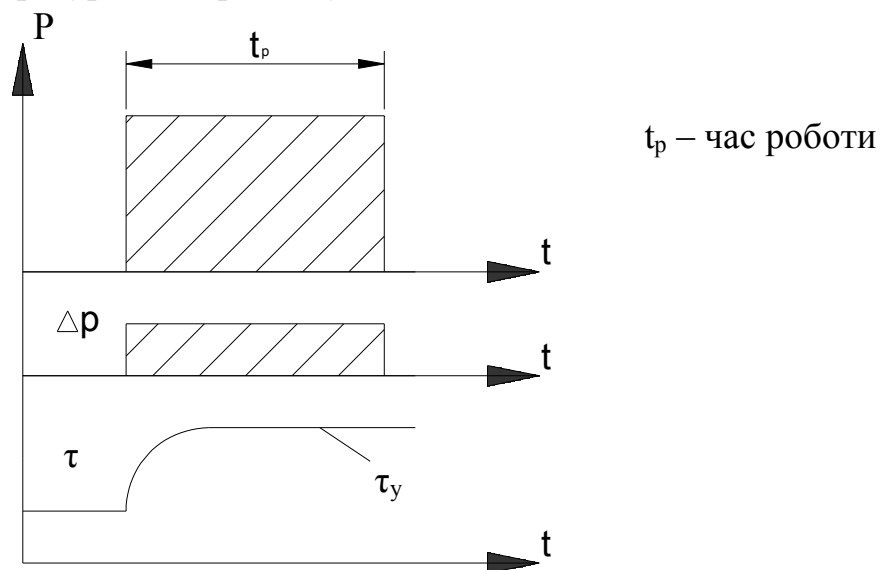


Рис. 1 Довготривалий режим роботи

Короткочасний S2 – коли період незмінного навантаження чередується з періодом відключення електродвигуна від мережі, при цьому за час t_p температура електродвигуна не досягає сталого значення, а за час паузи t_0 він встигає повністю охолонути.

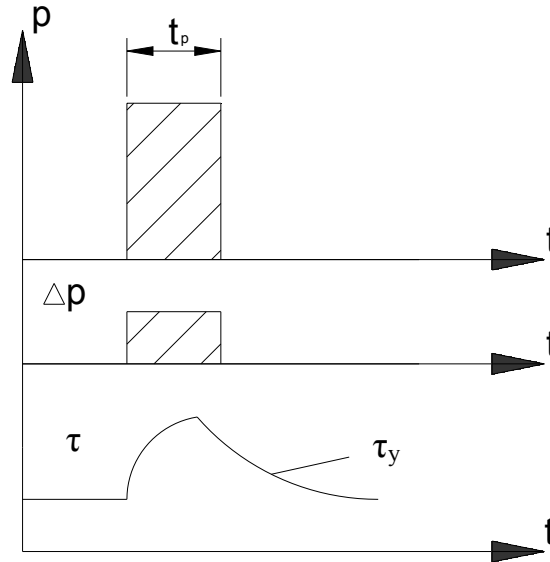


Рис.2 Короткочасний режим роботи

Повторно-короткочасний S3 – при якому період незмінного навантаження чередується з періодом відключення електродвигуна від мережі: при цьому за час роботи t_p температура електродвигуна не досягає сталого значення, а за час паузи t_0 електродвигун не встигає охолонути до температури навколишнього середовища. Двигуни для такого режиму роботи, характеризується довготривалістю включення (ДВ), яка встановлюється за довготривалістю одного циклу роботи:

$$ДВ = \frac{t_p}{t_p + t_0} \cdot 100(\%)$$

де t_p – час роботи двигуна; t_0 – час паузи.

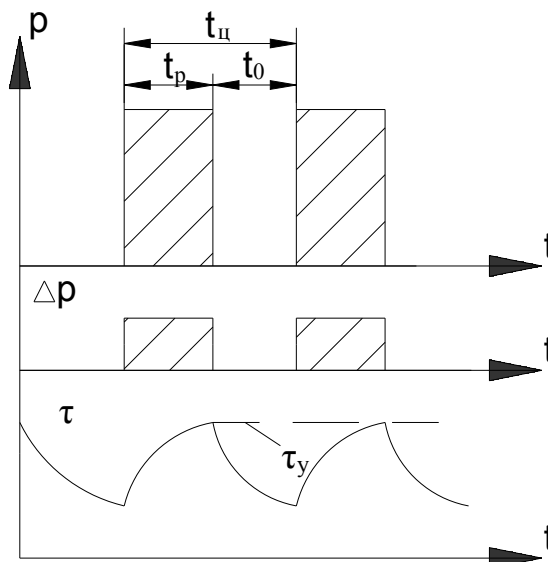


Рис. 3 Повторно-короткочасний режим роботи

Перемижаючий S6 – режим відрізняється від повторно-короткочасного тим, що після періоду роботи електродвигун не відключається від мережі, а продовжує працювати холосту.

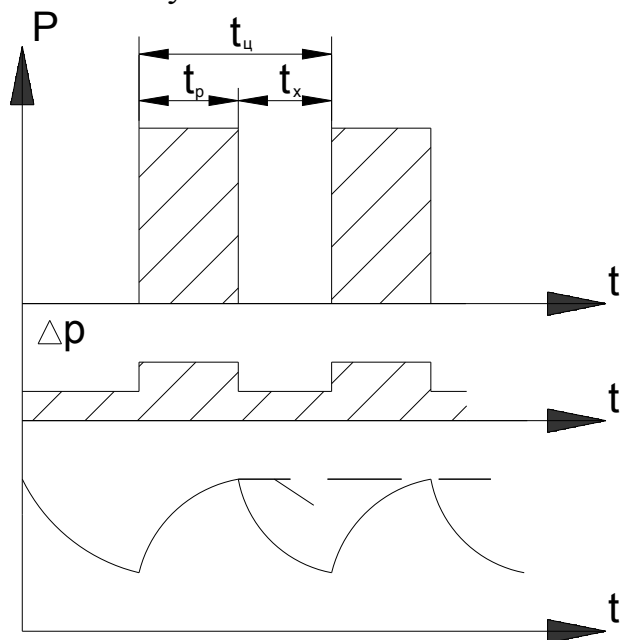
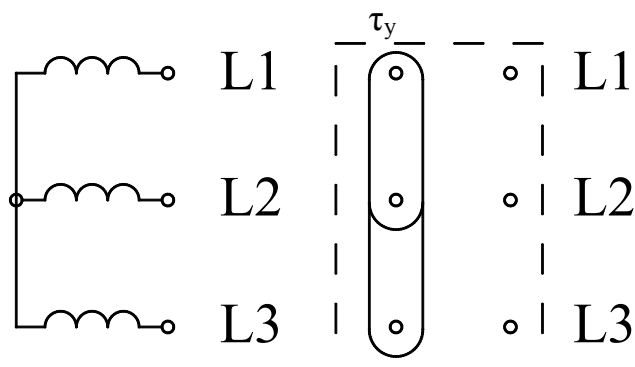


Рис.4 Перемижаючий режим роботи

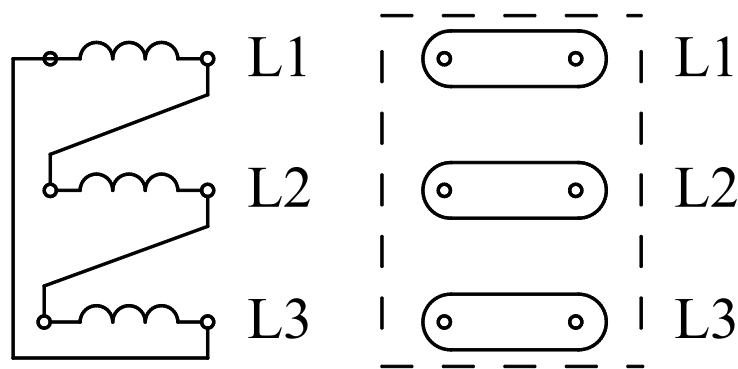
5.3 Вибір схеми з'єднання статорних обмоток

Відрізняють дві основні схеми з'єднання статорних обмоток трифазних електродвигунів; з'єднання зіркою та трикутником. В багатьох випадках схему з'єднання змінити вже неможливо, обмотки вже скомутовані всередині двигуна та в клемну коробку виведені лише проводи, на які необхідно подати живлення.

Зірка. При такому способі з'єднання всі початки обмоток статора електрично з'єднані в одній точці, а на їх кінці подається змінна трифазна напруга.



Трикутник. Це звичайне послідовне з'єднання обмоток. Тобто кінець першої обмотки з'єднаний з початком другої, кінець другої – початком третьої, кінець якої замикається на початку першої обмотки.



З'єднання обмоток статора в зірку або в трикутник дає змогу використовувати машину в мережах з двома різними напругами (наприклад, при 127 та 220 В або 220 та 380 В та інш.). Тому в паспорті машини та на щітці вказані два значення напруги мережі, при яких може працювати (220/127; 380/220 В та інш.). Для включення в мережу з більшим з вказаних напруг обмотка статора з'єднується в зірку, а меншою напругою в трикутник.

5.3.1 Властивості зірки і трикутника

Зупинимося тепер на найважливішому питанні про потужності при з'єднаннях в зірку і трикутник, так як для робіт кожного механізму, що приводиться в дію електродвигуном або при живленні від генератора або трансформатора, зрештою важлива саме потужність.

У мережах змінного струми розрізняють:

повну потужність $S = EI$ або $S = UI$;

активну потужність $P = EI \cos\varphi$ або $P = UI \cos\varphi$;

реактивну потужність $Q = EI \sin\varphi$ або $Q = UI \sin\varphi$;

де E – ЕРС; U – напруга на затискачах електроприймача, I – струм; φ – кут зсуву фаз між струмом і напругою.

При визначенні потужності генераторів у формули входять ЕРС, при визначенні потужності електроприймачів – напруга на їх затискачах. При визначенні потужності електродвигунів враховують також коефіцієнт корисної дії, так як на таблиці електродвигуна вказується потужність на його валу.

Якщо потужності фаз $S_a(P_a, Q_a)$; $S_b(P_b, Q_b)$; $S_c(P_c, Q_c)$ однакові і відповідно рівні то потужність трьохфазної системи, виражена через фазні величини, дорівнює сумі потужностей трьох фаз і становить:

повна $S = 3S_\phi$;

активна $P = 3P_\phi$;

реактивна $Q = 3Q_\phi$.

Потужність при з'єднанні в зірку. При з'єднанні в зірку лінійні струми I і фазні струми I_ϕ рівні, а між фазними і лінійними напругами існує співвідношення $U = \sqrt{3}U_\phi$ звідки $U = U_\phi/\sqrt{3}$. Зіставляючи ці формули, бачимо, що виражені через лінійні величини при з'єднання в зірку потужності рівні:

повна $S = 3S_\phi = 3 \frac{U}{\sqrt{3}} I = \sqrt{3}UI$;

активна $P = \sqrt{3}UI \cos\varphi$;

реактивна $Q = \sqrt{3} \sin \varphi$.

Потужність при з'єднанні в трикутник. При з'єднанні в трикутник лінійні U і фазні U_ϕ напруги рівні, а між фазними і лінійними струмами існує співвідношення $I = \sqrt{3}I_\phi$, звідки $I_\phi = I/\sqrt{3}$. Тому виражені через лінійні величини при з'єднанні в трикутник потужності рівні:

$$\text{повна } S = 3S_\phi = 3U \frac{I}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}UI;$$

$$\text{активна } P = \sqrt{3}UI \cos \varphi;$$

$$\text{реактивна } Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi.$$

Важливе зауваження! Однаковий вигляд формул потужності для з'єднання у зірку і трикутник іноді служить причиною непорозуміння, так як наштовхує недостатньо досвідчених людей на неправильний висновок, нібито вид з'єднань завжди неважливий, покажемо на одному прикладі, наскільки помилковий такий погляд.

Електродвигун був з'єднаний в трикутник і працював від мережі 380 В при струмі 10 А з повною потужністю

$$S = 1.73 \cdot 380 \cdot 10 = 6574 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Потім електродвигун перез'єднали в зірку. При цьому на кожну фазу обмотки припало в 1.73 рази більш низька напруга, хоча напруга в мережі залишилося тією ж. Більш низька напруга призвела до того, що струм в обмотках зменшився в 1,73 рази. Але і цього мало. При з'єднанні в трикутник лінійний струм був в 1.73 рази більше, а тепер фазний і лінійний струми рівні.

Таким чином, лінійний струм при перез'єднанні в зірку зменшився в $1.73 \cdot 1.73 = 3$ рази.

Іншими словами, хоча і нову потужність потрібно обчислювати за тією ж формулою, але підставляти в неї треба інші значення, а саме:

$$S_1 = 1.73 \cdot 380 \cdot (10/3) = 2191 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

З цього прикладу випливає, що при перез'єднання електродвигуна з трикутника в зірку і живленні його від тієї ж електромережі потужність, що розвивається електродвигуном знижується в 3 рази.

Що відбувається при перемиканні з зірки в трикутник і назад в найбільш поширених випадках? Обговорюємо, що мова йде не про внутрішні порез'єднаннях (які виконують в заводських умовах або в спеціалізованих майстернях), а про порез'єднання на щитках апаратів, якщо на них виведені початки і кінці обмоток.

1. При перемиканні з зірки в трикутник обмоток генераторів або вторинних обмоток трансформаторів напруга в мережі знижується в 1,73 рази, наприклад з 380 до 220 В. Потужність генератора і трансформатора залишається такою ж. Чому? Тому що напруга кожного фазної обмотки залишається такою ж і струм у кожній фазній обмотці такий же, хоча струм в лінійних проводах підвищується в 1.73 рази.

При перемиканні обмоток генераторів або вторинних обмоток трансформаторів з трикутника в зірку відбуваються зворотні явища, лінійна

напруга в мережі підвищується в 1.73 рази, наприклад з 220 до 380 В, струми в фазних обмотках залишаються такими ж, струми в лінійних проводах зменшуються в 1,73 рази.

Значить, і генератори, і вторинні обмотки трансформаторів, якщо у них виведені всі шість кінців, придатні для мереж на дві напруги, що відрізняються в 1,73 рази.

2. При перемиканні ламп із зірки в трикутник (за умови їх приєднання до тієїж мережі, в якій лампи, включені зіркою, горить нормальним розжаренням) лампи перегорять.

При перемиканні ламп з трикутника в зірку (за умови, що лампи при з'єднанні в трикутник горять нормальним розжаренням) лампи будуть давати тьмяне світло. Значить, лампи, наприклад, на 127 В в мережу напругою 127 В повинні включатися трикутником. Якщо ж їх доводиться жити від мережі 220 В необхідне з'єднання в зірку з нульовим проводом. З'єднувати в зірку без нульового проводу можна тільки лампи однакової потужності, рівномірно розподілений між фазами, як наприклад, в театральних люстрах.

3. Все сказане про лампах відноситься і до резисторів, електричним печам і тому подібним електроприймачам.

4. Конденсатори, з яких збирають батареї для підвищення $\cos\phi$, мають номінальну напругу, яка вказує напругу мережі, до якої конденсатор повинен приєднуватися. Якщо напруга мережі, наприклад, 380 В, а номінальна напруга конденсаторів 220 В, їх слід з'єднувати в зірку. Якщо напруга мережі і номінальна напруга конденсаторів однакові, конденсатори з'єднують у трикутник.

5. Як пояснено вище, при перемиканні електродвигуна з трикутника в зірку потужність його знижується приблизно втричі. І навпаки, якщо електродвигун переключить із зірки в трикутник, потужність різко зростає, але при цьому електродвигун, якщо він не призначений для роботи при даній напрузі і з'єднанні в трикутник, згорить.

Пуск короткозамкненого електродвигуна з перемиканням із зірки в трикутник застосовують для зниження пускового струму, який в 5-7 разів перевищує робочий струм двигуна. У двигунів порівняно великої потужності пусковий струм настільки великий, що може викликати перегорання запобіжників, відключення автоматичного вимикача і привести до значного зниження напруги. Зменшення напруги знижує напруження ламп, зменшує крутний момент електродвигунів, може викликати відключення контакторів і магнітних пускачів. Тому прагнуть зменшити пусковий струм, що досягається декількома способами. Всі вони в підсумку зводяться до зниження напруги в ланцюзі статора на період пуску. Для цього в ланцюг статора на період пуску вводять реостат, дросель, автотрансформатор або перемикають обмотку із зірки в трикутник. Дійсно, перед пуском і в перший період пуску обмотки з'єднані в зірку, тому до кожної з них підводиться напруга, в 1.73 рази менше номінальної, і, отже, струм буде значно меншим, ніж при включенні обмоток на повну напругу мережі. В процесі пуску

електродвигун збільшує частоту обертання і струм знижується. Тоді обмотки перемикають в трикутник.

Попередження:

1. Перемикання з зірки в трикутник допустимо лише для двигунів з легким режимом пуску, так як при з'єднанні в зірку пусковий момент приблизно вдвічі менше моменту, який був би при прямому пуску. Значить, це спосіб зниження пускового струму не завжди придатний, і якщо потрібно знизити пусковий струм і одночасно домогтися більшого пускового моменту, то беруть електродвигун з фазним ротором, а в коло ротора вводять пусковий реостат.

2. Переключати із зірки в трикутник можна тільки ті електродвигуни, які призначені для роботи при з'єднанні в трикутник. Тобто ті, що мають обмотки, розраховані на лінійну напругу мережі.

Перемикання з трикутника в зірку. Відомо, що недонавантажені електродвигуни працюють з дуже низьким коефіцієнта потужності. Тому рекомендується недонавантажені електродвигуни замінити менш потужними. Якщо, однак, виконати заміну не можна, а запас потужності великий, то не виключено підвищення $\cos\phi$ перемиканням з трикутника в зірку. Потрібно при цьому виміряти струм в ланцюзі статора та переконатися в тому, що він при з'єднанні в зірку не перевищує при навантаженні номінального струму, в іншому випадку електродвигун перегріється.

5.4 Позначення виводів обмоток електричних машин

В електричних машинах постійного струму початок та кінець кожної обмотки позначають однією й тією ж прописною літерою з наступними цифрами: 1 – початок, 2 – кінець;

- обмотка якоря – Я1, Я2;
- компенсаційна обмотка – К1, К2;
- обмотка додаткового полюсу – Д1, Д2;
- послідовна обмотка збудження – С1, С2;
- паралельна обмотка збудження – Ш1, Ш2;
- пускова обмотка – П1, П2;
- урівнюючий провід та урівнююча обмотка – У1, У2;
- обмотка особливого призначення – О1, О3, О2, О4;
- незалежні обмотки збудження – Н1, Н2;

В електричних машинах змінного струму виводи обмоток позначають наступним чином:

- обмотка статора синхронних та асинхронних машин буквою С
- обмотка ротора асинхронних машин буквою Р
- обмотка збудження (індуктора) асинхронних машин буквою U

У відповідності з міжнародними стандартами в даний час виводи позначають латинськими буквами: перша фаза обмотки статора – U, друга – V, третя – W. Початок та кінець фази позначають цифрами: 1 та 2. Нейтраль – N.

Позначення виводів обмоток електричних машин наносяться безпосередньо на кабельних наконечниках, на шинних кінцях, на спеціальних обжимках, щільно закріплених на проводах обмоток, або на ввідній колодці поряд з виводами. В малих електричних машинах, де буквене позначення виводів наносити важко, застосовується позначення виводів різнокольоровими проводами.

Колір проводів виводів має таку послідовність:

- перша фаза – жовтий;
- друга фаза – зелений;
- третя фаза – червоний;
- нульовий провід – чорний.

ЛЕКЦІЯ №6

ТЕМА: ТРАНСПОРТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

План лекції

- 6.1 Підготовка електричних машин до установки.
- 6.2 Вимоги до фундаменту та їх установка.
- 6.3 Установка та ізоляція підшипникових стійок.
- 6.4 Установка статора, ротора (якоря), засоби заводки та строповки роторів (якорів).
 - 6.4.1 Муфти, шпонки, центрування валів.
 - 6.4.2 Методи центрування валів.
- 6.5 Перевірка виконання внутрішніх з'єднань обмоток.
- 6.6 Монтаж струмозбиральних пристроїв.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумків.

Електричні машини транспортуються з місця їх виготовлення на склади та бази замовника в транспортній упаковці, яку виготовляє підприємство виробник з врахуванням особливостей виробу, способу транспортування та зберігання, з метою забезпечення збереження електрообладнання в дорозі від механічних пошкоджень та впливу кліматичних факторів.

Організація виконання робіт з монтажу електричних машин:

1. отримання від замовника технічної та проектної документації;
2. складання проекту робіт по монтажу;
3. приймання приміщення під монтаж електричних машин;
4. організація робочого місця в зоні монтажу;
5. комплектація інструменту та пристосування для монтажу;
6. організація монтажної зони;

7. Визначення складу бригади по монтажу машин.

6.1 Підготовка електричних машин до установки

При порушенні умов та терміну зберігання електричні машини, що поставляються у зібраному вигляді підлягають ревізії з повним розбиранням. Необхідність ревізії оформляється актом.

Об'єм робіт та почерговість виконання операцій по передмонтажній ревізії електричних машин:

Машини в зібраному стані:

- 1 Очищення фундаменту плит та лап станин;
- 2 Очищення та промивка анкерних болтів;
- 3 Промивка та підготовка підшипників: ковзання, кочення;
- 4 Перевірка ущільнень підшипників;
- 5 Перевірка повітряного зазору;
- 6 Перевірка стану щіткового механізму, колектору та контактних кілець;
- 7 Перевірка стану виводів;
- 8 Перевірка стану ізоляції обмоток, щіткової траверси та ізольованих підшипників;
- 9 Перевірка вільного обертання ротора.

Машини, що були доставлені в розібраному стані:

- 1 Перевірка різьбових отворів в фундаментних плитах;
- 2 Розбирання підшипників та перевірка якості вкладишів та прилягання кришок підшипника;
- 3 Перевірка щільності посадки клинів, які кріплять обмотки;
- 4 Візуальна перевірка ізоляції лобової частини;
- 5 Перевірка активної сталі;
- 6 Перевірка бандажів, щільності розклиновки обмоток роторів при виході з пазів, щільності запресовки осердя;
- 7 Перевірка всіх болтових з'єднань;
- 8 Перевірка якості пайки неізольованих паяних з'єднань;
- 9 Перевірка вірності схеми з'єднання виводів та відповідність напрузі мережі.

Коротка технологія монтажу електричних машин:

Підготовчі роботи:

- 1 Перевірка фундаменту;
- 2 Розмітка та підготовка місць на фундаменті для установки клинів та підкладок. Установка закладних брусів в незатверділий бетон фундаменту;
- 3 Підготовка електричних машин до монтажу; розпаковка, очищення та огляд машин;
- 4 Ревізія електричних машин, фундаментних плит та анкерних болтів;
- 5 Установка електричних машин, вивірка їх та центрування валів;
- 6 Підготовка до пуску, продувка стислим повітрям, пуск.

6.2 Вимоги до фундаменту та їх установка

Опорні поверхні фундаментів, на яких укладаються фундаментні плити, повинні бути рівними, не мати раковин, поверхневих тріщин.

До здачі фундаменту під монтаж на них наносять головні вісі, які повинні бути зафіксовані керном на металевих планках, заздалегідь прикріплених в тілі фундаменту.

Фундаментальні плити повинні встановлюватися на металеві клини та підкладки. Під плити, що мають нижні полки, підкладки, клини та пристосування повинно вкладатися тільки в місцях сконцентрованих навантажень, тобто під підшипниковими стійками, під лапами станин та з двох сторін фундаментальних болтів.

Висота установки фундаментальної плити регулюється клинами або клиновими домкратами та контролюється порівнюючою лінійкою шляхом порівняння відмітки верхньої поверхні плити. Висота установки фундаментальної плити повинна бути менше розрахункової на 1 мм. Цей допуск передбачає можливість подальшого регулювання висоти лінії вала та враховує похибку вимірювання. При кінцевій затяжці фундаментальних болтів необхідно слідкувати за горизонтальністю положення фундаментальних плит від горизонтального положення 0,1 – 0,15 мм на 1 м довжини плити.

6.3 Установка та ізоляція підшипникових стійок.

Висота підшипникових стійок регулюється зміною товщини та кількості металевих прокладок або клинів під стійками. Ізоляційні прокладки повинні виступати з основ підшипникових стійок по всьому контуру на 5 – 15 мм.

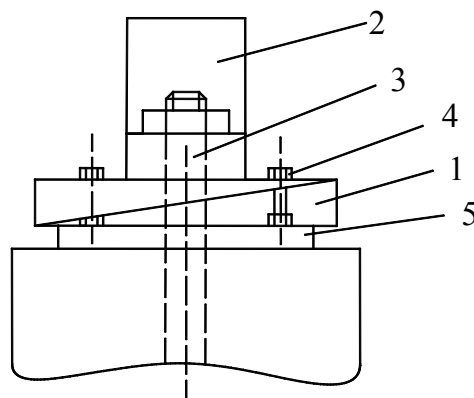


Рис. 1. Вузел кріплення підшипникових стійок та плит загальними анкерним болтом 1 – клини; 2 – підшипникова стійка; 3 – анкерний болт; 4 – вставні плити; 5 – опорна плита

6.4 Установка статора, ротора (якоря), засоби заводки та строповки роторів (якорів)

Вивірку статора (станини), що складається з двох напівстанин виконують наступним чином, нижня напівстанина вивіряється по осі вала з точ-

ністю до половини розміру повітряного зазору, потім на підшипники вкладається ротор (якір) та встановлюється верхня напівстанина. Ротор стропиться за кінці валів; для запобігання від пошкоджень лобової частини якоря (ротора) та колектора застосовується спеціальне пристосування або розпірна дерев'яна траверса, яка вкладається безпосередньо на бочку якоря. При не розйомному статорі (магнітної системи) виконують введення ротора в статор в стороні від фундаментальної плити (в спеціально визначеному місці в зоні монтажу). Станини з лапами збоку встановлюються для введення ротора (якоря) на шпальну викладку. При довжині ротора, що не дозволяє ввести його в полоси статора без перестроповки, вал ротора нарощують подовжувачем.

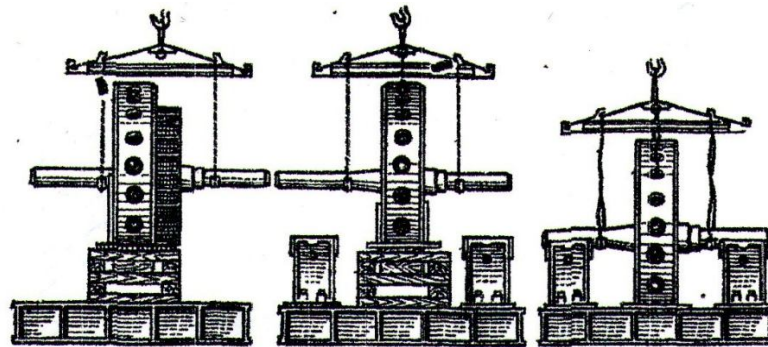


Рис. 2. Заводка ротора в статор з піднімання м статора

6.4.1 Муфти, шпонки, центрування валів

Для нормальної роботи підшипників та самої електростатичної машини з'єднувальні вали електричної машини та приводного механізму повинні становити єдиний вал. Пристроями, що призначені для з'єднання валів між собою та передачі обертового моменту є муфти. Їх підбирають також по обертовому моменту:

$$M_v = (\beta_1 + \beta_2)M,$$

де M_v – найбільший обертовий момент для даного типу муфти;

β_1 – коефіцієнт, що залежить від виду двигуна (для електродвигуна $\beta_1 = 0,25$);

β_2 – коефіцієнт, що враховує прискорювальні маси та ступінь рівномірності їх обертання; M – довго діючий обертовий момент, що передається муфтою.

$$M = 974 N/n,$$

де N – потужність двигуна на валу кВт; n – частота обертання ротора об/хв.

Жорсткі фланцеві муфти для з'єднання одноопорного валу електричної машини мають центрувальний виступ. Допустима швидкість сталених муфт – до 70 м/с, чавунних – 30 м/с, матеріал для виготовлення муфт: сталь 35 або чавун СЧ21-40.

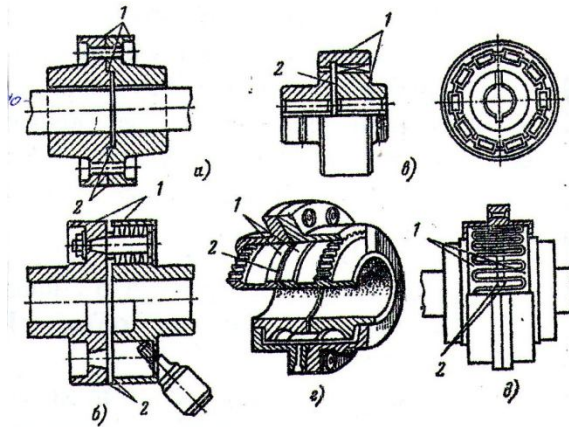


Рис. 3. Види муфт для зеднання валів електричних машин;
 а – жорстка фланцева; б – втулочно-пальцева; в – пружна з резиновими пластинами; г – зубчаста; д – змінної жорсткості (пружинна); 1, 2, – точки заміру радіального та торцевого биття

Зубчасті муфти складаються з двох зубчастих втулок та двох зубчастих обойм, що з'єднані разом або однією цілою обоймою. Муфти повинні працювати в масляній ванні.

Втулочно-пальцеві муфти виготовляють з чавуна СЧ21-40 або з сталі 3, пальці з сталі 45 та втулки з гуми з межею міцності на розрив не менше 80 кгс/см² (8 МПа) та відносним подовженням не менше 300%. Зазор в пальцях не повинен перевищувати 0,3 - 0,6 мм.

Пружинні муфти. Пружини вложені в спеціальні пази, розміщені паралельно вісі. Пружини закриті розйомним кожухом.

Шпонки. Для передачі обертального моменту від валу до муфти служить шпонкове з'єднання. Шпонки бувають наступних типів:

1. Призматичні, поперечний переріз прямокутний, протилежні грані паралельні і створюють ненапружене з'єднання, передають тільки обертальний момент;

2. Сегментні, створюють ненапружене з'єднання, передають не великі обертальні моменти, застосовуються для валів діаметром до 58 мм;

3. Клинові, передають обертальний момент при наявності деякого осьового зусилля;

4. Тангенційні, створюють напружене з'єднання, передають великі обертальні моменти та осьові зусилля, застосовують при ударних знакоперемінних навантаженнях, встановлюються на вал під кутом 120°, складається з двох односкосних (одного нахилу 1:100) клинів, складені так, щоб робочі грані шпонки були взаємно паралельні.

6.4.2 Методи центрування валів

Під центруванням вала розуміють встановлення їх в таке взаємне положення, коли вал електричної машини та вал виробничого механізму являється продовженням один одного.

Центрування валів проводиться за допомогою центрувальних скоб або пристосувань з індикатором часового типу, з магнітним або стрічковим прижимом.

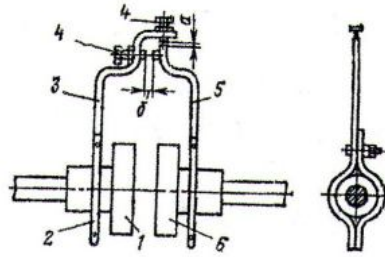


Рис. 5. Встановлення центрувальних скоб на вали
1 – напівмуфта встановленої машини; 2 – стягувальні хомути; 3 – зовнішня скоба; 4 – вимірювальні болти; 5 – внутрішня скоба; 6 – напівмуфта машини що встановлюють

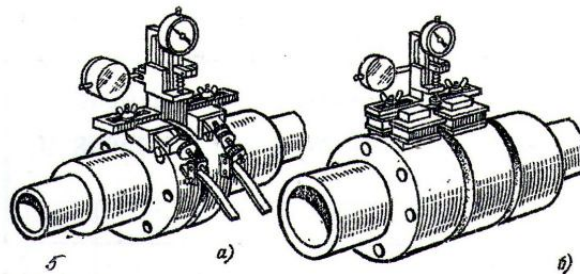


Рис. 6. Пристосування для центровки валів;
а – зі стрічковим прижимом; б – з електромагнітним прижимом

Перевірку проводять по спільному повертанні валів на 90° , 180° , 270° . При вимірюваннях повинно виключатися можливість зміни зазорів між напівмуфтами за рахунок осьових розбігів вала. Регулювання положення валів виконують регулювання клинів під фундаментною плитою. Перевірку взаємного положення валу привідного двигуна та привідного механізму, якщо останній не можливо повернути, методом обходу однієї точки, тобто, повертаючи вал привідного двигуна.

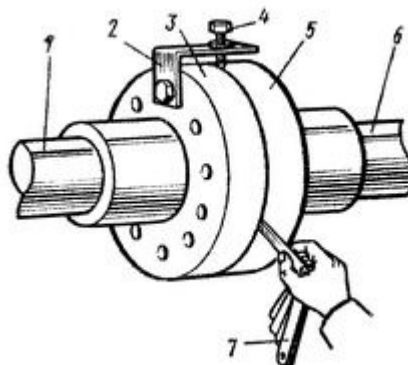


Рис. 7. Центровка валів методом обходу одною точкою

При перевірці взаємного положення одноопорних валів, з'єднаних жорсткими фланцями муфт з центрувальним виступом, проводять вимір

тільки кутового перекосу. Взаємне положення валів приводного двигуна та механізму, що з'єднуються за допомогою проміжного валу, перевіряють після жорсткого з'єднання проміжного валу з приводним двигуном або механізмом.

6.5 Перевірка виконання внутрішніх з'єднань обмоток

Перевірка виконання внутрішніх з'єднань обмоток проводять в наступних випадках: після капітального ремонту, якщо по якійсь причині відсутнє або переплутане маркування виводів, а також коли порушений режим роботи машини.

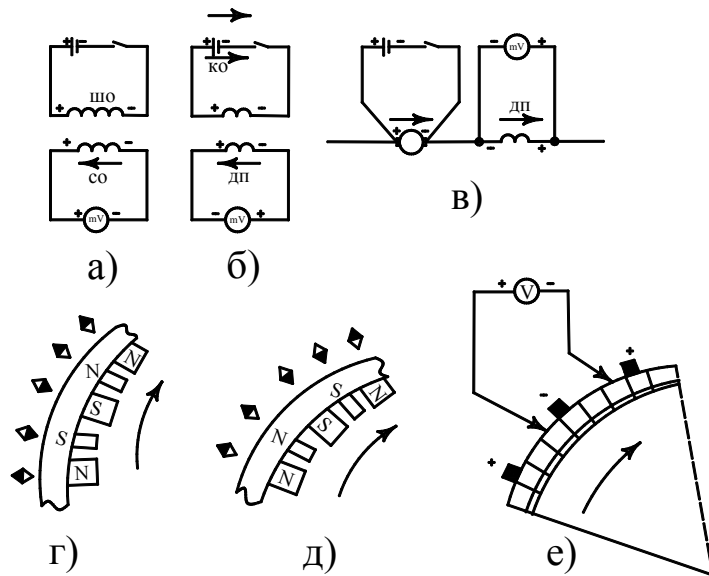


Рис. 8. Перевірка полярності обмоток машин постійного струму

Перевірка взаємної полярності паралельної та послідовної обмоток збудження проводиться індуктивним методом (а)

Перевірка полярності обмоток машин постійного струму:

- а) – полярність обмоток паралельного та послідовного збудження;
- б) – компенсаційної обмотки та додаткових полюсів;
- в) – якоря та додаткових полюсів;
- г) – чередування основних та додаткових полюсів електродвигуна;
- е) – чередування полюсів.

ШО – паралельна обмотка;

СО – послідовна обмотка;

КО – компенсаційна обмотка;

ДП – обмотка допоміжних полюсів.

Мілівольтметр підєднаний до обмоток збудження повинен мати межу вимірювання 1-3 В, акумулятор або батарею напругою 2-3 В. Перед перевіркою полярності обмоток перевіряють полярність мілівольтметра. Включення паралельної послідовної обмоток збудження проводиться відповідно прийнятої схеми вмикання. Перевірку взаємного включення компенсаційної обмотки та обмотки додаткових полюсів проводять як показано на (б). Об-

мотки з'єднуються послідовно різнойменними полюсами, тобто полюс однієї обмотки з'єднується з мінусом другої. Перевірка взаємного включення якоря та додаткових полюсів проводиться по (в). З'єднання обмоток якоря та додаткових полюсів проводиться так: полюс якоря з'єднують з плюсом додаткового полюса або мінус якоря з мінусом додаткового полюса. Порядок чергування головних та додаткових полюсів перевіряють за допомогою магнітної стрілки компаса, по черзі піднесеної з зовнішньої сторони станини до головних болтів проти полюсів, як показано на (г) та (д). При поганій чутливості стрілок в обмотках збудження подається струм збудження, рівний 5-6 % номінального. В двигунах за головним полюсом однієї полярності повинен слідувати додатковий полюс тієїж полярності (д), в генераторах за головним полюсом однієї полярності повинен слідувати додатковий полюс іншої полярності (г).

Перевірку полярності щіток та напрям обертання виконують, як показано на (е). До двох точок колектора приєднується вольтметр, при вмиканні збудження стрілки вольтметра короткочасно відхилиться. Якщо стрілка відхилиться в право, то в точці *a* плюс, *a* в точці *b* мінус. Інший метод заключається в тому, що до щіток підключається вольтметр зі шкалою 15-30 В, у обмотку збудження подається струм збудження додаткової полярності, після цього дають поштовх якорю, в сторону заданого обертання якоря. Відхилення стрілки вольтметра показує полярність щіток.

Перевірку полярності обмоток машини змінного струму, в разі коли відсутнє маркування виводів, виконують як показано на рис. 8. Мілівольтметр при визначенні полярності обмоток, як показано на рис. 8 а, підключають по черзі до кожної фазної обмотки. При відхиленні стрілки мілівольтметра в право проти полюса батареї і мінуса мілівольтметра знаходяться початки фазних обмоток. При визначенні полярності як показано на рис. 8 б, в разі з'єднання обмоток однойменними виводами стрілка мілівольтметра при вмиканні не відхилиться, в протилежному випадку мілівольтметр буде реагувати на вмикання батареї.

При перевірці полярності по рис. 8 в дві з'єднані послідовно обмотки підключають через реостат до мережі. До третьої обмотки підключають вольтметр або контрольну лампу.

При з'єднанні фазних обмоток однойменними виводами контрольна лампа або вольтметр в третій фазі покаже відсутність напруги та навпаки.

Вкладання витягнутих секцій обмоток в пази проводять з обов'язковим попереднім підігрівом секцій з дотриманням технологічних вказівок. Пайку обмоток виконують з дотриманням мір для захисту сусідніх частин обмоток від пошкодження. Контактні поверхні перед пайкою або скручуванням повинні бути зачищені та залужені.

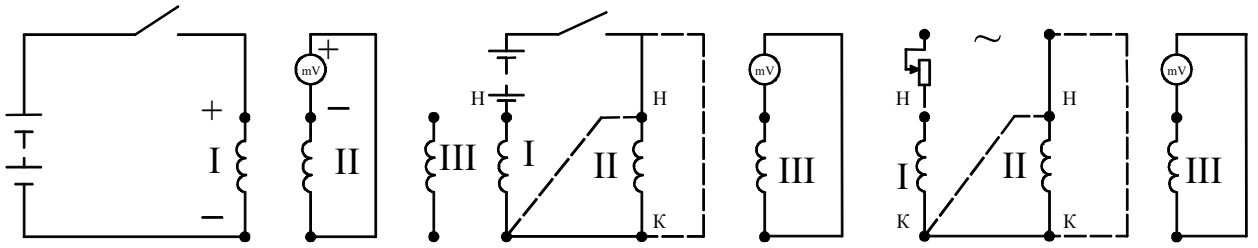


Рис. 9. Перевірка полярності фазних обмоток електричних машин змінного струму; а – при роздільному вмиканні обмоток; б – при парному підключенні; в – за допомогою джерела змінного струму; I, II, III – фазні обмотки.

6.6 Монтаж струмозбиральних пристроїв

Перевірка колектору. Перед установкою щіткового механізму перевіряють биття колектора або контактних кілець, якщо по зовнішньому вигляду колектор має нерівності та биття в недопустимих межах. Биття холодних колекторів повинно бути не більше 0,002 мм для колекторів діаметром до 250 мм, 0,03-0,04 мм для колекторів діаметром до 600 мм, 0,06 для колекторів діаметром більше 600мм.

Допустима різниця між биттям колектора в холодному та нагрітому стані повинне бути не більше 0,04мм. Биття колектора перевіряють індикатором часового типу з плоским накінецьником при повороті якоря у власних підшипниках зі швидкістю не більше 1 м/с.

Колектор при нерівностях та биттях до 0,2 мм повинен бути відполірований, до 0,5 мм – пришліфований, перевищуючий 0,5 мм – проточений. Поглиблення ізоляції повинно бути 1–1,5 мм.

Щітковий механізм повинен вільно переміщуватися при послабленні стопорного пристрою. Траверси щіткового механізму встановлюються по заводським міркам на нейтралі. Радіальний зазор між контактними кільцями або між колекторами та щіткоутримувачами повинен бути рівномірним по окружності та становити від 2 до 4 мм. Щіткоутримувачі встановлюють так, щоб краї щіток були паралельними колекторним пластинам, як показано на рис. 8. Розміщення щіток по колу колектора повинне бути рівномірним.

Перевірку притиснення виконують динамометром.

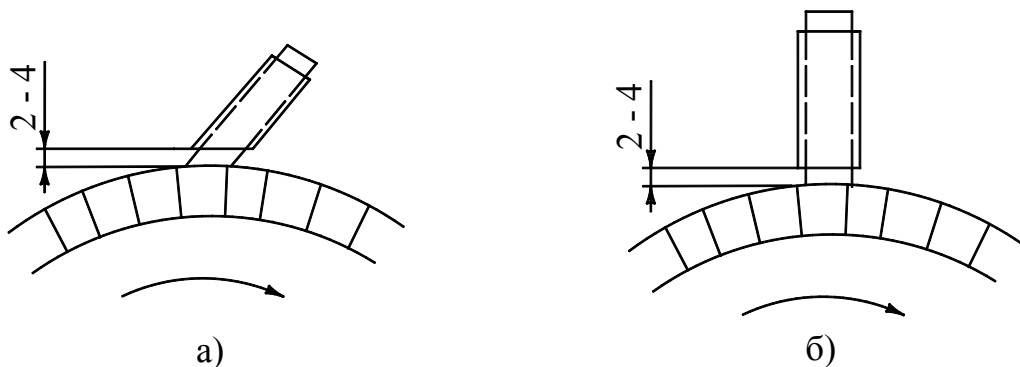


Рис. 10. Розміщення щіткоутримувачей; а – реактивних; б – рвдіальних

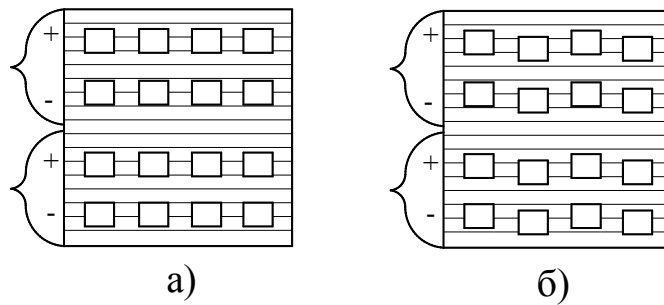


Рис. 11. Розміщення щіток на колекторі; а – паралельне; б – в шахматному порядку

ЛЕКЦІЯ №7

ТЕМА: ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

План лекції

1. Поняття електроприводу.
2. Загальна схема електроприводу.
3. Системи керування електроприводами.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

7.1 Поняття електроприводу

Електропривод – електромеханічна система, що складається в загальному випадку із взаємодіючих електричних, електромеханічних та механічних перетворювачів, керуючих та інформаційних пристроїв та пристроїв з'єднання з зовнішніми електричними, механічними, керуючими та інформаційними системами, призначеними для приведення в рух виконавчих органів робочої машини та керування цим рухом з метою здійснення технологічного процесу.

В склад електропривода входять два основних канали: силовий та інформаційний.

7.2 Загальна схема електроприводу

По першому каналу здійснюється передача потоку перетвореної енергії (\Leftrightarrow), а по другому здійснюється управління цим потоком енергії, а та-

кож збирання та опрацювання інформації про стан та функціонування системи, діагностика її несправностей (→).

Силовий канал, в свою чергу, складається з двох частин: електричної та математичної – та обов'язково містить сполучну ланку – електромеханічний перетворювач.

В електричну частину силового каналу входять пристрої, що передають електричну енергію від джерела та здійснює перетворення електричної енергії в електричному перетворювачі.



Рис. 1 Загальна схема електроприводу

Механічна частина складається з рухомого органу електромеханічного перетворювача, механічної передачі та робочого органу технологічної установки, в якому механічна енергія реалізується в корисну роботу.

Інформаційний канал містить пристрій вводу, виводу, інформаційного перетворювача, зв'язку з силовим каналом.

7.3 Системи керування електроприводами

Функції систем керування електроприводами, їх класифікація та вимоги до них:

Завданнями управління електроприводами є: здійснення пуску, регулювання швидкості, гальмування, реверсування робочої машини, підтримка її режиму роботи відповідно до вимог технологічного процесу, управління становищем робочого органу машини. При цьому повинні бути забезпечені

найбільша продуктивність машини або механізму, найменші капітальні витрати і витрата електроенергії.

Конструкція робочої машини, вид електроприводу і система його управління пов'язані між собою. Тому вибір, проектування і дослідження системи керування електроприводом повинні здійснюватися з урахуванням конструкції робочої машини, її призначення, особливостей та умов роботи.

Крім основних функцій **системи управління електроприводами** можуть виконувати деякі додаткові функції, до яких належать сигналізація, захист, блокування і пр. Звичайно системи управління одночасно виконують кілька функцій.

Системи керування електроприводами ділять на різні групи залежно від головного ознаки, покладеної в основу класифікації.

За способом управління розрізняють системи ручного, напівавтоматичного (автоматизованого) і автоматичного управління.

Ручним називається управління, при якому оператор безпосередньо впливає на найпростіші апарати управління. Недоліками такого управління є необхідність розташування апаратів поблизу електроприводу, обов'язкову присутність оператора, низькі точність і швидкодію системи управління. Тому ручне управління знаходить обмежене застосування.

Управління називається **напівавтоматичним**, якщо його здійснює оператор шляхом впливу на різні автоматичні пристрої, що виконують окремі операції. При цьому забезпечується висока точність управління, можливість дистанційного керування, знижується стомлюваність оператора. Однак при такому управлінні обмежена швидкодія, так як оператор може затратити час на ухвалення рішення про необхідний режимі управління залежно від змінених умов роботи.

Управління називається **автоматичним**, якщо всі операції управління здійснюються автоматичними пристроями без безпосередньої участі людини. У цьому випадку забезпечуються найбільші швидкодію і точність управління системи автоматичного управління в міру розвитку засобів автоматики отримують все більше поширення.

За родом виконуваних у виробничому процесі основних функцій системи напівавтоматичного та автоматичного управління електроприводами можна розділити на кілька груп.

До першої групи відносяться системи, що забезпечують автоматичні пуск, зупинку і реверсування електроприводу. Швидкість таких приводів не регулюється, тому вони називаються нерегульованими. Такі системи застосовуються в електроприводах насосів, вентиляторів, компресорів, конвеєрів, лебідок допоміжних механізмів і т. п.

До другої групи відносяться системи управління, які крім виконання функцій, забезпечуваних системами першої групи, дозволяють регулювати швидкість електроприводів. Подібного роду системи електроприводів називаються регульованими і застосовуються у вантажопідійомних пристроях, транспортних засобах та інше.

До третьої групи відносяться системи управління, що забезпечують крім вищевказаних функцій можливість регулювання та підтримки певної точності, постійності різних параметрів (швидкості, прискорення, струму, потужності і т. д.) при змінюються виробничих умовах. Такі системи автоматичного управління, що містять зазвичай зворотні зв'язки, називаються **системами автоматичної стабілізації**.

До четвертої групи відносяться системи, які забезпечують стеження за сигналом управління, закон зміни якого заздалегідь не відомий. Такі системи управління електроприводами називають **слідкуючими системами**. Параметрами, за якими зазвичай здійснюється стеження, є лінійні переміщення, температура, кількість води або повітря і пр.

До п'ятої групи відносяться системи управління, що забезпечують роботу окремих машин і механізмів або цілих комплексів за заздалегідь заданою програмою, названі **програмними системами**.

Перші чотири групи систем управління електроприводами зазвичай входять як складові частини в систему п'ятої групи. Крім того, ці системи забезпечуються програмними пристроями, датчиками та іншими елементами.

До шостої групи відносяться системи управління, які забезпечують не тільки автоматичне керування електроприводами, включаючи системи перших п'яти груп, але і автоматичний вибір найбільш раціональних режимів роботи машин. Такі системи називаються **системами оптимального управління або самоналаштуванням**. Вони зазвичай містять обчислювальні машини, які аналізують хід технологічного процесу і виробляють командні сигнали, що забезпечують найбільш оптимальний режим роботи.

Іноді класифікацію систем автоматичного управління здійснюють **по типу застосовуваних апаратів**. Так, розрізняють системи релейно - контакторні, електромашинні, магнітні, напівпровідникові. Найважливішою додатковою функцією управління є **захист електроприводу**.

До систем автоматичного управління пред'являються такі основні вимоги: забезпечення режимів роботи, необхідних для здійснення технологічного процесу машиною або механізмом, простота системи управління, надійність системи управління економічність системи управління, яка визначається вартістю апаратури, витратами енергії, а також надійністю, гнучкість і зручність управління, зручність монтажу, експлуатації та ремонту систем управління.

За необхідності пред'являються додаткові вимоги: вибухобезпечність, іскробезпека, безшумність, стійкість до вібрації, значним прискоренням та інше.

ЛЕКЦІЯ № 8

ТЕМА: ЕЛЕКТРОПРОВОДКА, ВИДИ ТА ТИПИ

План лекції

1. Поняття та основне визначення.

2. Правила влаштування електропроводок.
3. Проводи та кабелі, що застосовуються при монтажі електропроводок і підключенні електрообладнання.
4. Структури умовного позначення установочних проводів.
5. Правила влаштування електропроводок.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

8.1 Поняття та основне визначення

До електропроводок відносять силові, освітлювальні та вторинні мережі змінного та постійного струму з застосуванням ізольованих проводів всіх перерізів, а також неброньованих силових кабелів з резиновою або пластмасовою ізоляцією в металевій, резиновій або пластмасовій оболонці з перерізом фазних жил до 16 мм².

Електропроводка – сукупність проводів та кабелів з кріпленнями, підтримуючими та захисними конструкціями та деталями. Розділяють відкриту, скриту та зовнішню електропроводки.

Відкрита – електропроводка, прикладена до поверхні стін, стель, по фермам та іншим будівельним елементам будівель та споруд, по опорах. Проводи та кабелі прикладають безпосередньо по поверхні стін, стель, на струнах, смугах, тросах, роликах, ізоляторах, в трубах, коробах, гнучких металевих рукавах, на лотках, в електротехнічних плінтусах та листках, вільною підвіскою та ін. Відкрита електропроводка може бути стаціонарною, передвижною та переносною.

Скрита – електропроводка, прикладена в середині конструктивних елементів будівель та споруд (в стінах, підлогах, фундаментах, перекриттях), а також по перекриттях. Проводи та кабелі прокладають в трубах, гнучких металевих рукавах, коробах, в замкнених каналах та пустот будівельних конструкцій, в заштукатурених борознах, під штукатуркою, а також замонолічені в будівельні конструкції при їх виготовленні.

Зовнішня – електропроводка прокладена по зовнішнім стінам споруд та будівель, під навісом, а також між будівлями на опорах (не більше чотирьох прольотів довжиною до 25 м кожний) за межами вулиць, доріг та ін.

Ввод від повітряної лінії електропередачі (ПЛ) – електропроводка, що з'єднує відгалуження від ПЛ з внутрішньою електропроводкою, вважаючи від ізоляторів, установлених на зовнішній поверхні (стіни, криши) будівлі або споруди, до зажимів ввідного пристрою.

Струна – стальна проволочка, натягнута щільно до поверхні стін, стелі та іншим конструкціям для закріплення до неї проводів та кабелів.

Смуга – металева смуга, прикріплена щільно до поверхні стіни, стелі для кріплення до неї проводів, кабелів.

Трос – стальна проволока (стальний канат), натягнута в повітрі для підвіски до неї проводів, кабелів.

Короб – закрита пола конструкція прямокутного чи іншого перерізу для прокладки в ній проводів та кабелів. Він повинен служити захистом від механічних пошкоджень. Короба можуть бути глухими або з відкриваючими кришками. Короба можна використовувати в приміщеннях та із зовнішнім встановленням.

8.2 Правила влаштування електропроводок

При монтажу електропроводки необхідно, щоб:

– сховане та відкрите прокладення електропроводки по поверхнях, що нагріваються, не допускалося;

– у місцях перетину електропроводки, закріпленої до основи, яка може зміщуватися за рахунок зміни температури або осідання, були передбачені компенсуючі пристрої;

– відстань від відкрито прикладених всередині приміщень проводів і кабелів, а також від розпаювальних коробок схованого прокладення проводів до сталених трубопроводів при паралельному прокладенні була не менше 100 мм, а до трубопроводів з паливними рідинами і газами – не менше 250 мм.

При прокладенні проводів у вертикально прокладених трубах (стояках) повинно бути передбачено їх кріплення на кінцях труб.

Проводи неброньованих кабелів, захищених і незахищених проводів через неспалімі стіни і міжповерхові перекриття виконують у відрізках пластмасових труб, а через спалімі – у відрізках сталених.

При прокладенні проводів та кабелів у трубах, глухих коробах, гнучких металевих рукавах і замкнутих каналах повинна бути передбачена можливість заміни проводів так кабелів.

8.3 Проводи та кабелі, що застосовуються при монтажі електропроводок і підключенні електрообладнання

Провід – одна неізольована або одна і більше ізольованих жил поверх яких в залежності від умов прокладання та експлуатації може бути неметалева оболонка, обмотка або обгортка волокнистим матеріалом або проволокою.

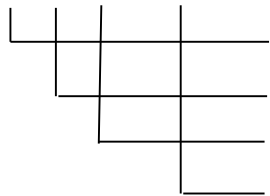
Кабель – одна або більше ізольованих жил (провідників), розміщених, як правило, в металеву або неметалеву оболонку, поверх якої в залежності від умов прокладки та експлуатації може бути відповідне захисне покриття, в яке може входити броня.

Шнур – дві або більше ізольованих гнучких або особливо гнучких жил поперечним перерізом до 1.5 мм², які скручені або укладені паралельно, поверх яких в залежності від умов експлуатації можуть бути неметалева оболонка і захисне покриття.

Шнур призначений для підключення електропобутових приладів до електричної мережі.

8.4 Структури умовного позначення установочних проводів

Х П Х Х х Х



Буква характеризує матеріал струмопровідної жили (А- алюміній, мідь – буква опускається).

Буква П – провід або ПП – плоский провід 2-х або 3-х жильний.

Букви характеризують матеріал ізоляції (В – ПВХ;

П – поліетиленова; Р- резинові; Н – неритова).

Цифри, показують число жил та переріз.

8.5 Правила влаштування електропроводок

Внутрішні електропроводки монтують згідно з проектом. Монтажні роботи виконують в такій послідовності:

- розмічають місця встановлення освітлювального та силового обладнання: світильників, штепсельних розеток, вимикачів силових щитів тощо;
- розмічають лінії прокладання проводів, шнурів і кабелів або труб, місця кріплення та проходи їх через стіни, перегородки та перекриття;
- пробивають наскрізні та гніздові отвори та борозди в стінах, перегородках та перекриттях;
- встановлюють ізоляційні проводи (ізолятори, ролики), натяжні та підтримувальні конструкції (у тросових проводах), заготовляють і прокладають труби;
- прокладають проводи шнури і кабелі, закріплюють, з'єднують, окільцюють та приєднують їх до електроприймачів, комутаційних апаратів тощо.

Місце встановлення вимикачів і штепсельних розеток розмічають так, щоб центри вимикачів були на висоті 1,6 – 1,7 м, розеток у виробничих приміщеннях 0,8 – 1,0 м та розеток у житлових та адміністративно-господарських приміщеннях 0,3 – 1,0 м над рівнем підлоги.

При розміченні місць встановлення щитків та іншого електрообладнання, що кріпиться за допомогою штирів, визначають і наносять на стіни центри отворів під штирі. Для зручності обслуговування щити, силові ящики, тощо встановлюють на висоті 1,4 – 1,8 м над рівною підлогою.

Лінії прикладання проводів, кабелів або труб відкритих електропроводок розмічають так, щоб проводки розміщувались паралельно до архітектури ліній приміщення.

Прокладати незахищені ізольовані проводи на ізоляторах та роликах при напрузі 127 В і вище в приміщеннях без підвищеної безпеки, а при напрузі до 42 В – у будь-яких приміщеннях треба на висоті не менше 2 м від рівня підлоги або площадки обслуговування. В усіх інших випадках висота прокладання повинна бути не менше 2,5 м.

Точки кріплення захищених ізолюваних проводів кабелів і гнучких металевих проводів треба розміщувати з інтервалом 0,5 – 0,7 м, а точки кріплення ізоляційних трубу з металевою оболонкою 0,8 – 1 м. Біля електричних машин і апаратів труби кріплять на відстані від них не більше 0,8 м, а біля світильників, коробок, ящиків – на відстані, що не перевищує 0,3 м.

Лінії прокладання ізоляційних труб, а також проводів марок АППВ, АППВС і т.д. у схованих електропроводках розмічають на стелі по найкоротшій відстані, на стінах і перегородках – горизонтально, а на спусках до вимикачів, розеток – вертикально. При цьому лінії прикладання цих проводів потрібно розміщувати на відстані 100 – 200 мм від стелі і 50 – 100 мм від карнизів, а вертикально – не менше 100 мм від обрамування вікон і дверей.

Монтаж тросової електропроводки починають із закріплення кінцевих опорних конструкцій, які вмуровують у стіни, або кріплять болтами. Трос кріплять на кінцях лінії та по її довжині через кожні 12- 18 мм, при цьому відстань між точками кріплення залежить від маси конструкції і стріли провисання. Стріла провисання не повинна перевищувати 3 – 3,5 % довжини між кріпленнями. Вертикальні струни – підвіски виготовляють зі сталюого дроту діаметром 2 – 3 мм для силових і 1,5 – 2 мм для освітлювальних електропроводок.

Відстань між точками кріплення незахищених ізолюваних проводів, підвішених до троса, повинна становити не більше 1 м при перерізі проводу 1 і 1,5 м при перерізах 1,5 – 6 мм², захищені проводи і кабелі кріплять через кожні 0,5 м.

Для прискорення монтажу до тросу спочатку закріплюють проводи і арматуру на висоті 1,5 – 2 м, а потім всю систему за допомогою блоків піднімають на відповідну робоче місце. Трос натягують за допомогою струбцинок та натяжних болтів.

ЛЕКЦІЯ № 9

ТЕМА: ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОВОДОК. АНАЛІЗ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ

План лекції

1. Електрообладнання жилих будівель.
2. Особливості монтажу електропроводок об'єкта.
 - 2.1 З'єднання і зачищення жил, проводів і кабелів.
 - 2.2 Технічний догляд за електроустаткуванням.
 - 2.3 Технічний догляд за внутрішніми електропроводками.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

9.1 Електрообладнання жилих будівель

Електрообладнання жилих будівель представляє собою електротехнічний комплекс, що складається з ввідно-розподільчого пристрою, внутрішньої мережі електроосвітлення, установчих пристроїв (вимикачів та розеток), освітлювальних та силових електроприймачів.

Ввід в будівлю частіше всього роблять у вигляді відгалужень від найближчої повітряної лінії електропередачі. Для цього застосовують проводи різних марок, що мають атмосферостійку ізоляцію. Довжина відгалуження повинна становити не більше 25 м. При більшій довжині необхідно вкапувати допоміжні столби.

Ввід можна зробити крізь стіну будівлі так:

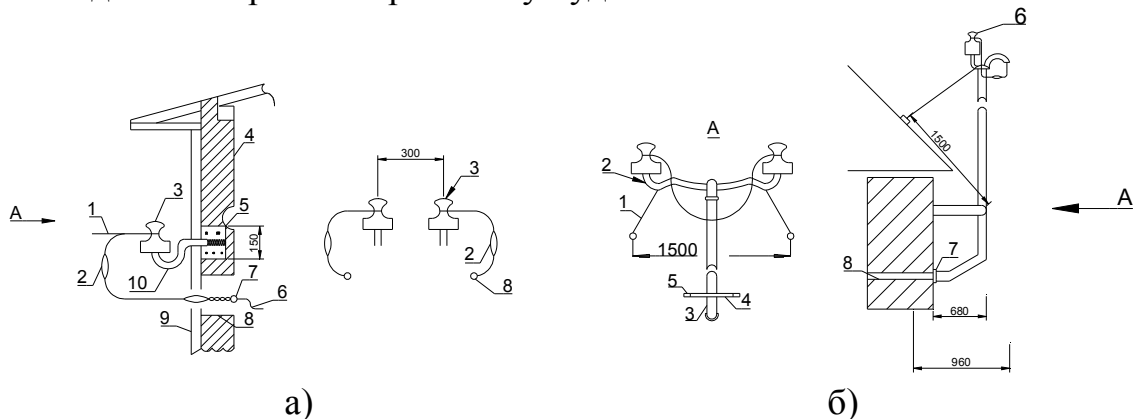


Рис. 1 Ввід електромережі: а) безпосередньо крізь стіну; 1 – провід відгалуження; 2 – затискач; 3 – ізолятор; 4 – стіна; 5 – спіраль з проволочки; 6 – ізоляційна трубка; 7 – втулка; 8 – воронка; 9 – цементно-гіпсовий розчин; 10 – крюк (гак); б) в металевій трубі: 1 – відтяжка зі сталі діаметром 5 мм; 2 – траверса з ізоляторами; 3 – трубостійка; 4 – кронштейн; 5 – шнур 10x100 мм; 6 – провід відгалуження від повітряної лінії; 7 – упорне кільце; 8 – ізоляційна труба

Але краще для цього використовувати спеціальну стійку (б). Її виготовляють з сталевій труби діаметром не менше 32 мм. Крізь неї протягують провід марки АПРТО, які захищають хлорвініловою трубкою діаметром 7 мм, щоб з боку вводу вона виступала з трубостійки на 50 мм, а на виході з неї доходила до місця підключення до лічильника.

Перед затягуванням проводів трубостійку необхідно очистити від заусенців та пофарбувати з середини та зовні.

При встановленні вводу в будівлю необхідно, щоб в трубостійці не накопичувалася вода та не попадала в приміщення.

Відстань від ізолятора на стіні, до яких кріпляться проводи вводу, до поверхні землі повинно складати не менше 2,75 м, а між проводами, а також проводами та виступаючими частинами будівлі (наприклад, звисання даху) – не менше 200 мм.

Для зменшення небезпеки ураження електричним струмом трубостійку необхідно заземлювати.

В якості ввідно-розподільних пристроїв в будівлях використовують квартирні щити з електролічильником та системою захисту (автоматичні вимикача та ПЗВ).

Вид електропроводки та марку вимикачів групової системи електроосвітлення обирають в залежності від матеріалу будівельних конструкцій та характеру призначення приміщення.

В будівлях електропроводку, як правило, виконують скритою, а в неопалювальних приміщеннях, відкритою. Для скритої проводки використовують проводи марок АППВ та АВП, а для відкритих – марок АППР, АПРФ, АПР та АППВ.

Скрита проводка по цегляним стінам виконується безпосередньо під шаром штукатурки, по гіпсобетонним та шлакобетонним стінам та перегородкам – в каналах (штробах) та швах; по перекриттях з незгоряючими та згоряючими основами – в швах та в штробах з нанесенням суцільного шару штукатурки повинно складати не менше 5 мм.

В ванних кімнатах та вбиральнях, крім скритої, допускається також відкрита проводка захищених проводів та кабелів. Не можна використовувати проводи з металевою оболонкою та прокладати їх в сталевих трубах. Це може призвести до ураження електричним струмом.

Групова мережа будівлі, як правило, виконується однофазними лініями, що приєднані до захисних апаратів на квартирному щитку. Частіше передбачається три однофазні групи: дві для загального освітлення та живлення штепсельних розеток на струм 6 та 10 А та одну – для підключення побутових електроприладів потужністю 4 кВт.

Групові лінії загального освітлення та штепсельних розеток повинні розділятися.

До розеток з заземлюючим контактом на струм 10 та 25 А, що встановлюються на кухні, прикладається окремий провід з такою ж площею перерізу, як і фазного. Його приєднують до нульового проводу перед лічильником (до вимикаючого апарату).

Траса електропроводки розмічається з врахуванням розміщення світильників, вимикачів та штепсельних розеток.

В ванних кімнатах корпуси світильників повинні бути з ізоляційного матеріалу. Необхідно застосовувати освітлювальну арматуру з заглибленими патронами та високим ізолюючим кінцем.

В жилих кімнатах звичайно встановлюють не менше однієї штепсельної розетки на струм 6 А на кожні повні та не повні 6 м² площі кімнати.

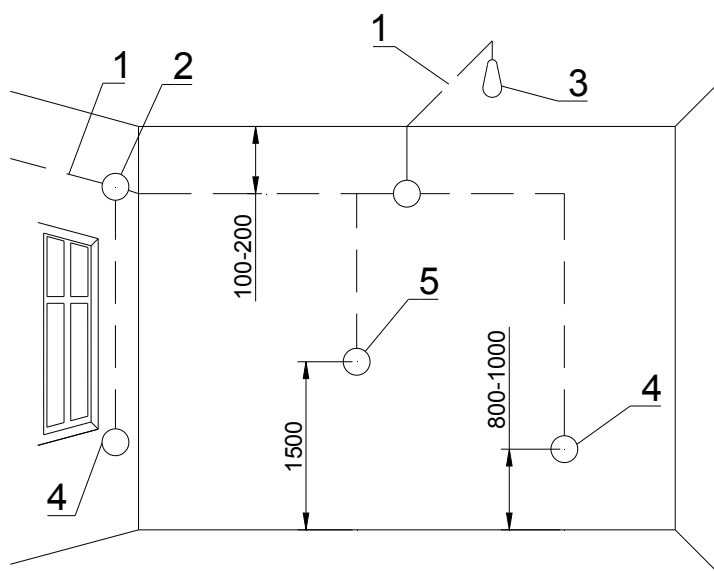


Рис. 2 Розмітка траси електропроводки в кімнаті

Електрична енергія виробляється на електричних станціях, на яких в електричну переводять в інші види енергії: тепла, водна, атомна, вітрова, сонячна. В залежності від виду енергії електричні станції розділяють на теплові, гідравлічні, атомні, вітрові.

Електропостачання споживачів електричною енергією здійснюється від електричних мереж, об'єднуючих ряд електростанцій. Паралельна робота електричних станцій на загальну електричну мережу забезпечує раціональне розподілення навантаження між ними, найбільш економічне вироблення електроенергії, краще використання встановленої потужності станцій, підвищення надійності електропостачання споживачів та відпущення електричної енергії з нормальними якісними показниками по частоті та напрузі.

Постачання електроприймачів повинно відбуватися від електричної мережі з глухо заземленою нейтраллю 380/220 В, з системою заземлення TN-S або TN-C-S.

На вводі в будівлю повинно бути встановлено один чи декілька ВП (Вводний пристрій – сукупність конструкцій, апаратів та приладів, встановлених на вводі лінії живлення в будівлю від ГРЩ) або ВРП.

9.2 Особливості монтажу електропроводок об'єкта

Тип електропроводки і способи її прокладання виявляють номінальною напругою мережі, характером приміщення, станом навколишнього середовища, в якому вона буде знаходитись, вимогами техніки безпеки і пожежної безпеки. Навколишнє середовище характеризується вологістю, температурою, пилом, шкідливих хімічних активних парів і газів.

Ізоляція проводів і кабелів повинна відповідати напрузі мережі і умовам навколишнього середовища. Для мереж напругою до 500 В проводи повинні мати ізоляцію, розраховану на напругу не нижчу 500 В.

Проводи електропроводок віддаляють від печей і труб опалення для запобігання перегріву і передчасного старіння ізоляції.

Нульовий провід повинен мати відповідне забарвлення або біля місця відгалуження, або при вводі в арматуру його помічають бандажем із кольорових ниток, а головки роликів чи ізоляторів нульового проводу фарбують емалевою фарбою. На прямих ділянках пофарбовані ролики встановлюють з інтервалом через два або три звичайних ролика.

Для надійного і швидкого відключення при короткому замиканні необхідно, щоб струм короткого замикання був не менше ніж в 3 рази більший за номінальний струм запобіжника.

9.2.1 З'єднання і зачищення жил, проводів і кабелів

Від правильно виконаних контактних з'єднань залежить надійність і безпека експлуатації електроустановок. Контактні з'єднання повинні бути стійкими до різних коливань температури, вологості, впливу навколишнього середовища. Надійні електричні контактні з'єднання можуть бути виконані одним із наступних основних способів: опресуванням, зваркою, пайкою, скручуванням.

Опресування приміняють для з'єднання та окінцюванню проводів і кабелів будь-якої площі перерізу на напругу від 10 (з'єднання) до 35 кВ (окінцювання), а також мідних (для всіх категорій електроустановок) і алюмінієвих жил (за винятком міських кабельних мереж столичних і обласних міст та електростанцій з агрегатами потужністю від 50000 кВт і більше). З'єднання багатопроволочних мідних жил площею поперечного перерізу до 10 мм² в силових і освітлювальних мережах виконують шляхом обгортання з'єднувальних жил двома шарами тонкої мідної або латунної стрічки товщиною 0,2...0,3 мм і опресовкою місця з'єднання за допомогою пуансонів і матриць, які вставляються в малі одноручні клещі.

9.2.2 Технічний догляд за електроустаткуванням

Технічні догляди дозволяють підтримувати парк електроустаткування в робочому стані. При технічних доглядах електроустаткування очищають, перевіряють, регулюють, змазують і замінюють деякі деталі. Крім того, визначають технічний стан електроустаткування і при наявності несправностей дають заключення про необхідність поточного або капітального ремонту.

Операції технічного догляду проводять відповідно складеному графіку через суворо встановлені періоди роботи електроустаткування.

Максимальна ефективність технічних доглядів досягається в тому випадку, коли періодичність і номенклатура робіт, виконаних при кожному технічному догляді, в найбільшій степені відповідає конструктивним особливостям електроустаткування, його технічному стану, вимогам експлуатації та ін..

Режим технічних доглядів, що застосовується для середніх умов експлуатації, слід корегувати в кожному конкретному випадку з врахуванням умов, в яких працює електроустаткування. Неякісне і несвоєчасне проведен-

ня технічних доглядів знижує працездатність електроустаткування, збільшує витрати на проведення ремонтів і підвищує собівартість сільськогосподарської продукції.

Особливо важливе значення має перевірка і налагодження електроустаткування перед вводом в експлуатацію, а також спостереження за його технічним станом в перший період роботи.

Навіть при самих високих вимогах до випробувань електроустаткування перед відправленням споживачу частину недоліків виявляють і виправляють за деякий час з початку його роботи. В більшій мірі це відноситься до регулюючих параметрів електроустаткування.

При технічних доглядах по можливості мають бути виявленні всі несправності як механічного, так електричного походження. Причинами несправностей також можуть бути порушення регулювання.

Несправності механічного походження частіше всього виникають внаслідок зношення, ударів і деформації, корозії деталей. Їх зазвичай виявляють при огляді і шляхом вимірювань.

Несправності електричного характеру виникають внаслідок пробою ізоляції, протікання струмів короткого замикання, дії електричної дуги, перенапруження та ін. Ці несправності при технічних доглядах також виявляють в більшості випадків зовнішнім оглядом. Якщо конструкція електричної машини чи апарату не дозволяє провести зовнішній огляд, електричні несправності виявляють за допомогою приладів (мегомметр, омметр та ін.).

9.2.3 Технічний догляд за внутрішніми електропроводками

При проведенні технічних доглядів за електропроводками виконують наступні роботи:

1. В сухих приміщеннях волосяною щіткою очищують проводи від пилу; в сирих приміщеннях користуються вологим матеріалом. Кабелі, зовнішню частину труб з електропроводкою і корпуси освітлювальних коробок очищають обтираючим матеріалом. Масляні плями з трубопроводів видаляють обтираючим матеріалом, змоченим в бензині.

2. Очищають ізолятори обтираючим матеріалом, змоченим в 5%-вому розчині каустичної соди.

3. Похитуванням руки перевіряють надійність кріплення труб, протяжних і відокремлених коробок, якорів, крюків, штирів, а також кутів, які захищають кабелі і проводи від механічних пошкоджень. Послаблені місця укріплюють.

4. Оглядом впевнюються в цілості ізоляторів, а похитуванням руки – в надійності їх кріплення на крюках, якорях чи штирях. Ізолятори, які мають тріщини, замінюють новими.

5. Уважно оглядають ізоляцію проводів. Ділянки проводів, що мають незначні порушення ізоляції, ізолюють.

ТЕМА: СПОСОБИ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЮ

План лекції

1. Види монтажу кабелю
 - 1.1. Зовнішній монтаж кабелю
 - 1.2. Прихований монтаж кабелю
 - 1.3. Прокладка кабелю в коробі (кабельканали)
 - 1.4. Підземна прокладка кабелю
 - 1.5. Монтаж повітряної лінії
2. Монтаж силових і контрольних кабелів.
3. Примітка! Що впливає на вибір перерізу проводів ?
 - 3.1. Наслідки неправильного вибору

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумків.

9.1 Види монтажу кабелю

10.1.1 Зовнішній монтаж кабелю

Даний спосіб є одним з найбільш недорогих, і його монтаж здійснюється досить швидко. У разі пошкодження кабелю не потрібно великих зусиль для ремонту. Елементом кріплення проводів до стін є скоби і скріпи. Цей метод майже ніколи не використовується при прокладанні кабелів у квартирах, і останнім часом стає все менш популярним при електрифікації замських будинків.

10.1.2 Прихований монтаж кабелю

Для даного виду прокладки кабелю потрібно штроблення стін. Штроба – це спеціальна вибірка в стіні, ширину і глибину якої визначають габарити закладаємих в неї проводів або труб. Основним завданням при прихованій прокладці кабелю є не тільки гарний зовнішній вигляд приміщення, але й забезпечення безпеки при його експлуатації. Прихований монтаж електропроводки є найпопулярнішим, але, у свою чергу, має ряд переваг і недоліків перед іншими способами прокладки проводів. До переваг можна віднести: відсутність проводів на стінах, їх недоступність для дітей, тварин і різних гризунів, а також захищеність кабелю від побутових механічних пошкоджень, вологи і сонячних променів. До недоліків відноситься «невидимість» кабелю, що підвищує ризик його випадкового просвердлювання при облаштуванні приміщення. Без наявності проекту електропостачання або хоча б схеми електропроводки цей ризик значно підвищується. Пошкодження провода в стіні

сильно ускладнює його ремонт і часто призводить до додаткового прокладання кабелю або руйнування поверхні стіни.

10.1.3 Прокладка кабелю в коробі (кабельканали)

Цей спосіб монтажу кабелю особливо популярний при електрифікації офісних приміщень, і досить часто його використовують для прокладання проводів у заміських будинках, магазинах і виробничих приміщеннях. Короба бувають з кришками що відкриваються і глухими. Прокладка кабелю в коробах не займає багато часу і коштів. Розмір кабельканал підбирається відповідно за кількістю проводів, що в нього закладається. До зручностей експлуатації коробів можна віднести можливість швидкого додавання в них додаткових ліній і безперешкодного ремонту кабелю.

10.1.4 Підземна прокладка кабелю

Для підземного монтажу кабелю потрібні досить великі затрати коштів на земляні роботи. Кабель прокладають або в підземній кабельній каналізації, або закопують. Ступінь захищеності кабелю і метод його прокладки визначаються при розробці електропроекту. Обов'язково враховуються умови експлуатації кабелю. Роботи можуть здійснюються вручну або за допомогою спеціального плугова укладальника для прокладки кабелю в траншеях.

10.1.5 Монтаж повітряної лінії

Монтаж кабелю по повітрю від стовпа до будинку або від будинку до будинку можна здійснити двома способами:

1. **На порцелянових ізоляторах.** Провід тягнеться від стовпа до будинку окремими лініями і прикріплюються до високоміцних порцелянових ізоляторів.

2. **За допомогою розтяжки.** Для цього способу повітряної прокладки кабелю необхідно: талреп, трос, металеві стяжки і хомути. Талреп – це пристосування для кріплення троса і регулювання його натягу. Розмір талрепа і товщина троса розраховуються виходячи з ваги кабелю і довжини самої лінії. Для підйому на стовп електрики використовують спеціальні кігті і пояс.

10.2 Монтаж силових і контрольних кабелів

Кабелі укладають в траншеях глибиною 700 мм в один горизонтальний ряд, на шар піску або просіяної землі (рис.1). Зверху кабель засипають таким же шаром.

Земля щільно облягає кабель і добре відводить від нього теплоту. Для захисту кабелю від механічних пошкоджень на нього кладуть ряд цегли уздовж напрямку траншеї.

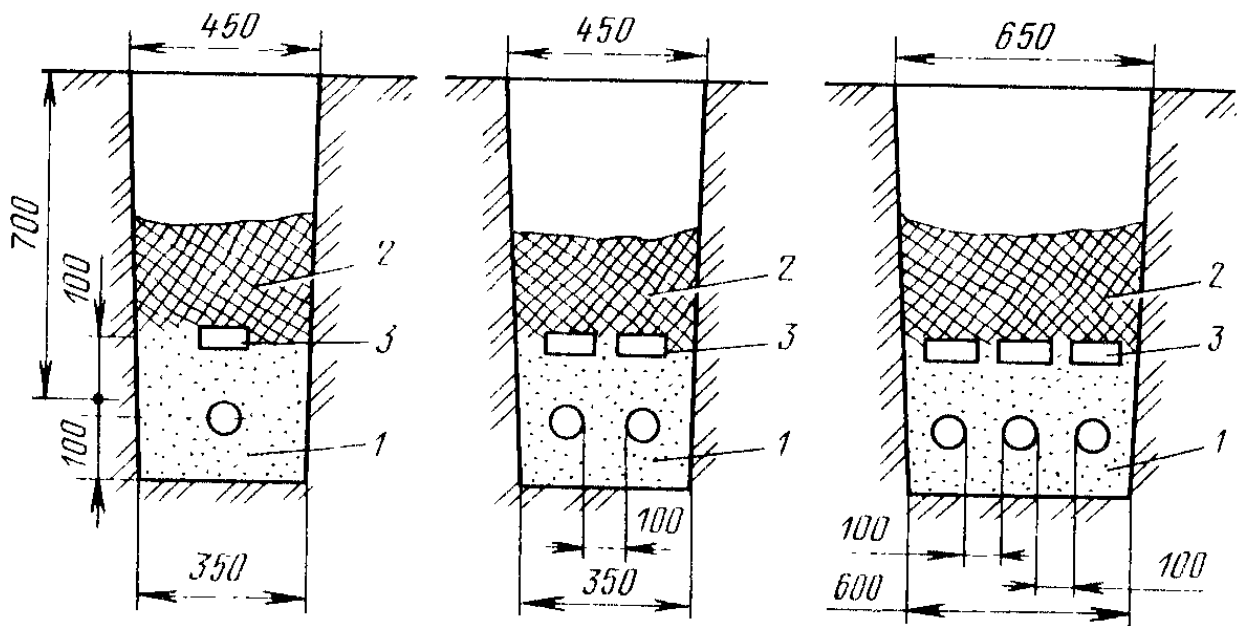


Рис. 1 Переріз траншеї для прокладки кабелю напругою до 10 кВ: 1 – пісок або просіяна земля; 2 – ґрунтова земля; 3 – цегла

При прокладанні кабелів в землі більше 75 % часу йде на риття і засипання траншей, якщо цю роботу виконувати вручну. При виконанні земляних робіт застосовують багатоковшовий екскаватор для риття траншеї і бульдозер для їх засипки.

При механізованій прокладці кабелів їх можна не захищати від пошкоджень цеглою, але тоді глибина траншеї повинна бути збільшена до 1000 ... 1200 мм.

На поворотах траншею риють так, щоб радіус заокруглення трижильного освинцьованого кабелю з паперовою ізоляцією був не менше 15 зовнішніх діаметрів (одножильного – 25 діаметрів), з алюмінієвою оболонкою - не менше 20 зовнішніх діаметрів. У місцях з'єднання кабелів у муфтах траншеї розширюють до 1,5 м на ділянці довжиною 2 м.

Кабель можна укладати в траншею вручну. Для полегшення цієї роботи, а також для скорочення часу на її проведення застосовують механізовану прокладку. При механізованій прокладці кабельний барабан встановлюють на домкрати й піднімають на потрібну висоту. Кабель переміщують вручну або лебідкою на автомобілі за спеціальними роликам, які встановлюються на дні траншеї, і укладають на дно траншеї змійкою. Довжина кабелю має бути приблизно на 1% більше довжини траншеї.

У населених місцях при переході через дорогу і т. п. доцільно укладати кабелі в блоках з керамічних або азбоцементних труб. Застосовують також бетонні блоки з одним і декількома отворами. Діаметр отвору в блоці повинен перевищувати зовнішній діаметр кабелю не менш ніж в 1,5 рази.

Блоки кладуть на дно траншеї і з'єднують рідким цементним розчином, гудроном або смолою. Через кожні 70 ... 100 м роблять колодязі, які служать для протягання кабелів в отвори блоків, для з'єднання і відгалуження кабелів у муфтах. Блоки укладають з деяким ухилом, щоб вода з них стікала.

Попередньо через блоки простягають спеціальний циліндр, щоб перевірити, чи немає в трубах виступів. Якщо виступи є, їх очищають, протягуючи металеву щітку. Потім в блоки втягують кабель, змастивши його поверхню технічним вазеліном. Зазвичай при складанні блоків у них залишають дріт для протягання кабелю. Укладають кабелі відрізками від одного колодязя до іншого, де їх з'єднують муфтами.

У приміщеннях кабелі прокладають відкрито на скобах або в хомутах. Відстань між сусідніми кріпленнями кабелю складає 800 ... 1000 мм при горизонтальній і до 2000 мм при вертикальній прокладці. Застосовують кабелі без захисного покриття. Зовнішню поверхню свинцевої оболонки кабелю покривають бітумом або його фарбують. Відстань між силовими кабелями повинно бути не менше 35 мм. У проходах через стіни і перекриття кабелі укладають у відрізках сталевих або азбоцементних труб. У місцях, де можливі механічні пошкодження кабелів, їх захищають сталевими трубами або відрізками кутової сталі на висоті до 2 м від рівня полу.

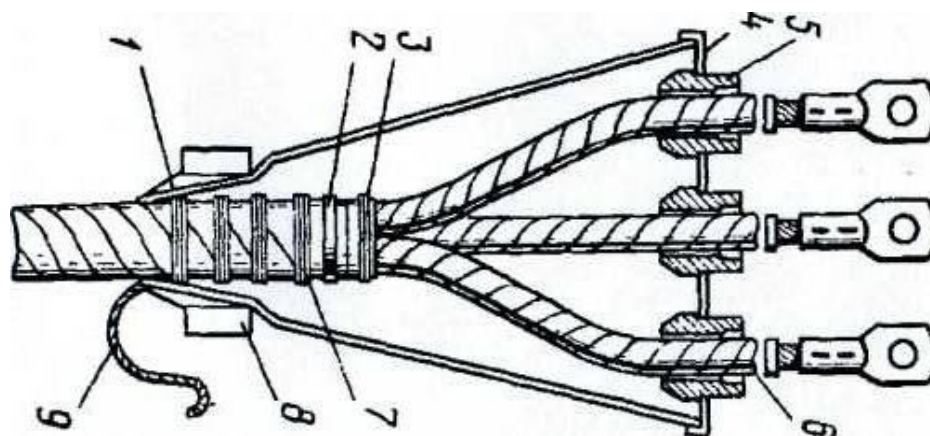


Рис.2 Заділка кабеля в сталевій кінцевій воронці:

1. Толева бумага та просмолена стрічка; 2. Свинцева оболонка; 3. Бандаж з нитки на пояській ізоляції; 4. Кришка воронки; 5. Фарфорова втулка; 6. Жила, обмотана ізоляційною стрічкою; 7. Місце припайки заземлюючого проводу; 8. Сталевий хомут для кріплення воронки; 9. Заземлюючий провід

У приміщеннях застосовують також приховану прокладку кабелів у каналах або в сталевих трубах. Зверху канали закривають залізобетонними або сталевими плитами. Для кращого охолодження відстань між кабелями в каналах має бути не менше 50 мм.

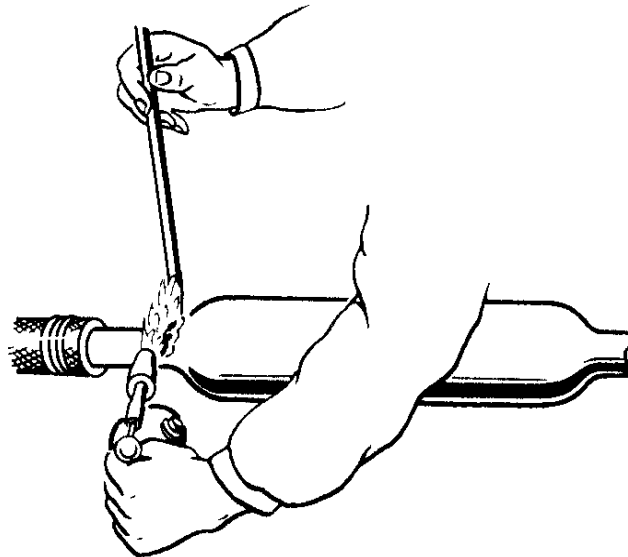


Рис.3. Припайка свинцевої муфти до свинцевої оболонки кабеля

Всі з'єднання і відгалуження кабелів роблять в муфтах, які захищають кабель від попадання вологи і оберігають місце з'єднання від механічних пошкоджень. Перед установкою муфти кабель обробляють, тобто з нього знімають захисні оболонки, попередньо наклавши на кабель два дротяних бандажа на відстані 150 ... 200 мм один від іншого. Жили кабелю розводять і згинають так, щоб радіус вигину жили був не менше десяти її діаметрів. Потім їх вводять в отвори розпірних порцелянових пластинок (містків). З'єднують жили гільзами з подальшою пропайкою або обпресуванням гідравлічним пресом. Металеві оболонки кабелю заземлюють. Муфту заливають кабельною масою.

Кінцевик закладання кабелю при напрузі 6 і 10 кВ виконують у сталевій воронці (рис. 2). Воронку заливають кабельною масою. Для кабелів напругою вище 1 кВ використовують свинцеві муфти, виконані у вигляді відрізка свинцевої труби, що насувається на місце з'єднання і припаюється з двох сторін до свинцевої оболонки кабелю (рис. 3.). У верхній частині муфти прорубують два отвори, через одне з яких заливають муфту кабельною масою. Жили кабелю в свинцевій муфті ізолюють паперовою стрічкою або пряжею. Порцелянові містки не застосовують.

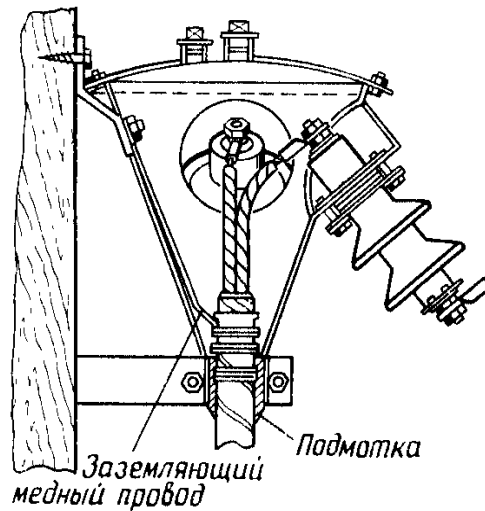


Рис.4 Щоглові муфти що застосовуються при переході з кабельної лінії на повітряну або навпаки

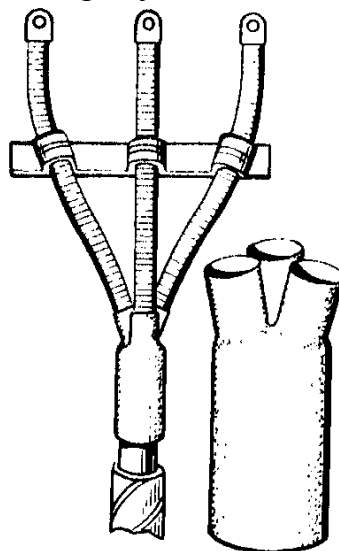


Рис. 5. Суха заділка кабеля в свинцевій рукавиці

При переході з кабельної лінії на повітряну або навпаки використовують щоглові муфти (рис. 4). Муфти такого типу встановлюють на опорах на відкритому повітрі.

Заливка муфт кабельною масою – складна і відповідальна операція, яку можуть виконувати тільки робітники високої кваліфікації. Вона вимагає ретельного дотримання правил техніки безпеки. Щоб уникнути застосування громіздких кінцевих муфт, залитих кабельною масою, застосовують кінцеву заділку кабелів з паперовою ізоляцією без муфт - сухе закладення. При цьому панцирами жили кабелю ізолюють бавовняною стрічкою лакотканини. Кожен шар стрічки покривають ізоляційним лаком. На жили, обмотані стрічкою, надягають свинцевий ковпачок-рукавичку з відростками-пальцями (рис.5). Нижню частину рукавички припаюють до свинцевої оболонки кабелю. Жили кабелю, частина пальців і кабельних наконечників обмотують тафтяною стрічкою, покривають лаком, а свинцеву рукавичку заливають масло-

каніфольною масою. У деяких випадках не застосовують і свинцеву рукавичку, а обмежуються обмотуванням жил кабелю стрічками з Лакотканини з подальшим покриттям лаком. Останнім часом сухі закладення кабелів виконують із застосуванням хлорвінілової стрічки, яка не вимагає покриття лаком кожного шару обмотки. Всю закладення покривають поліхлорвініловою емаллю.

Кабелі напругою до 10 кВ з'єднують епоксидними муфтами. На місце з'єднання надягають форму і заливають епоксидний компаунд. Через добу компаунд твердне і перетворюється на монолітне з'єднання кабелю. Тоді форму видаляють - і закладення готове. Необхідно мати на увазі, що епоксидні компаунди отруйні і поводитися з ними слід з обережністю.

10.3 Примітка! Що впливає на вибір перерізу проводів?

При виборі перетину дроту ми повинні розуміти, що обраний нами провід повинен витримувати навантаження, яке необхідне для приладів, що живляться від нього. На вибір перерізу кабелю впливає:

- матеріал з якого зроблені жили, алюміній або мідь;
- умови прокладки проводки;
- навантаження, яке він повинен витримувати.

Матеріалом приводу, звичайно, краще використовувати мідні дроти через те, що вони при тому ж перерізі жили, в порівнянні з алюмінієвими, можуть витримувати велике навантаження, а також, вони не так легко переламуються при згинанні, як алюмінієві.

Знаючи навантаження, яке повинен витримувати обраний нами провід, ми можемо скористатися таблицею з вибору перетину дроту:

Открытая проводка						Сечение кабеля мм ²	Закрытая проводка					
Медь			Алюминий				Медь			Алюминий		
Ток А	Мощность кВт		Ток А	Мощность кВт			Ток А	Мощность кВт		Ток А	Мощность кВт	
	220 в	380 в		220 в	380 в			220 в	380 в		220 в	380 в
11	2,4	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
15	3,3	-	-	-	-	0,75	-	-	-	-	-	-
17	3,7	6,4	-	-	-	1,0	14	3,0	5,3	-	-	-
23	5,0	8,7	-	-	-	1,5	15	3,3	5,7	-	-	-
26	5,7	9,8	21	4,6	7,9	2,0	19	4,1	7,2	14	3,0	5,3
30	6,6	11	24	5,2	9,1	2,5	21	4,6	7,9	16	3,5	6,0
41	9,0	15	32	7,0	12	4,0	27	5,9	10	21	4,6	7,9
50	11	19	39	8,5	14	6,0	34	7,4	12	26	5,7	9,8
80	17	30	60	13	22	10	50	11	19	38	8,3	14
100	22	38	75	16	28	16	80	17	30	55	12	20
140	30	53	105	23	39	25	100	22	38	65	14	24
170	37	64	130	28	49	35	135	29	51	75	16	28

10.3.1 Наслідки неправильного вибору

Якщо вибрати перетин дроту меншим ніж потрібно, то він буде постійно грітися, контакти будуть підгорати, так само, можливі неприємності в розподільних коробках, коли в результаті сильного нагрівання проводів ізоляція втратить свої властивості і може статися коротке замикання і т.д. Тому, при виборі перетину дроту виберіть перетин із запасом, щоб у разі збільшення навантаження, через додавання споживачів, кабель не перегрівався.

ЛЕКЦІЯ №11

ТЕМА: ЗАЗЕМЛЕННЯ

План лекції

1. Основні визначення.
2. Заземлювачі та заземлюючі провідники.
3. Типи заземлення.
 - 3.1 Захисне заземлення.
 - 3.2 Типи заземлюючих пристроїв.
 - 3.3 Захисне занулення.
4. Системи заземлення електроустановок.
5. Пристрій захисного відключення ПЗВ.

Хід проведення

- I. Організація групи.
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

11.1 Основні визначення

Заземлення – електричне з'єднання якої-небудь точки системи електроустановки або обладнання з заземлюючими пристроями.

Головна заземлююча нейтраль – шина, що є частиною заземлюючого пристрою електроустановки до 1 кВ та призначена для приєднання декількох провідників з метою заземлення та вирівнювання потенціалу.

Глухозаземлена нейтраль – нейтраль трансформатора або генератора, приєднана безпосередньо до заземлюючого пристрою. Глухозаземленим може бути також вивід джерела однофазного змінного струму або полюс джерела постійного струму в двопровідних мережах, а також середня точка в три провідних мережах постійного струму.

Ізольована нейтраль – нейтраль генератора або трансформатора, що не приєднана до заземлюючого пристрою або приєднана до нього крізь великий опір приладів сигналізації, вимірювання, захисту та інших аналогічних їм пристроїв.

Заземлена нейтраль – нейтраль трансформатора або генератора, що приєднана до заземлюючого пристрою безпосередньо або крізь малий опір (трансформатори струму та ін.)

Заземлення – електричне з'єднання якої-небудь точки системи електроустановки або обладнання з заземлюючими пристроями.

Заземлюючий пристрій – сукупність заземлювача та заземлюючих провідників.

Заземлюючий провідник – провідник, що з'єднує заземлюючу частину (точку) з заземлювачем.

Заземлювач – провідна частина або сукупність з'єднаних між собою провідних частин, що знаходяться в електричному контакті з землею безпосередньо або крізь проміжне провідне середовище.

Робоче заземлення – заземлення точки або точок струмоведучих частин електроустановки, що виконане для забезпечення роботи електроустановки (не з метою електробезпеки).

Природній заземлювач – стороння провідна частина, що знаходиться в електричному контакті з землею безпосередньо або крізь проміжне середовище, що використовується з метою заземлення.

Захисне занулення – в електроустановках напругою до 1 кВ проводиться з'єднання відкритих провідних частин з глухозаземленою нейтраллю генератора або трансформатора в мережах трифазного струмом з глухозаземленим виводом джерела однофазного струму, з заземленою точкою джерела в мережах постійного струму, що виконується з метою безпеки.

Зона нульового потенціалу (відносна земля) – частина землі, що знаходиться поза зоною впливу якого-небудь заземлювача, електричний потенціал якого приймається рівним нулю.

Зона розтікання (локальна земля) – зона землі між заземлювачем та зоною нульового потенціалу.

Зона розтікання – область землі, в межах якої виникає помітний градієнт потенціалу при стіканні струму з заземлювача.

Захисне заземлення – заземлення частин електроустановки з метою забезпечення електробезпеки.

Занулення – з'єднання металевих не струмоведучих частин електричного приладу або пристрою з нульовим проводом (нейтраллю) живильної трифазної мережі. Застосовується для захисту від ураження струмом при замиканні фази на металеві не струмоведучі частини.

Принцип дії оснований на виникненні короткого замикання при прибої фази, що приведе до спрацювання системи захисту (автоматичний вимикач або перегорання плавких запобіжників).

Замикання на землю – випадкове зєднання частин електроустановки що знаходяться під напругою з конструктивними частинами не ізольованими від землі або безпосередньо з землею.

Замикання на корпус – випадкове з'єднання частин електроустановки що знаходяться під напругою з їх конструктивними частинами, що нормально не знаходяться під напругою.

Нульовий провідник – провід мережі який з'єднаний з глухо заземленою нейтраллю трансформатора або генератора.

Опір заземлюючого пристрою – відношення напруги U_3 на заземлюючому пристрої до струму I_3 , що стікає з заземлювача в землю, тобто

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3}$$

Опір заземлюючого пристрою повинен бути не більше 4 Ом, а при потужності генераторів та трансформаторів 100 кВ·А та менше – не більше 10 Ом.

Вирівнювання потенціалу – електричне з'єднання провідних частин для досягнення рівності потенціалу

До частин які потребують заземлення відносять:

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- каркаси розподільчих щитів управління та шаф;
- металеві конструкції розподільчих пристроїв, металеві, кабельні конструкції, металеві корпуси кабельних муфт, металеві оболонки та броня контрольних та силових кабелів, металеві оболонки проводів, сталеві труби що пов'язані з установкою електрообладнання;
- металеві корпуси пересувних та переносних електроприймачів.

11.2 Заземлювачі та заземлюючі провідники

В якості природних заземлювачів можуть бути застосовані:

- прокладені під землею водопровідні та інші металеві трубопроводи, за винятком трубопроводів горючих рідин та газів, а також трубопроводів що покриті ізоляцією від корозії;
- обсадні труби;
- металеві конструкції та арматура залізобетонних конструкцій будівель які мають зєднання з землею.

В якості штучних заземлювачів необхідно застосовувати:

- вертикально занурені сталеві труби, кутову сталь, металеві стержні.

В якості заземлювальних проводів можуть бути застосовані:

- нульові провідні мережі;
- металеві конструкції будівель (ферми, колони).

В мережах з глухим заземленням нейтралі необхідно застосовувати занулення, а в мережах з ізольованою нейтраллю заземлення.

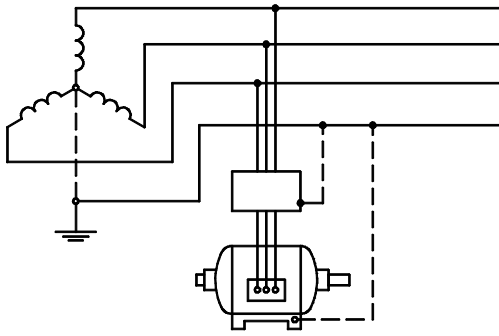


Рис.1 Схема занулення електроустановки з заземленою нейтраллю

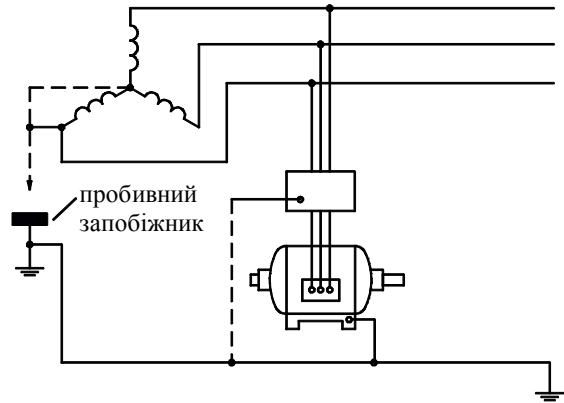


Рис.2 Схема захисного заземлення електроустановки з ізолюваною нейтраллю

11.3 Типи заземлення

11.3.1 Захисне заземлення

Захисне заземлення знижує до безпечних значень напругу доторкання. Це відбувається шляхом зменшення опору заземлення, а також вирівнювання потенціалів заземленого обладнання та основи на якій стоїть людина. Тобто потенціал основи, на якій стоїть людина, піднімається до значення, близького до значення потенціалу заземленого обладнання.

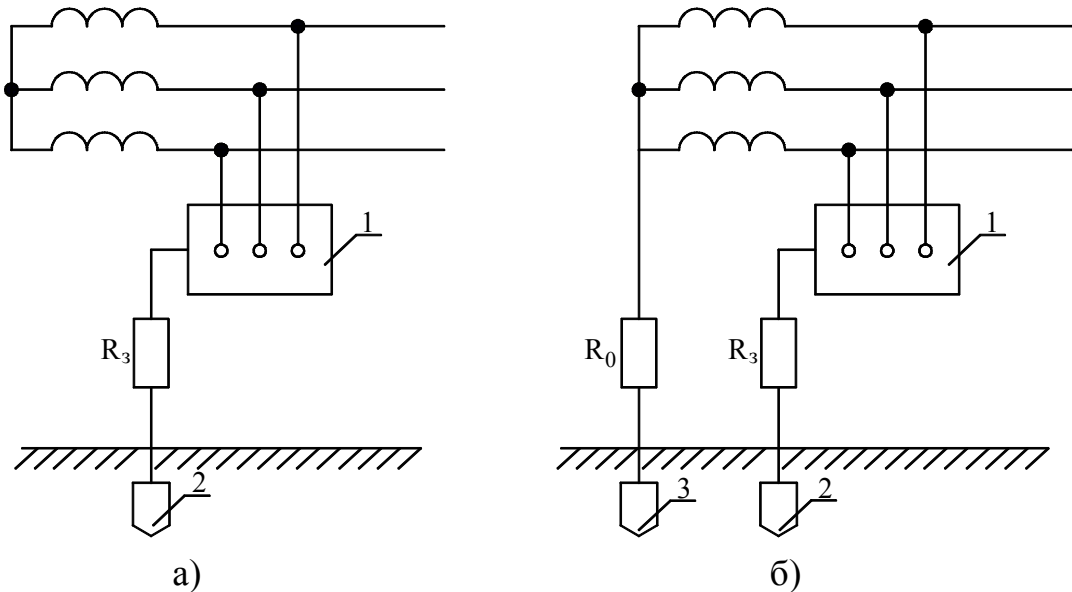


Рис. 3 Принципова схема захисного заземлення: а) в мережі з ізолюваною нейтраллю; б) в мережі з заземленою нейтраллю; 1– обладнання що заземлюється; 2 – заземлювач захисного заземлення; 3 – заземлювач робочого заземлення; R_3 та R_0 – опір захисного та робочого заземлень.

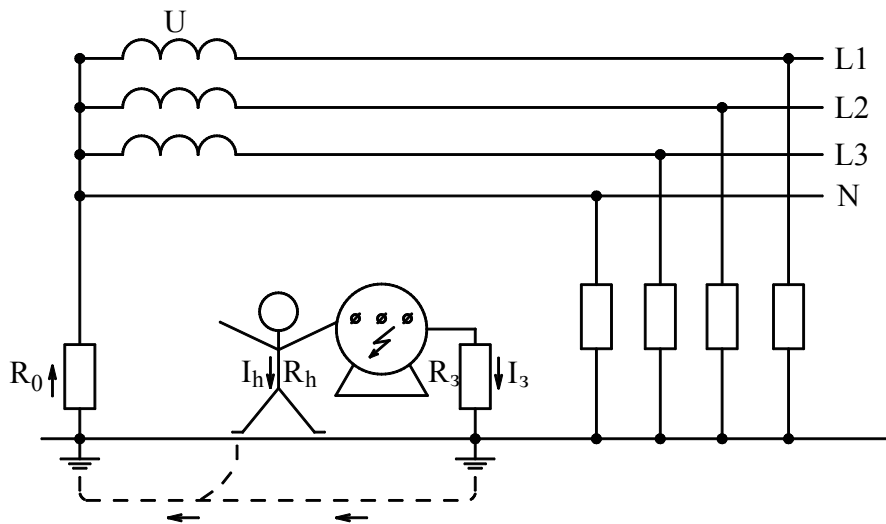


Рис. 4 Схема мережі з заземленою нейтраллю та захисним заземленням споживача електроенергії: 1) пробивний запобіжник; 2) розрядники; 3) резистори.

Напруга корпусу електроустановки (U_3) відносно землі зменшиться та стане рівною:

$$U_3 = I_3 R_3$$

Напруга доторкання (U_h) та струм, що проходить крізь тіло людини (I_h) буде визначатися як:

$$U_h = I_3 R_3 \alpha_d ;$$

$$I_h = I_3 \frac{R_3}{R_h} \alpha_d .$$

де α_d коефіцієнт напруги доторкання.

При зменшенні значення опору заземлення розтіканню струму R_3 зменшується напруга корпусу електроустановки відносно землі та як наслідок напруга доторкання та струм крізь тіло людини.

11.3.2 Типи заземлюючих пристроїв

В залежності від місця розміщення заземлювача відносно заземлюючого обладнання розрізняють два типи заземлюючих пристроїв:

- виносні;
- контурні.

Заземлювач виносного заземлюючого пристрою винесений за межі площадки, на якій знаходиться заземлююче обладнання.

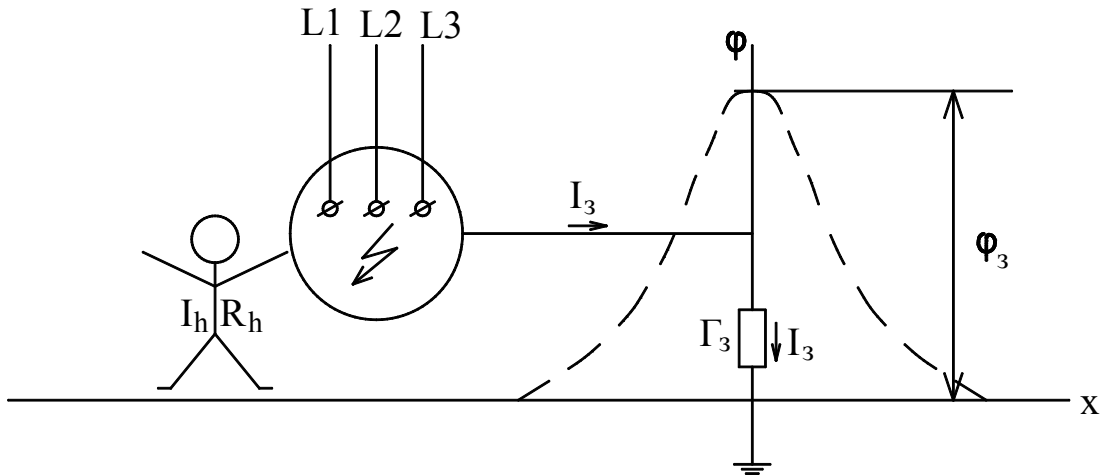


Рис. 5 Виносний заземлюючий пристрій

Заземлюючий пристрій цього типу застосовують при малих струмах замикання на землю в установках до 1 кВ, де потенціал заземлювача не перевищує значення допустимої напруги доторкання $U_{\text{дот.доп}}$ (з врахуванням коефіцієнту напруги доторкання, що враховує падіння напруги в опорі розтіканню основи на якій стоїть людина $\alpha_{\text{д}}$).

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3 \leq \frac{U_{\text{дот.доп}}}{\alpha_{\text{д}}}$$

де I_3 – струм, що стікає в землю крізь заземлюючий пристрій;

R_3 – опір розтікання струму заземлюючого пристрою.

Двохфазне доторкання: крізь тіло людини проходить лінійна напруга мережі, як наслідок великий струм;

$$I_h = \frac{U_{\text{л}}}{R_h}$$

де $U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\text{ф}}$ – лінійна напруга тобто напруга між фазними проводами мережі, В;

$U_{\text{ф}}$ – фазна напруга тобто напруга між початками та кінцем однієї обмотки.

Опір людини $R_h=1000$ Ом струм людини буде рівний:

$$I_h = 1.73 \cdot 220 / 1000 = \frac{380}{1000} = 0,38 \text{ A} = 380 \text{ mA}$$

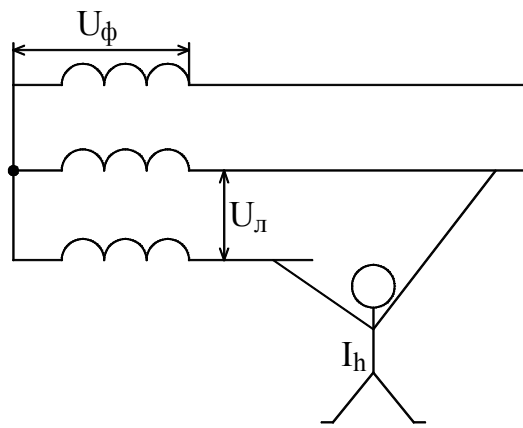


Рис. 6 Доторкання людини до двох фаз

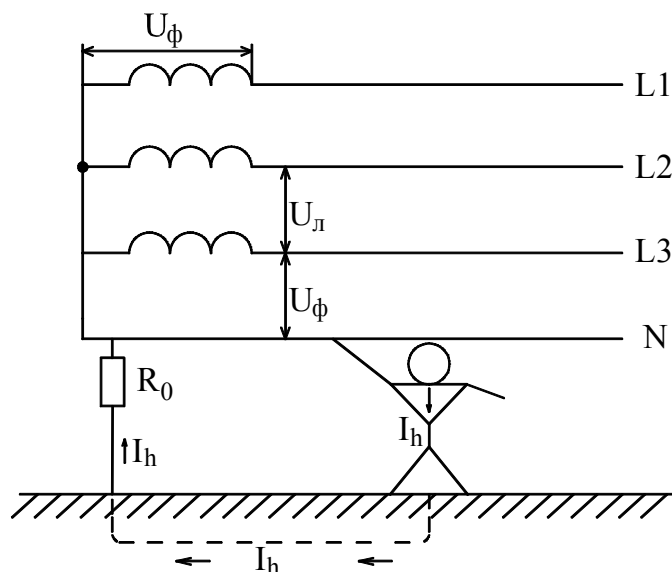


Рис. 7 Доторкання людини до однієї фази трифазної мережі з заземленою нейтраллю

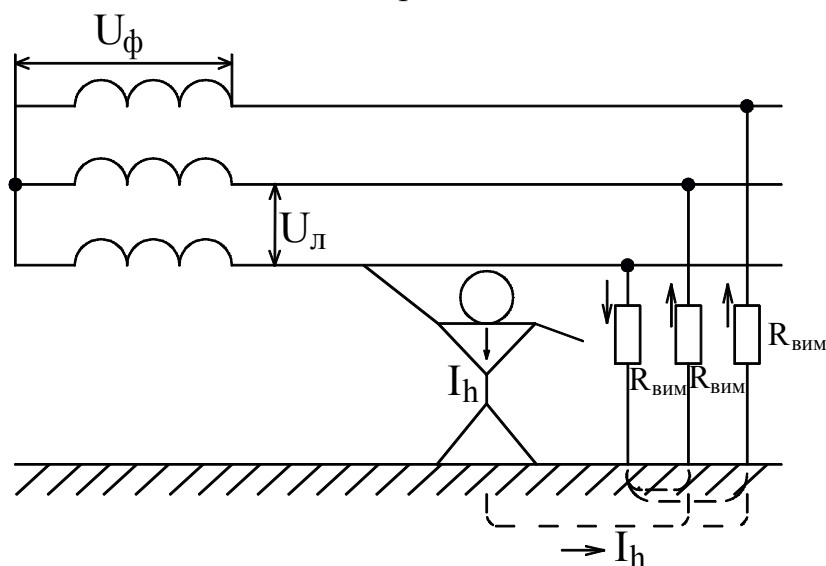


Рис. 8 Доторкання людини до однієї фази трифазної мережі з заземленою нейтраллю

В мережі з ізолюваною нейтраллю струм, що проходив крізь людину повертається до джерела струму крізь ізоляцію провідників мережі, яка в справному стані має великий опір. В мережі з ізолюваною нейтраллю умови безпеки знаходяться в прямій залежності від опору ізоляції провідників відносно землі; чим краща ізоляція тим менше струм що проходить крізь людину.

При великій відстані до заземлювача може значно рости опір заземлюючого пристрою за рахунок опору заземлюючого провідника.

Електроди заземлювача контурного заземлюючого пристрою розміщуються по контуру (периметру) площадки, на якій знаходиться обладнання, що заземлюється а також всередині цієї площадки.

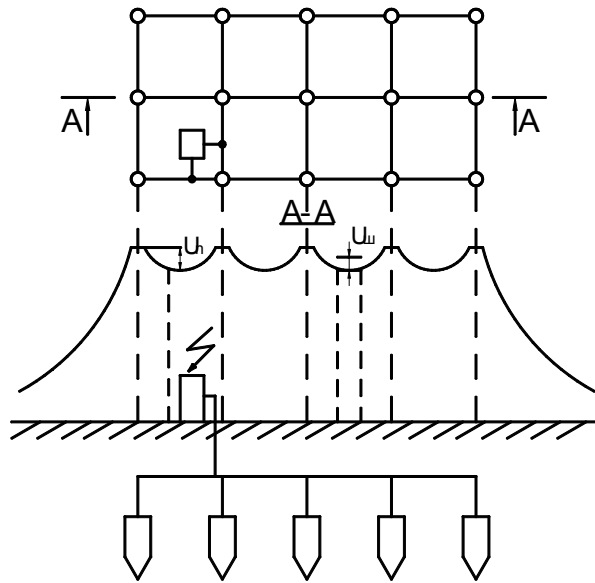


Рис. 9 Контурний заземлюючий пристрій

Безпечність при контурному заземлюючому пристрої може бути забезпечена не тільки зменшенням потенціалу заземлювача, але і вирівнюванням потенціалів на території що знижується до значень, при яких максимальна напруга доторкання та крок не перевищує допустимих. Це досягається за рахунок відповідного розміщення однакових заземлювачів на території що захищається.

11.3.3 Захисне занулення

Занулення забезпечує захист від ураження електричним струмом при непрямому доторканні за рахунок зниження напруги корпусу відносно землі та швидкого відключення електроустановки від мережі.

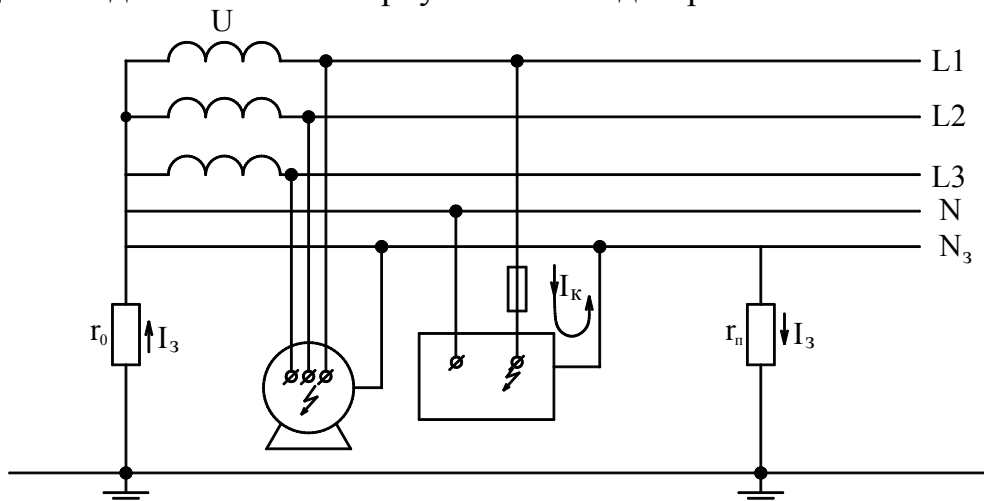


Рис. 10 Принципова сема занулення

При замиканні фазного проводу на занулений корпус електроспоживача утворюється ланцюг струму однофазного короткого замикання, або замиканням між фазним та нульовим захисним провідником. Струм однофазного короткого замикання визиває спрацювання максимального струмового захис-

ту, в результаті відбувається відключення пошкодженої електроустановки від живлячої мережі. Крім того до спрацьовання максимального струмового захисту відбувається зниження напруги пошкодженого корпусу відносно землі, що пов'язано з захисною дією повторного заземлення нульового захисного проводу та перерозподілення напруг в мережі при протіканні струму короткого замикання.

11.4 Системи заземлення електроустановок

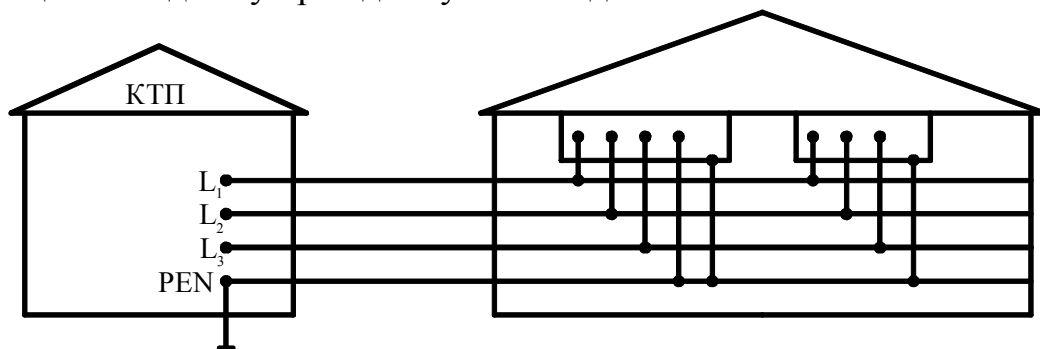
Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК) розробила єдину систему, по якій класифікуються системи заземлення. В даний момент застосовуються наступні системи заземлення:

- система TN (підсистеми TN-C, TN-S, TN-C-S);
- система TT;
- система IT.

Система TN – система в якій нейтраль джерела живлення глухо заземлена, а відкриті провідні частини електроустановки приєднані до глухо заземленої нейтралі джерела за допомогою нульових захисних провідників.

Глухо заземлена означає, що нейтраль безпосередньо приєднується до заземлюючого контуру, а не через дугогасильний реактор, резистор та ін.

Підсистема TN-C – нульовий захисний та нульовий робочий провідники суміщенні в одному провіднику по всій довжині.



Система заземлення TN, підсистема TN - C

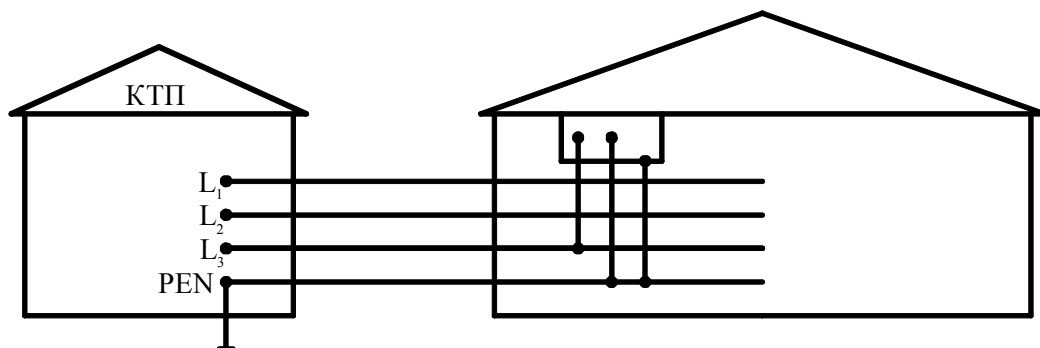


Рис. 10 Система TN та підсистема TN-C

Підсистема TN-S – нульовий захисний та нульовий робочий провідники розділені на всій довжині.

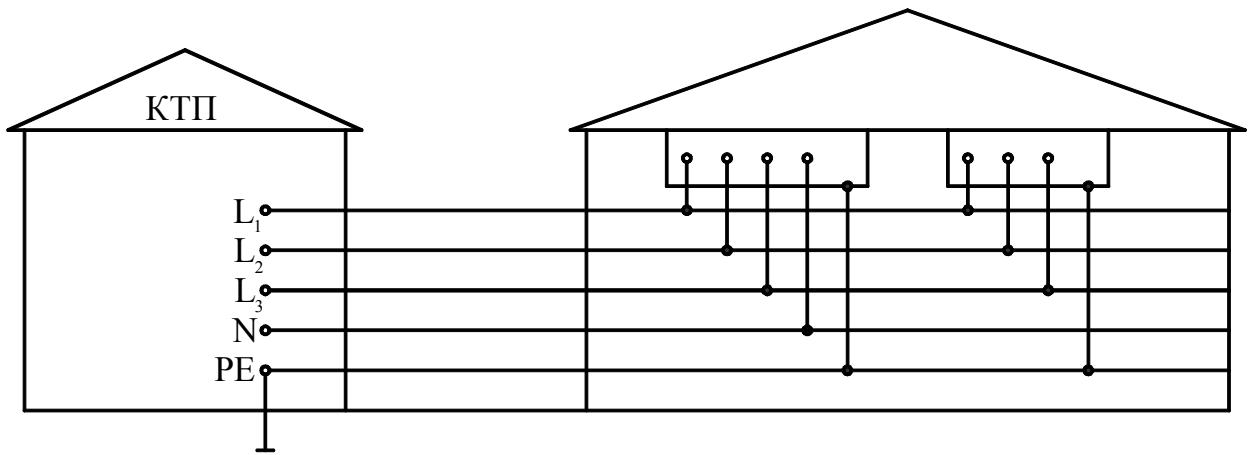


Рис. 11 Підсистема TN-S

Підсистема TN-C-S – функції нульового захисного та нульового робочого провідників суміщені в одному провіднику в якійсь її частині, починаючи від джерела живлення.

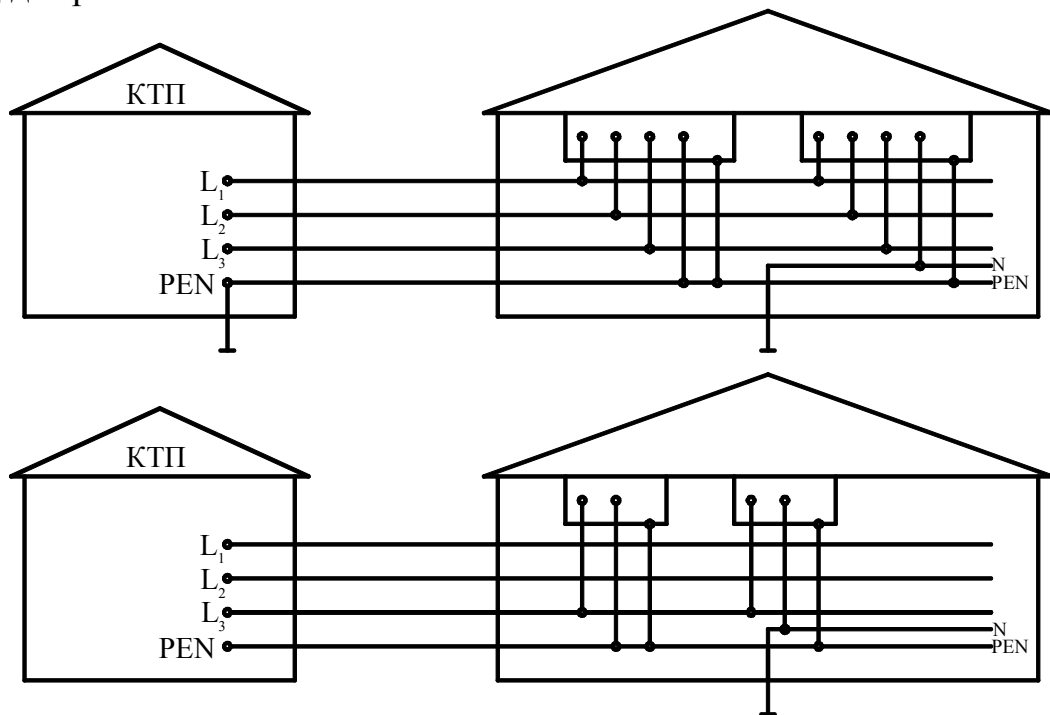


Рис. 12 Підсистема TN-C-S

Система IT – система в якій нейтраль джерела живлення ізольована від землі або заземлена, через прилади або пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частинки заземлені за допомогою заземлюючих пристроїв.

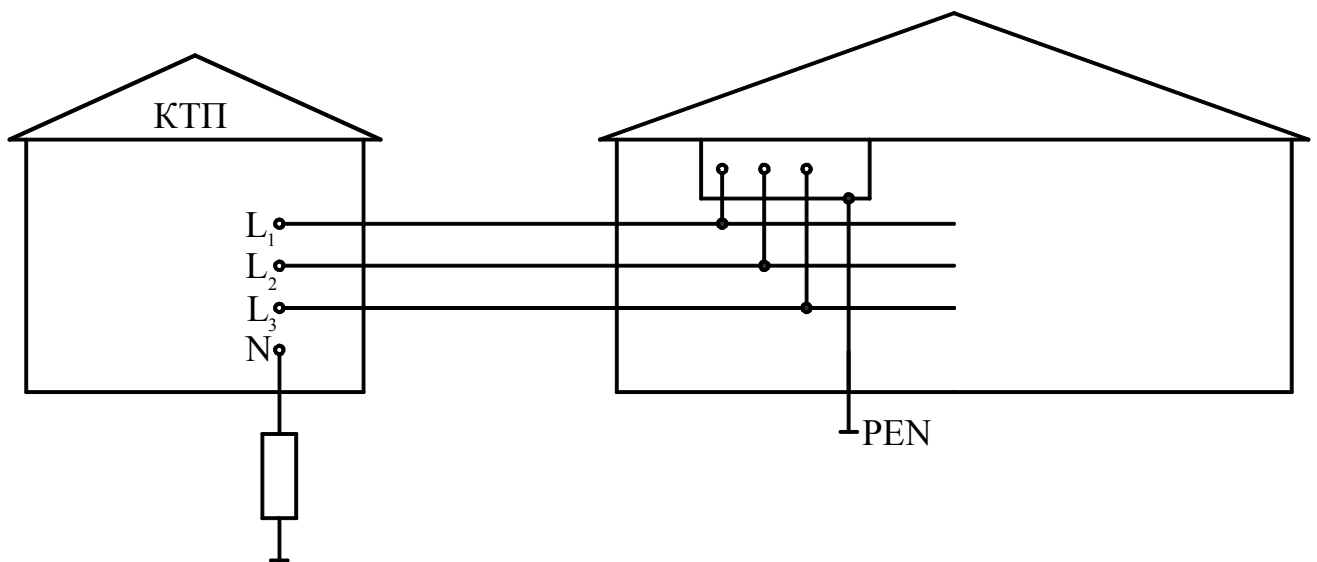


Рис. 13 Система IT

Система TT – система в якій нейтраль джерела живлення глухо заземлена, а відкриті провідні частинки електроустановки заземлені за допомогою заземлюючого пристрою, електрично-незалежного від глухо заземленої нейтралі джерела.

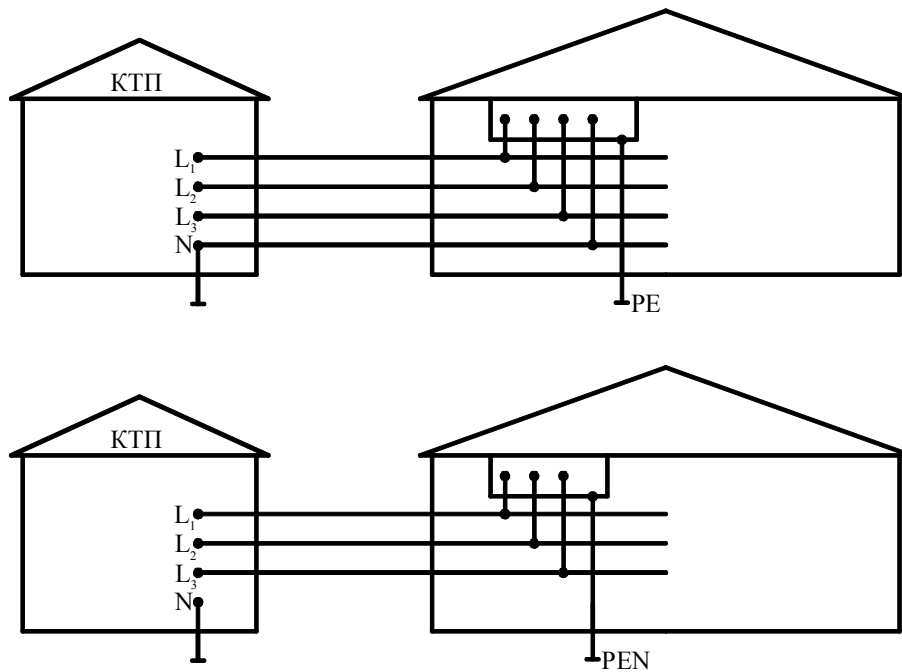


Рис. 14 Система TT

11. 5 Пристрій захисного відключення ПЗВ

Основним функціональним блоком ПЗВ є диференційний трансформатор. Він уловлює різницю в силі струму в фазному та нульовому провідниках. В нормальному режимі, при відсутності струму замикання на землю, струм в фазному та нульовому робочому провіднику (проводах) рівні по значенню, але протилежні по знаку. В диференціальному трансформаторі знахо-

дяться дві первинні обмотки: одна підключена до фазного провідника, друга – до нульового, плюс одна вторинна обмотка. В нормальному режимі обидві первинні обмотки створюють абсолютно однакові магнітні потоки в магнітному осерді диференційного трансформатора, які направлені назустріч один одному. Ці потоки гасять один одного та всумі дають нуль. В результаті струм у вторинній обмотці дорівнює нулю.

При пробі ізоляції чи доторканні людини з'являється струм замикання на землю. Сили струмів в фазному та нульовому робочому провідниках стають різними. Відповідно магнітні потоки що створювалися первинними обмотками, перестають бути рівними. І у вторинній обмотці створюються струми небалансу (він же диференціальний струм). Цей струм і впливає на механізм розщеплення ПЗВ та ланцюг відключається.

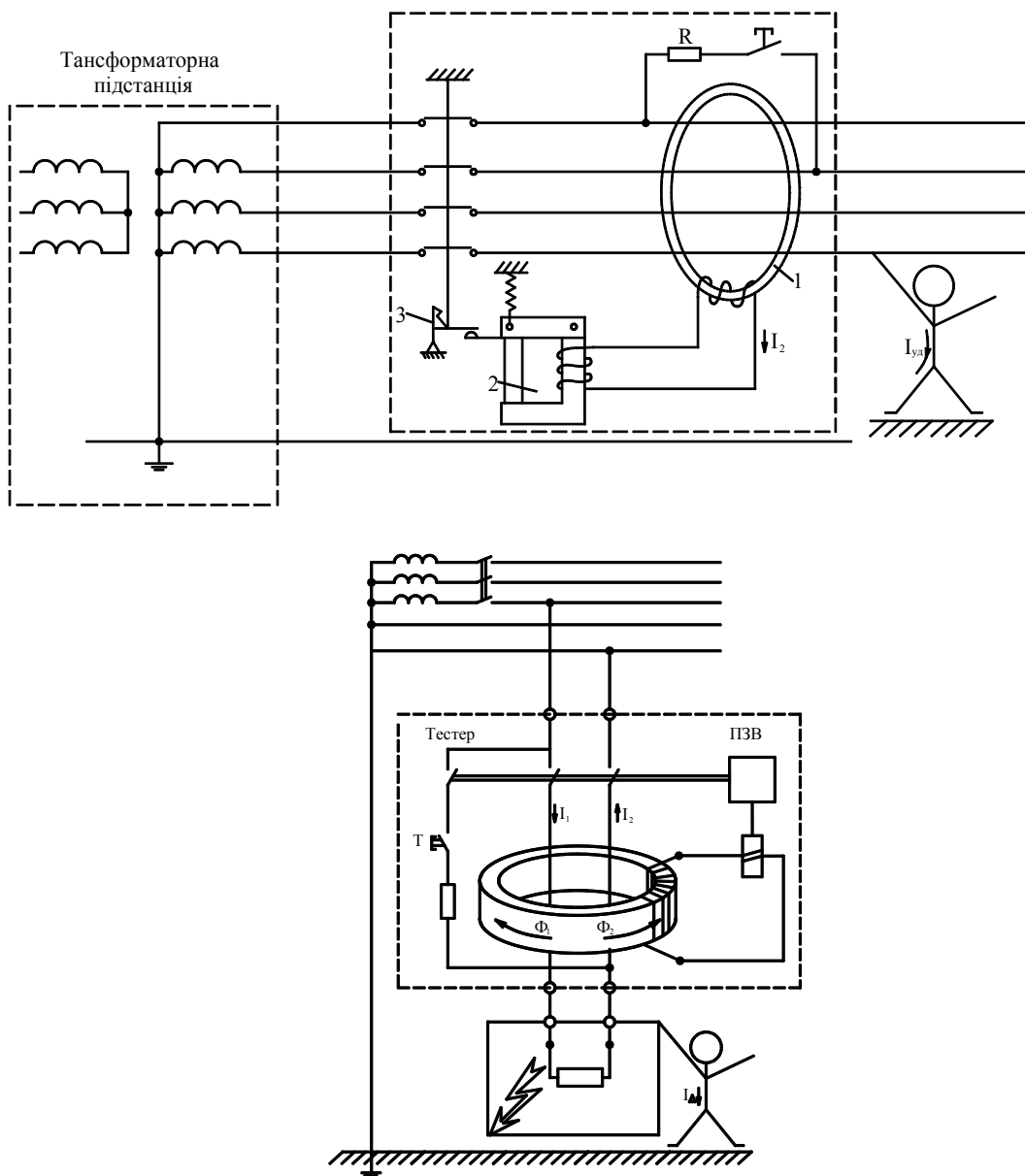


Рис. 15 Принципова схема підключення ПЗВ

ЛЕКЦІЯ № 12

ТЕМА: МОНТАЖ ЗАЗЕМЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЇВ

План лекції

1. Монтаж природніх заземлюючих пристроїв.
2. Монтаж штучних заземлюючих пристроїв.
 - 2.1. Монтаж заземлювачів.
3. Монтаж заземлюючих і нульових захисних провідників.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

12.1. Монтаж природніх заземлюючих пристроїв

Якщо проектом передбачено використання захисних властивостей будівельних конструкцій, то можливі наступні варіанти виконання:

1) у разі сталевого каркаса будівлі ніяких додаткових робіт для створення заземлювального пристрою від електромонтажників не потрібно. Заземлення нейтралі трансформатора, а також корпусів обладнання, електротехнічних конструкцій слід проводити за допомогою приварки провідника заземлення до колони будівлі або до будівельних конструкцій, які мають зв'язок з каркасом будівлі;

2) у разі залізобетонного каркаса необхідно електромонтажникам спільно з будівельниками організувати приймання робіт по з'єднанню заставних виробів колон і фундаментів (рис. 1) та інших сполук залізобетонних виробів, що забезпечують об'єднання в єдине ціле арматури залізобетонного каркаса.

З'єднання нуля трансформатора з закладним виробом здійснюється приварюванням заземлювального провідника до заставного елемента колони або фундаменту. Заземлення (з'єднання з допомогою заземлювального провідника) корпусів електрообладнання, електротехнічних конструкцій повинно здійснюватися приварюванням до закладних виробам на колонах. Забороняється приварювати заземлюючий провідник до арматури стінових панелей.

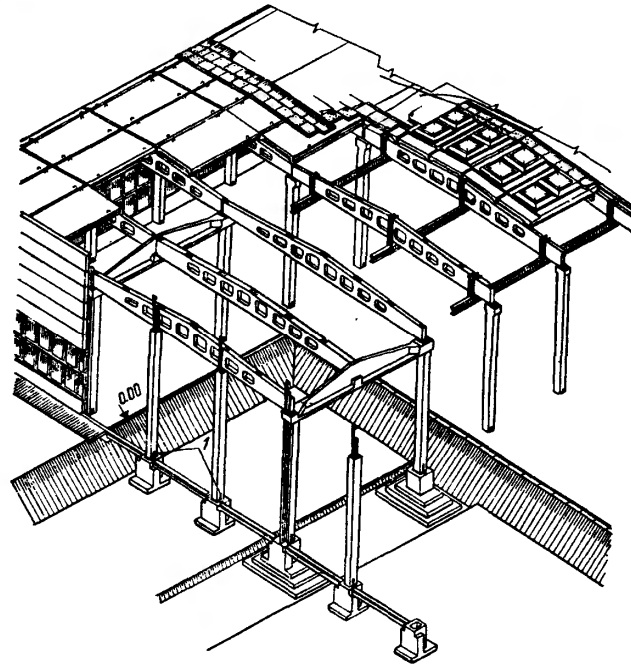


Рис. 1. Монтаж перемичок заземлення при використанні стропильних та підстропильних балок для з'єднання металевих арматури будівлі:

12.2. Монтаж штучних заземлюючих пристроїв

12.2.1 Монтаж заземлювачів.

До початку електромонтажних робіт будівельна організація повинна закінчити роботи з влаштування планування, траншеї або котловану.

В якості штучних заземлювачів застосовуються:

- поглиблені заземлювачі – смуги або кругла сталь, що укладаються горизонтально на дно котловану або траншеї у вигляді протяжних елементів;
- вертикальні заземлювачі – сталеві стрижні що ввірчуються діаметром 12-16 мм, кутова сталь з товщиною стінки не менше 4 мм або сталеві труби (некондиційні з товщиною стінки не менше 3,5 мм). Довжина електродів, як правило, 4,5 - 5 м, а забиваємих кутів і труб 2,5 - 3 м. Верхній кінець вертикального електрода повинен бути на відстані 0,6 - 0,7 м від поверхні землі. Відстань від одного електрода до іншого має бути не менше його довжини;
- горизонтальні заземлювачі – сталеві смуги товщиною не менше 4 мм або кругла сталь діаметром не менше 10 мм. Ці заземлювачі застосовуються для зв'язку вертикальних заземлювачів і як самостійні заземлювачі. Горизонтальні заземлювачі зі смугової сталі прокладаються по дну траншеї на глибині 700-800 мм на ребро.

Конструктивні вузли та транспортабельні частини заземлювачів виготовляються в МЕЗ.

Електроди і заземлюючі провідники не повинні мати забарвлення, повинні бути очищені від іржі, слідів масла і т. д. Якщо ґрунти агресивні, то застосовують оцинковані електроди. Занурення електродів в ґрунт здійснюють за допомогою спеціальних пристосувань.

З'єднання частин заземлювача між собою, а також з'єднання заземлювачів з заземлюючими провідниками слід виконувати - зварюванням. За наявності джерел електроенергії з'єднання виконують електрозварюванням. Зварні шви, розташовані в землі, необхідно покривати бітумним лаком для захисту від корозії. При роботі на віддалених об'єктах і лініях електропередачі рекомендується з'єднання частин заземлювачів з заземлюючими провідниками виконувати термітним зварюванням.

12.2.2 Зварювання сталевих смуг і стрижнів заземлення

Термітно-тигельне зварювання застосовується для з'єднання сталевих смуг шириною 25, 30 і 40 мм при товщині 4-5 мм і стрижнів діаметром 12, 14 і 16 мм в контурах заземлень, для приєднання контурів до заземлювачів, опор ліній електропередач та інших сталевих конструкціям. Типи з'єднань і відгалужень смуг і стрижнів, виконаних за допомогою термітного зварювання, показані на рис. 2, 3. Для виконання з'єднань сталевих смуг і стрижнів заземлення термітного зварюванням необхідні пристосування та інструменти. Термітно-тигельне зварювання сталевих смуг і стрижнів виконують в піщано-смоляних тигель-формах одноразового застосування, виготовлених у майстернях заготівельних ділянок організацій. Тигель-форми виготовляються із суміші кварцового піску з 6% термореактивної смоли-пульвербакеліта. Верхня частина порожнини форми служить тиглем, в якому відбувається термітна реакція з виділенням сталі; нижня частина являє собою камеру, в якій відбувається зварювання (розплавлення зварюваних смуг або стрижнів і формування зварного з'єднання). Для закріплення сталевих смуг і стрижнів на період зварювання застосовується пристосування, що складається зі скоби з прикріпленими до ній струбцинами. Висувний піддон призначений для піску, яким рекомендується обсипати, тигель-форму в нижній частині для ущільнення. У ряді випадків, коли скоба не може бути використана за умовами розміщення контуру заземлення (обмеженість простору), застосовуються роздільні струбцини.

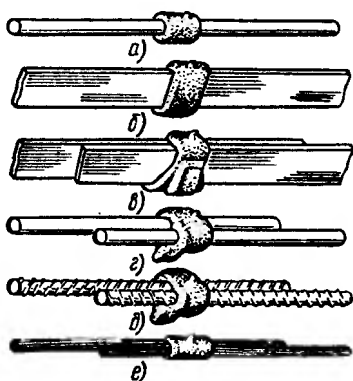


Рис.2. Типи з'єднання сталевих полос та стержней, виконаних термітним зварюванням:

- а) з'єднання стержній встик;
- б) з'єднання повне встик;
- в) з'єднання полос накладанням;
- г) з'єднання стержній накладанням;
- д) з'єднання арматурної сталі;
- е) з'єднання тросів

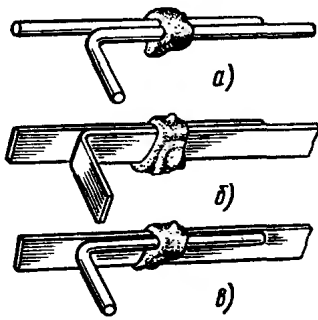


Рис.3. Відгалудження сталевих заземлюючих провідників, виконаних термітним зварюванням:

а) відгалудження стрижня від стрижня; б) відгалудження полоси від полоси; в) відгалудження стержня від полоси

12.3 Монтаж заземлюючих і нульових захисних провідників

При монтажі заземлюючих і нульових захисних провідників всередині будівель в установках до 1 кВ в першу чергу слід використовувати нульові робочі провідники мережі живлення, металеві колони, ферми, підкранові шляхи, галереї, шахти ліфтів і підйомників, каркаси щитів станцій управління, сталеві труби електропроводок, алюмінієві оболонки кабелів, металеві трубопроводи всіх призначень, прокладені відкрито, виключаючи трубопроводи горючих і вибухонебезпечних сумішей. Всі ці елементи повинні бути надійно з'єднані із заземлювальним пристроєм. Якщо вони по провідності задовольняють вимогам, що пред'являються до захисних провідників, то прокладати штучні захисні провідники не потрібно.

До початку монтажу штучних заземлюючих провідників на об'єкті будівельна організація повинна закінчити і здати за актом всі будівельні роботи.

Робота з монтажу штучних заземлюючих провідників повинна проводитися в обсязі, передбаченому проектом, в такій послідовності: 1) розмітити лінії прокладки провідників, визначити місця проходів і обходів, 2) просвердлити або пробити отвори проходів крізь стіни і перекриття; 3) встановити опори, прокласти і закріпити попередньо пофарбовані заземлюючі провідники або закріпити провідники за допомогою пристрілки (для сухих приміщень), 4) з'єднати провідники між собою зварюванням; 5) зробити фарбування місць з'єднання провідників.

Частини магістралей заземлення та їх транспортабельні вузли (опори кріплення, перемички та інші заземлюючі провідники) виготовляються в майстернях електромонтажних заготовок. Смогова або кругла сталь, використовується в якості заземлюючих провідників, повинна бути попередньо виправлені, очищені і зафарбовані з усіх боків.

Фарбування місця з'єднання необхідно проводити після зварювання стиків, для цього в сухих приміщеннях з нормальним середовищем слід застосовувати масляні фарби і нітроемалі; в сирих приміщеннях і в приміщеннях з хімічно активним середовищем забарвлення повинна проводитися фарбами, стійкими до хімічних впливів. Заземлювальні провідники забарвлюються в жовто-зелений колір шляхом послідовного, чергування жовтих і зелених смуг однакової ширини від 15 до 100 мм кожна. Смуги повинні приля-

гати один до одного або по всій довжині кожного провідника, або в кожному доступному місці, або в кожній секції.

Заземлювальні провідники повинні прокладатися горизонтально або вертикально, допускається також прокладання їх паралельно похилим конструкціям будівель. Прокладка плоских заземлюючих провідників по цегляних і бетонних основах повинна проводитися в першу чергу за допомогою будівельно-онтажного пістолета. У сухих приміщеннях смуги заземлення можуть прокладатися безпосередньо по цегляних і бетонних основах. У сирих і особливо сирих приміщеннях і в приміщеннях з хімічно активними речовинами прокладку заземлюючих провідників слід проводити на опорах.

Опори кріплення заземлюючих провідників повинні встановлюватися з дотриманням відстаней, мм:

- на поворотах (від вершин кутів) 100;
- від місць відгалужень 100;
- від нижньої поверхні знімних перекриттів каналів 50;
- від рівня підлоги приміщення 400 – 600;

В якості опор використовуються закладні вироби в залізобетонних основах, тримачі шин заземлення К188 (рис. 4).

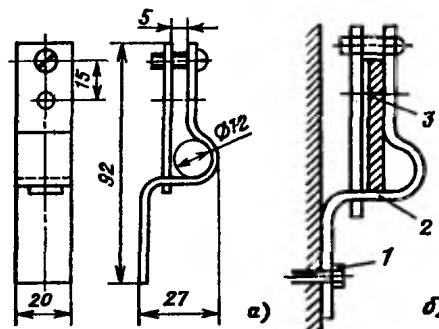


Рис. 4. Тримачі шин заземлення:

- а) для сталевих круглих шин заземлюючих провідників;
- б) для прямокутних заземлюючих провідників

Тримачі шин заземлення К188 застосовуються для кріплення до стін і металоконструкціям заземлюючих провідників з круглої сталі діаметром 10...12 мм і зі смужової сталі розміром 40x4 і 25x3 мм. Тримачі закріплюються пристрілюванням або зварюванням, мають кліматичне виконання V категорії 2, маса 1000 шт.- 75 кг.

Відстань від поверхні основи до заземлюючих провідників повинен бути не менше 10 мм (рис. 3).

Тримачі кріпляться до закладних виробів, що розташовані в бетонній основі за допомогою зварювання, яка виконується по периметру хвостовика тримача, а також за допомогою пістолетних дюбелів. До бетонних, цегельних і інших підстав тримачі кріпляться за допомогою пістолетних дюбелів, в особливих випадках-за допомогою дюбелів з розпорною гайкою або капронових розпорних дюбелів. Відстані між кріпленнями заземлюючих провідників на прямих ділянках вказані в табл. 1.

Таблиця 1. Відстані між кріпленнями заземлюючих провідників, мм.

Розміри провідника, мм		Місце прокладки			
Сталь поло- ва	Сталь кругл діаметром	по стінам		під перекриттям	
		на висоті, м			
		до 2	більше 2	до 2	більше 2
20x3	8 12	400 600	600 800	600	800
25x4					
30x5,40x4	-	600	800	800 800	1000 1000

Проходи через стіни повинні виконуватися у відкритих отворах, трубах, а проходи через перекриття - у відрізках сталевих або касетах пластмасових труб.

Кожна заземлювальна частина електроустановки повинна бути приєднана до магістралі заземлення або занулення за допомогою окремого відгалуження. Спосіб приєднання заземлюючих провідників до окремих апаратів вибирається залежно від основи, на якому кріпиться апарат.

Способи з'єднання і приєднання заземлюючих і нульових захисних провідників наводяться в табл. 4.2.

З'єднання електрообладнання, яке зазнає частому демонтажу, вібрації або встановленого на рухомих частинах, виконується за допомогою гнучких заземлюючих або нульових захисних провідників.

Способи приєднання заземлюючих провідників до корпусів силового обладнання вказані в табл. 4.3.

Місця приєднання та кріплення заземлюючих і нульових захисних провідників до силового обладнання дано у ГОСТ 21130-75.

Установчі заземлюючі гайки застосовуються для створення електричного контакту між корпусом апарата або електроконструкцій і сталевими трубами, патрубками. Гайки встановлюються по обидві сторони стінки корпусу, при цьому гострі виступи повинні бути звернені до цієї стінки.

ЛЕКЦІЯ № 13

ТЕМА: МОНТАЖ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

План лекції

1. Вимоги по розміщенню та вибору трас кабельних ліній зв'язку
 - 1.1 Вибір траси лінії
 - 1.2 Розкатка кабелю
 - 1.3 Підготовчі роботи
 - 1.4 Підготовка КЛ до здачі в експлуатацію
 - 1.5 Прокладка кабелів
2. Монтаж повітряних ліній електропередачі напругою 0,4-35 кВ
3. Установки для компенсації реактивної потужності

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

13.1 Вимоги по розміщенню та вибору трас кабельних ліній зв'язку

Кабельною лінією називається лінія для передачі електроенергії, що складається з одного або декілька паралельних кабелів зі з'єднувальними, стопорними та кінцевими муфтами (зділками) та кріпильними деталями. Кабель містить три основні елемента: струмопровідну жилу, ізоляцію та герметичні оболонки з захисним покриттям, броня зі сталевих стрічок або проволочи для захисту оболонки з ізоляцією від механічних пошкоджень та протикорозійне покриття.

Кабельні лінії прокладають в земляних траншеях, в підземних кабельних спорудах (тунелі, канали, кабельні шахти, колектори) безпосередньо по будівельним поверхням або на спеціальних конструкціях, на лотках та трасах, в трубах, відкрито на естакадах.

Монтаж кабельних ліній, як і інших пристроїв каналізації електроенергії, складається з двох стадій: підготовки трас для прокладки кабелів та прокладки кабелів по підготовленим трасам.

За призначенням відрізняють кабелі на високу напругу та низьку напругу, контрольні кабелі, кабелі керування зв'язку, радіочастотні кабелі, спеціальні кабелі, що експлуатуються в спеціальних умовах.

По величині лінійної робочої напруги кабелі силові діляться на:

- кабелі на напругу 1...10 кВ;
- кабелі на напругу 20...35 кВ;
- кабелі на напругу 110...500 кВ.

13.1.1 Вибір траси лінії

Траса кабельної лінії вибирається з урахуванням найменшої витрати кабелю та забезпечення його цілісності від механічних пошкоджень, корозії та вібрації. При розміщенні кабелів слід прокладати без перехрещення їх один з одним, з трубопроводами, кабелями зв'язку та ін.

13.1.2 Розкатка кабелю

Розмотка кабелю з барабану як правило проводиться механізованим способом. Перед розмоткою кабелю барабан встановлюють на домкрати та піднімають на 15-20 см від поверхні землі.

Способи розмотки кабелю в залежності від розміщення траси, її довжини та марки кабелю бувають:

- з переміщаючого кабельного транспортера, автомобіля або трубоукладника;
- трактором чи автомобілем;
- кабелем за допомогою привідної лебідки, чи ручною лебідкою;
- розмотка кабелю в ручну.

13.1.3 Підготовчі роботи

Перед прокладкою кабелю в траншею необхідно оглянути готовність траси для прокладки кабелів:

- укладка та кріплення труб (при необхідності);
- діаметри труб та їх відповідність для проектної марки кабелю;
- заготівка цегли або плит для механічного захисту кабелів по всій трасі;
- відсутність води в траншеї;
- глибині траншеї по всій трасі.

13.1.4 Підготовка КЛ до здачі в експлуатацію

Кабелі перед введенням в експлуатацію повинні бути заземлені. В чугунних з'єднувальних муфтах заземлення виконують двома відрізками гнучкого мідного проводу, відповідного перерізу жил кабелю. Оболонку та броню кабелів з'єднують таким же проводом, приєднавши до його контактної площадки муфти. В свинцевих муфтах заземлення виконують одним шматком гнучкого мідного проводу, приєднаного пайкою та проволочними бандажами до оболонок та броні обох кабелів, а також до корпусу муфт.

13.1.5 Прокладка кабелів

До початку роботи по монтажу кабельних ліній повинні бути повністю закінчені будівельні роботи по будівництві тунелів, каналів, естакад, колодців, а ділянки стін будівель, по яким проходять кабельні траси та стелі над ними повинні бути відокремлені. Траншеї та блоки для прокладки кабелів до початку робіт повинні бути повністю підготовлені.

Для виконання робіт по прокладці кабельних ліній повинна бути представлена технічна документація:

- план траси та необхідні розрізи з прив'язкою до існуючих будівель з вказанням усіх перетинів кабелів з іншими комунікаціями та інженерними спорудами. При прокладанні декількох кабелів в одній траншеї в плані повинна бути вказана ширина траншеї. На плані повинні бути нанесені місця встановлення стопорних та роздільних муфт.

Крім перелічених спеціальних будівель кабелі можуть прокладатися відкрито по стіна споруд, в трубах та колекторах – підземних споруд, призначених для розміщення в них одночасно кабельних ліній, ліній зв'язку та інших комунікацій (водопроводу, теплопроводу та інших).

Кабельні лінії повинні виконуватися таким чином, щоб в процесі монтажу та експлуатації було виключено виникнення в них небезпечних механі-

чних напружень та пошкоджень. Для цього необхідно виконувати наступні умови:

- кабелі повинні бути вкладені з запасом по довжині, достатнім для компенсації можливих зсувів ґрунту та температурних деформацій, як саме кабелів, так і конструкцій, по яким вони проложені; укладати запас кабелів у вигляді кілець забороняється;

- кабелі прокладені вертикально по конструкціям, по стінам, повинні бути закріплені з таким розрахунком, щоб перешкодити деформацію оболонок та не руйнувались з'єднання жил в муфтах під дією своєї маси кабелю;

- відкрита прокладка кабелю повинна відбуватися з врахуванням тепловипромінювання від різного роду джерела тепла та дії сонячних променів.

13.2 Монтаж повітряних ліній електропередачі напругою 0,4-35 кВ

При проектуванні лінії спочатку визначають трасу (трасою називають смугу поверхні землі, по якій проходить повітряна лінія) на карті, прагнучи вибрати її напрямком можливо більш прямолінійним, але в той же час уникаючи прокладки лінії в лісі, по болотах і іншій незручній місцевості, а також зайвих переходів через інші лінії, дороги та інші перешкоди. Лінії високої напруги, крім випадку сумісної підвіски їх з низьковольтними лініями, не слід прокладати по населених місцевостях. При виборі траси передбачають наявність доріг в безпосередній близькості від неї для зручності монтажу та обслуговування майбутньої повітряної лінії. Остаточний напрямок траси лінії вибирають при обстеженні місцевості.

При проходженні повітряної лінії напругою понад 1 кВ в лісі прорубують просіку. Ширина просіки для повітряних ліній напругою до 35 кВ включно при висоті лісу $H < 4$ м повинна бути не менше ніж $D + 6$ м, а при висоті лісу $H > 4$ м - не менше ніж $D + 2H$, де D - відстань між крайніми проводами лінії, м. При висоті лісу $H < 4$ м дерева, що ростуть на краю просіки, необхідно вирубати, якщо їх висота більше висоти основного лісового масиву. Для повітряних ліній напругою до 1 кВ просіку в лісі вирубувати не потрібно. При цьому вертикальні і горизонтальні відстані від проводів до вершин дерев, кущів та іншої рослинності повинні бути не менше 1 м.

Найбільш трудомістка частина споруди повітряних ліній - це земляні роботи. На рис. 1 показаний котлован для одностоечної опори, виритий вручну (розміри дані в метрах). Для зручності при роботі і полегшення подальшої установки опори його риють уступама. На прямих ділянках котловани риють вздовж лінії. Для кутових опор риють так, щоб незаймана стінка була з боку натягування проводів. На дно кладуть великий камінь, а при слабкому ґрунті зміцнюють дно кількома каменями. Для складних опор котловани риють так само, як для одностоечної. Якщо складна опора не має підземних стяжок, то для кожної її ноги заготовляють окремий котлован. Дерев'яні опори розвозять вздовж траси і укладають біля виритих котлованів.

Попередньо на опори закріплюють гаки або штирі з ізоляторами. На гаки або штирі навивають кабельну пряжу або прядиво, просочену суриком, змішаним з оліфою. Для цих цілей застосовують також пластмасові ковпачки.

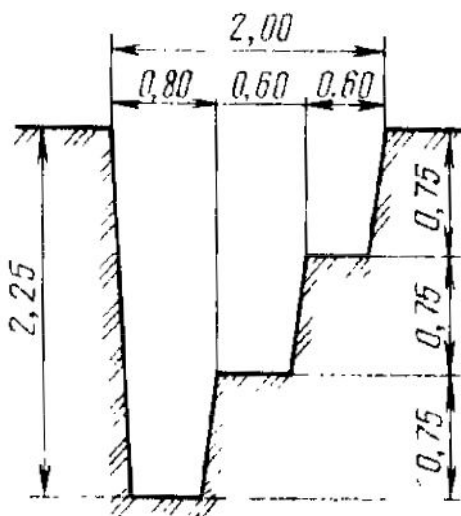


Рис.1. Котлован для установки одностоечної опори.

Гаки із закріпленими на них ізоляторами ввертають в стійку опори. Для цього в опорі свердлом висвердлюють отвори, в які спеціальним ключем ввертають гаки. Ізолятори на штирях встановлюють на траверсах, до яких штирі прикріплюють гайками.

При спорудженні окремих ліній невеликої довжини роботи ведуть вручну. Всі лінії значної протяжності споруджують за допомогою механізмів.

Одностійкові опори встановлюють вручну – баграми і рогачами, бригадою в 6 ... 7 робочих або за допомогою різної техніки (трактор, кран, автомобіль або бурильно-кранова машина). Важкі і складні опори встановлюють нерухомою стрілою у вигляді стовпа довжиною близько 10 м. Підйомний трос натягують трактором або лебідкою. Можна також використовувати «падаючу стрілу», тобто щоглу, яку піднімають разом з установлюваною опорою.

Правильність установки піднятих опор перевіряють схилом, а також по осі лінії. Вивірені опори закріплюють у ямі вибитим з неї ґрунтом. Ґрунт засипають шарами товщиною 150 ... 200 мм. Кожен шар ретельно утрамбовують.

Після установки опор під ними вздовж траси лінії розкочують дроти, які зазвичай доставляють на барабанах. Розкочують їх на піднятих барабанах, щоб уникнути закручування проводи й утворення петель.

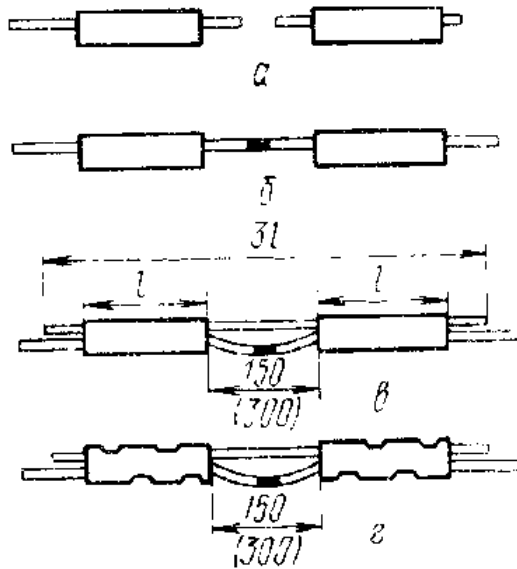


Рис. 2 З'єднання алюмінієвих та сталюалюмінієвих проводів термозваркою: а) підготовлені кінці проводів; б) кінці проводів після зварки; в) в з'єднувачі вставлений шунт з відрізка провода; г) провід та шунт після обжиму з'єднувачів

З'єднувати проводи у прольоті скруткою можна лише на лініях напругою до 1 кВ. В інших випадках проведення з'єднують овальними обтискними з'єднувачами. Сполучаються дроти вводять в овальну гільзу - з'єднувач і скручують 3,5 ... 4 рази або спеціальними кліщами на гільзі роблять у шаховому порядку насічки.

Алюмінієві і сталюалюмінієві проводи з'єднують також термітною зваркою. Потім за допомогою з'єднувачів зміцнюють шунт з дроту тієї ж марки (рис. 2.2), щоб розвантажити місце зварювання від механічних зусиль. Зварювання ведуть термітними патронами, підпалюючи спеціальними термітними сірниками.

З'єднання проводів повинні мати механічну міцність, що становить не менше 90% міцності цілого проводу. Місця з'єднання проводів захищають від вологи. Для цього кінці з'єднувачів зафарбовують суриком. Зрощування проводу в прогоні, що перетинає інші лінії, не допускається.

Розкатані по землі дроти піднімають на опори жердинами або мотузками, для чого монтер вилазить на опору. Підняті дроти укладають на гаки ізоляторів або на спеціальні монтажні ролики. Після цього провода закріплюють на одній з анкерних опор і натягують у всьому анкерному прольоті.

Дроти ліній низької напруги натягують вручну - поліспастом, ліній високої напруги з великими прольотами - трактором або лебідкою. Алюмінієві дроти при цьому затискають в спеціальному дерев'яному затискача, а сталеві і мідні захоплюють металевими клиновими затискачами.

Стрілу провисання проводів встановлюють відповідно до монтажної таблиці в залежності від температури повітря або визначають по зусиллю, з

яким натягують дріт. Зусилля вираховують по динамометру, приєднаному до дроту. Стрілу провисання визначають візуванням з однієї опори на іншу. Для цього на двох суміжних опорах зміцнюють рейки з поділками. На одну з опор піднімається монтажник. По його команді натягування проводу припиняють, коли стріла провисання досягне заданого значення.

На повітряних лініях низької напруги, якщо на одній і тій ж опорі закріплюють дроти різних перетинів, стрілу провисання у всіх проводів роблять однаковою.

Коли провід натягнуть, його кріплять до кінцевої анкерної опори, а потім до ізоляторів всіх проміжних опор. До штирьових ізоляторів дроти прикріплюють спеціальними зажимами або дротом-в'язкою (рис. 3).

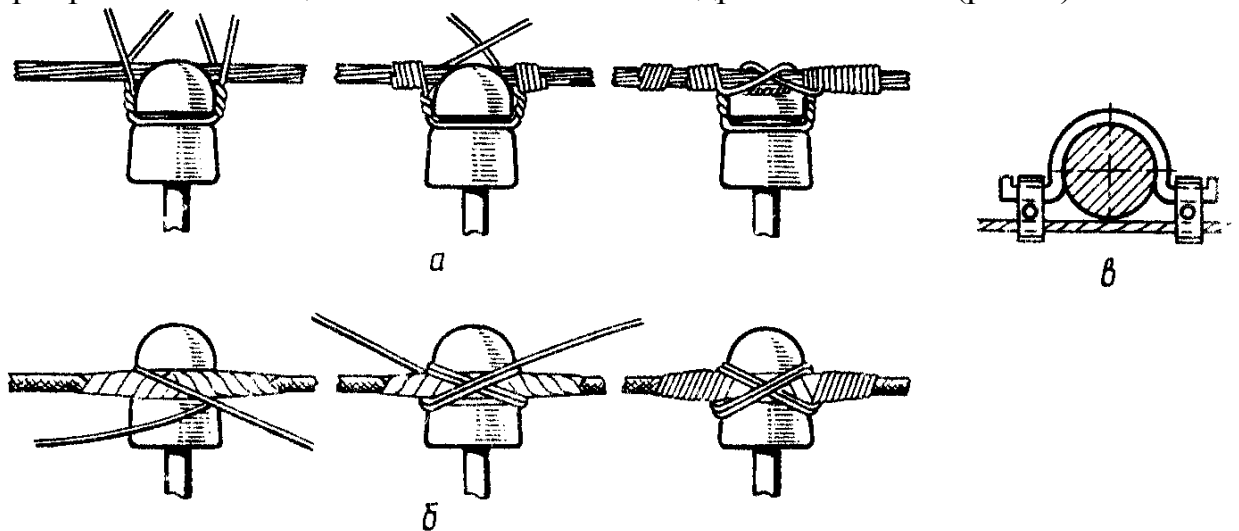


Рис. 3 Закріплення проводу до штирьового ізолятора на проміжній опорі:

Алюмінієвий дріт прив'язують до ізолятору алюмінієвим дротом, сталевий дріт - м'яким сталевим оцинкованим дротом діаметром відповідно 3,5 мм і 2,0 ... 2,7 мм.

На штирьових ізоляторах проводи прикріплюють до шийки або головки ізолятора. На кутових опорах проводи прикріплюють тільки до шийки ізолятора. Застосовують також затискачі. На гірляндах підвісних ізоляторів дроти закріплюють тільки затискачами. Для захисту зовнішньої поверхні алюмінієвих і сталеалюмінієвих проводів їх обмотують алюмінієвою стрічкою товщиною 1 мм.

При укладанні проводів на гаки, прив'язуванні їх до ізоляторів, установці ліхтарів вуличного освітлення користуються підйомною вишкою, що виготовлена з декількох труб різних діаметрів. У похідному положенні труби входять одна в іншу, тому вишку називають телескопічною. У робочому положенні її встановлюють відвісно і розсовують двигуном автомобіля. Два монтера стають на майданчик з сітчастими стінками і піднімаються на висоту до 26 м.

Для підйому на висоту до 20 м застосовують гідропідйомник також на автомобілях. Гідропідйомник складається з обертової вежі-турелі і двох трубчастих колін, на кінцях яких поміщені дві люльки для монтерів. Повер-

тають вежу і приводять в робочий рух коліна за допомогою гідроциліндрів. Управління дистанційне як із землі, так і з люльки підйомника. Завдяки цьому, а також великому вильоту люльок з однієї стоянки машини можна виконувати всі верхові роботи на опорі при монтажі повітряних ліній напругою до 35 кВ.

13.3 Установки для компенсації реактивної потужності

Навантаження електричної системи разом з активною завжди містить реактивну складову. Під навантаженням тут розуміється потужність, необхідна споживаючій частині системи в деякий момент часу. Таким чином навантаження це активна та реактивна потужність, необхідність в яких задовільнюється генеруючою частиною системи.

Активна потужність представляє собою енергію, яка споживається добутком діючих значень напруги U , сили струму I та фазового здвигу між цими величинами на кут φ ,

$$P=UI\cos\varphi.$$

Множення активної потужності на час дає електричну енергію, яка за допомогою фізичних еквівалентів може бути виражена в інших видах енергії (теплову, механічну)

Активна потужність отримується в результаті перетворення первинних видів енергії (наприклад, спалювання палива на електростанціях). Потоки активної потужності завжди направлені від генератора електростанції в мережу.

Реактивна потужність необхідна споживачам електричної енергії, які по принципу своєї роботи використовують енергію магнітного поля. Споживачами реактивної потужності є асинхронні двигуни, індукційні печі, люмінесцентне освітлення, трансформатори для дугової сварки.

Формула реактивної потужності $Q=UI\sin\varphi$

Активної потужності $P=UI\cos\varphi$

Повна потужність $S=\sqrt{P^2+Q^2}$

Наявність реактивної потужності приводить до необхідності використання більш потужних трансформаторів та кабелів, ніж це необхідно при активному навантаженні, крім того скорочується строк служби використаного обладнання, на 30-60% збільшується сума платежу за споживання електроенергії.

Широке застосування електродвигунів в сільськогосподарських приміщеннях, де по режиму своєї роботи двигуни не завжди завантажені, понижує $\cos\varphi$, збільшує реактивну потужність, збільшує втрати електроенергії в мережі, надлишково завантажених додатковою реактивною потужністю, та як наслідок збільшується оплата за електроенергію. Все сказане ще більше погіршується в тих випадках, коли необхідна потужність двигунів завищається та ще більше тоді коли електродвигуни працюють в холосту.

Характеристики:

– номінальна напруга (U_n)

Це максимально діюче значення змінної синусоїдальної напруги, для якої був спроектований конденсатор.

– номінальна потужність (Q_n)

Це реактивна потужність, якої досягає конденсатор при використаній напрузі та частоті.

– номінальна ємність (C_n)

Це величина, що дозволяє передачу номінальної потужності терміналом, застосовуючи номінальну напругу та чистоту.

– номінальний струм (I_n)

Це діюче значення змінного струму що циркулює по конденсатору, при цьому застосовується номінальна напруга та частота при номінальній ємності.

Залишкова напруга:

Це напруга, яка лишається після відєднання конденсатора від мережі. Цю напругу необхідно усунути, щоб не наражати на небезпеку оператора.

Розрахунок необхідної реактивної потужності для компенсації коефіцієнта потужності

$$Q_c = P \cdot (\tan \varphi_0 - \tan \varphi_1) = P \cdot K,$$

де P – дійсна потужність системи;

$\cos \varphi_0$ – $\cos \varphi$ – системи без компенсації коефіцієнта потужності;

$\cos \varphi_1$ – необхідний $\cos \varphi$

Q_c – реактивна потужність системи компенсації коефіцієнту потужності, яку необхідно встановити;

K – $\cos \varphi_0$ та $\cos \varphi_1$.

Компенсування коефіцієнту потужності трансформаторів:

Рекомендується забезпечити трансформаторам компенсацію коефіцієнту потужності, так як навіть при роботі без навантаження (тобто в ніч) вони споживають реактивну потужність, яку необхідно компенсувати.

$$Q = I_{0\%} \cdot P_n / 100;$$

де I_0 – струм без навантаження (вказується споживачем трансформатора);

P_n – номінальна потужність трансформатора.

Таблиця №1 Розрахунок ємності конденсаторів для електродвигунів

Синхронна частота об/хв	Ємність фази ІБК для АД потужністю	
	Менше 10 кВт	10 кВт і більше
3000	$C = 1,3 \cdot (1 + 2 P_n)$	$C = 10 + 2 P_n$
1500	$C = 3 \cdot (1 + P_n)$	$C = 10 + 2 P_n$
1000	$C = 3,7 \cdot (1 + P_n)$	$C = 10 + 2 P_n$

ЛЕКЦІЯ №14

ТЕМА: МОНТАЖ УСТАНОВОК ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ТА ОПРОМІНЕННЯ. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ТА ОПРОМІНЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

План лекції

1. Класифікація та основні характеристики світильників.
2. Загальні характеристики опромінювачей.
3. Стробоскопічний ефект та способи його усунення.
4. Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами.
5. Складання плану освітлювальної мережі приміщень сільськогосподарських споруд.
6. Приклад монтажу проводок освітлення з врахуванням вимог чинних нормативів надійності зручності та безпеки.
7. Організація монтажу систем освітлення.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумків.

14.1 Класифікація та основні характеристики світильників

Конструкція електричних джерел світла, така, що потік випромінювання розподіляється майже по всім напрямкам. В практиці випромінювання необхідно направляти на робочу поверхню, об'єкт. Самі лампи можуть бути уражені руйнівному впливу несприятливих факторів навколишнього середовища. Ось чому електричні джерела випромінювання використовують в сукупності з пристроєм, призначеним для їх кріплення, включення в мережу, перерозподілу потоку випромінювання, захисту від механічних пошкоджень та несприятливих факторів навколишнього середовища. Такий прилад називається світловим (світильник).

Світильник – світловий прилад, перерозподіляючий світло лампи всередині значних тілесних кутів (до 2π).

Прожектор – прилад перерозподіляючий світло лампи всередині малих кутів.

По характеру світлорозподілу світильники підрозділяються на п'ять класів, а в кожному класі на сім типів. Класи світильників визначається відносним значенням потоку Φ , випромінюючого в нижню на півсферу, по відношенню до світлового потоку $\Phi_{\text{св}}$ всього світильника.

У світильників прямого світіння (П) відносне значення потоку в нижню напівсферу $\Phi \cup > 80\%$, у світильників переважно прямого світіння (Н) – Φ

$\cup = 60 \dots 80\%$, світильників розсіяного світіння (Р) $\Phi_{\text{р}} = 60 \dots 40\%$, у світильників переважно відбитого світіння (В) $\Phi_{\text{в}} = 20 \dots 40\%$ та у світильників відбитого світіння (О) $\Phi_{\text{о}} < 20\%$.

За призначенням світильники розподіляють на виробничі, транспортні, для суспільних споруд, для освітлення приміщень, відкритих просторах та ін.

За умовами експлуатації світильники класифікують в залежності від способу встановлення (підвісні, поточні, настільні, настінні та інш.) та виконання.

Світильники характеризуються наступними основними світлотехнічними показниками: світло розподілення, ККД, захисним кутом).

ККД світильника – відношення світлового потоку $\Phi_{\text{св}}$ світильника до світлового потоку $\sum \Phi_{\text{л}}$ всіх ламп в цьому світильнику:

$$\eta_{\text{св}} = \Phi_{\text{св}} / \sum \Phi_{\text{л}}.$$

Захисний кут світильника характеризує зону, в межах якої око спостерігача захищене від прямого випромінення лампи. Його значення визначається кутом, що лежить в межах горизонталі та лінією, що з'єднує крайню точку випромінюючого тіла з протилежним краєм відбивача або розсіювача, що послаблює яскравість.

14.2 Загальні характеристики опромінювачей

Опромінювальні прилади відрізняються від світильників лише функціональним призначенням при однотипних джерелах. Елементи конструкцій та основні характеристики опромінювачей ті ж, що й у світильників.

Опромінювачі, що застосовують в сільському господарстві, підрозділяються на три групи в залежності від складу випромінення; для УФ, видимого та ІЧ випромінення. Існують також комбіновані опромінювачі для комплексної дії на біологічні об'єкти випромінення.

В опромінювачах для УФ опромінення використовують ртутно-розрядні лампи низького (ДБ, ЛЕ, ЛЕР) та високого (ДРТ, ДРТЕД) тиску.

Прилади видимого випромінювання призначені для опромінення рослин. В цих опромінювачах застосовують практично всі освітлювальні розрядні лампи та розрядні спеціального призначення типу ЛФ (люмінесцентна фотосинтезна), ДРФ (дугова ртутна фотосинтезна високого тиску з гологенними добавками), ДМУ (дугова металогологенна трифазна).

В інфрачервоних опромінювачах використовують лампи розжарювання спеціальної конструкцій та темні випромінювачі типу ТЕН (трубчасті електронагрівачі), які не створюють видимого випромінення.

14.3 Стробоскопічний ефект та способи його усунення

Стробоскопічний ефект в люмінесцентних лампах визивається частими (100 раз в секунду) невольними для бачення миганнями в такт з коливанням

змінного струму в освітлювальній мережі, що може призвести до викривлення дійсної картини руху освітлювального приладу.

Стробоскопічний ефект може бути майже повністю ліквідувати парним включенням ламп, при якому одна з них вмикається крізь додатковий конденсатор великої потужності (до 2.5мкФ). За допомогою цього конденсатора між токами в лампах притупає, інша горить максимально яскраво та освітленість вирівнюється.

14.4 Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами

Групові щітки, від яких починається групові освітлювальні мережі, повинні розміщатися в приміщеннях, зручних для обслуговування.

Щітки керування освітленням необхідно розмістити в зоні бачення ламп, що управляються цим щитом.

ПУЕ обмежує граничний струм апаратів, що захищає групові лінії, значенням 25А, а кількість світильників з лампами розжарювання, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, що обслуговується групою - 20 на фазу.

При живленні групою газорозрядних ламп потужністю 125 Вт і більше або ламп розжарювання потужністю 500 Вт та більше струм апаратів захисту може бути збільшений до 63А. Лампи потужністю 10 кВт та більше повинні живитися окремими лініями кожна та захищатися відповідно їх струму.

Для ліній живлення люмінесцентних ламп, допускається до 50 ламп на фазу.

Групові лінії можуть бути одно, двох, або трьохфазними. Останні обов'язкові, коли чередування фаз в лінії використовується для зменшення пульсації освітленості. Трифазні групи можуть прийняти втричі більше навантаження, та обслужити в три рази більше світильників ніж однофазні.

Частіше лампи вмикаються в мережу трифазного струму по схемі зірка, чи наприклад коли від мережі 380/220 В живляться лампи 380 В, – по схемі трикутник.

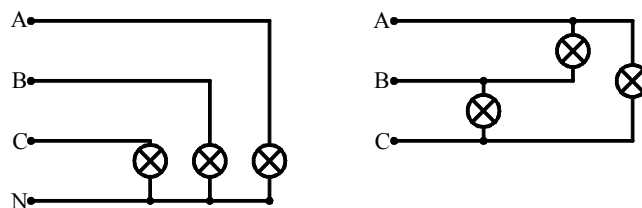


Рис. 1 Схема вмикання ламп (а) зірка, (б) трикутник

14.5 Складання плану освітлювальної мережі приміщень сільсько-господарських споруд

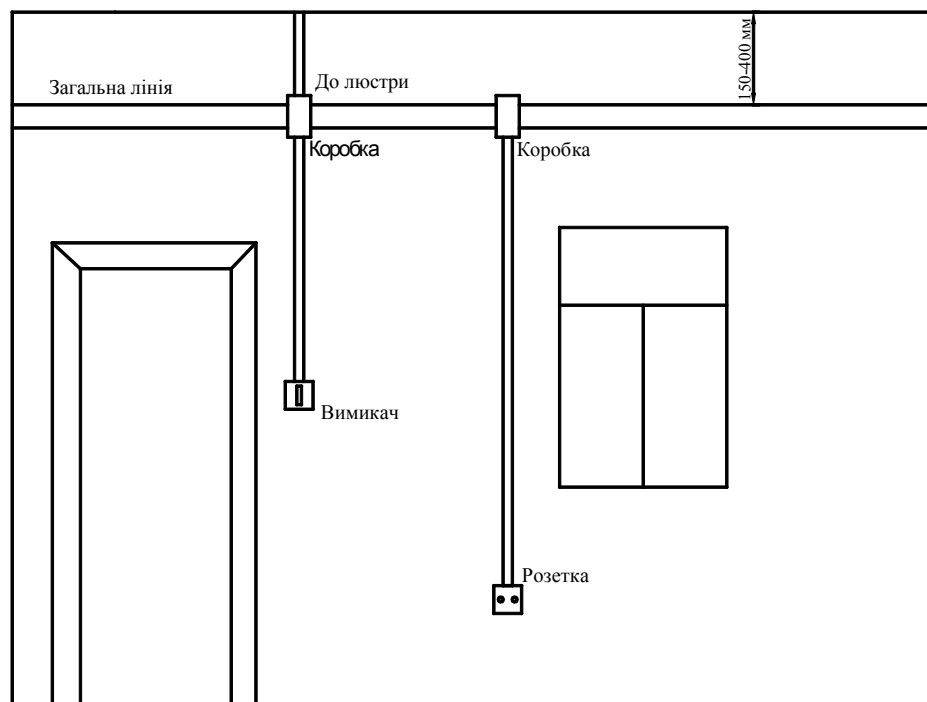
Електричні мережі взагалі, та особливо освітлювальні мережі, є найбільш розповсюдженим видом інженерних комунікацій, так як вони прокла-

даються в усіх приміщеннях. За характером та призначенню вони повинні відповідати цілому ряду вимог:

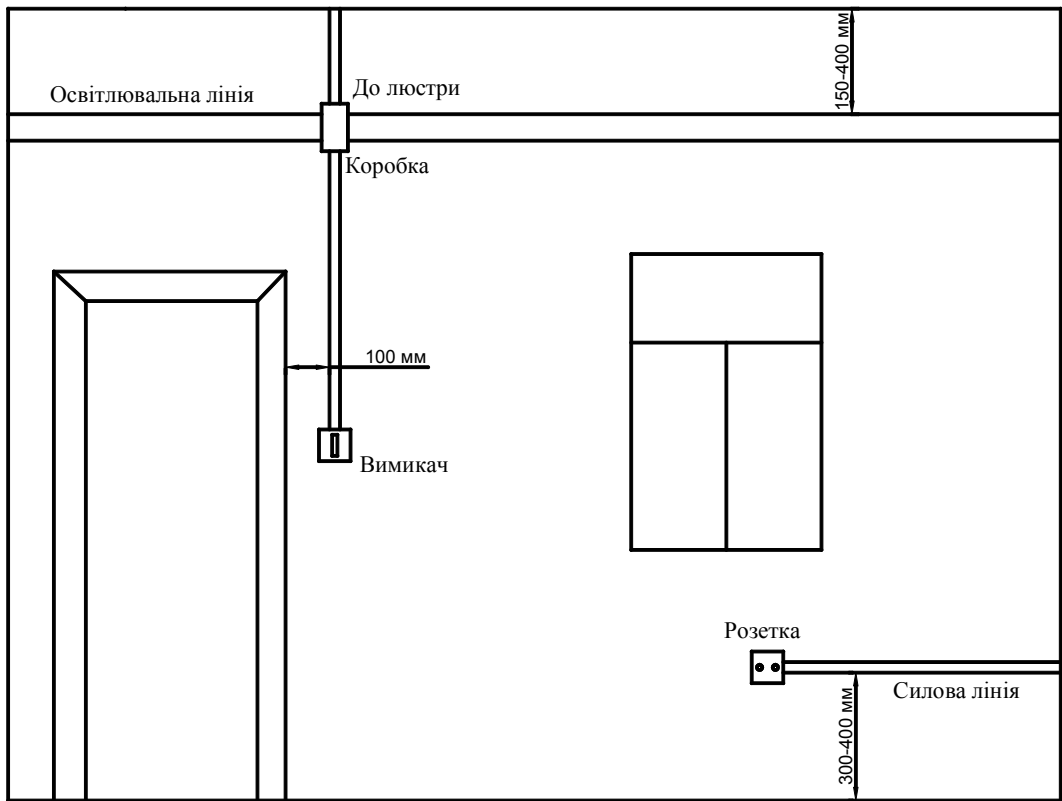
- 1) забезпечувати безперебійність та надійність живлення освітлювальних установок;
- 2) вимагати для свого виконання найменших затрат засобів та дефіцитних матеріалів (мідь та сталевих труб);
- 3) забезпечувати безпечність у відношенні пожежі, вибуху та ураженням електричним струмом;
- 4) по можливості допускати заміну пошкоджених або зношених проводів в процесі експлуатації;
- 5) по можливості бути наглядними, доступними для обслуговування та не погіршувати зовнішнього виду приміщення;
- 6) мати достатньою міцністю та стійкістю до можливим механічним впливом.

14.6 Приклад монтажу проводок освітлення з врахуванням вимог чинних нормативів надійності зручності та безпечності

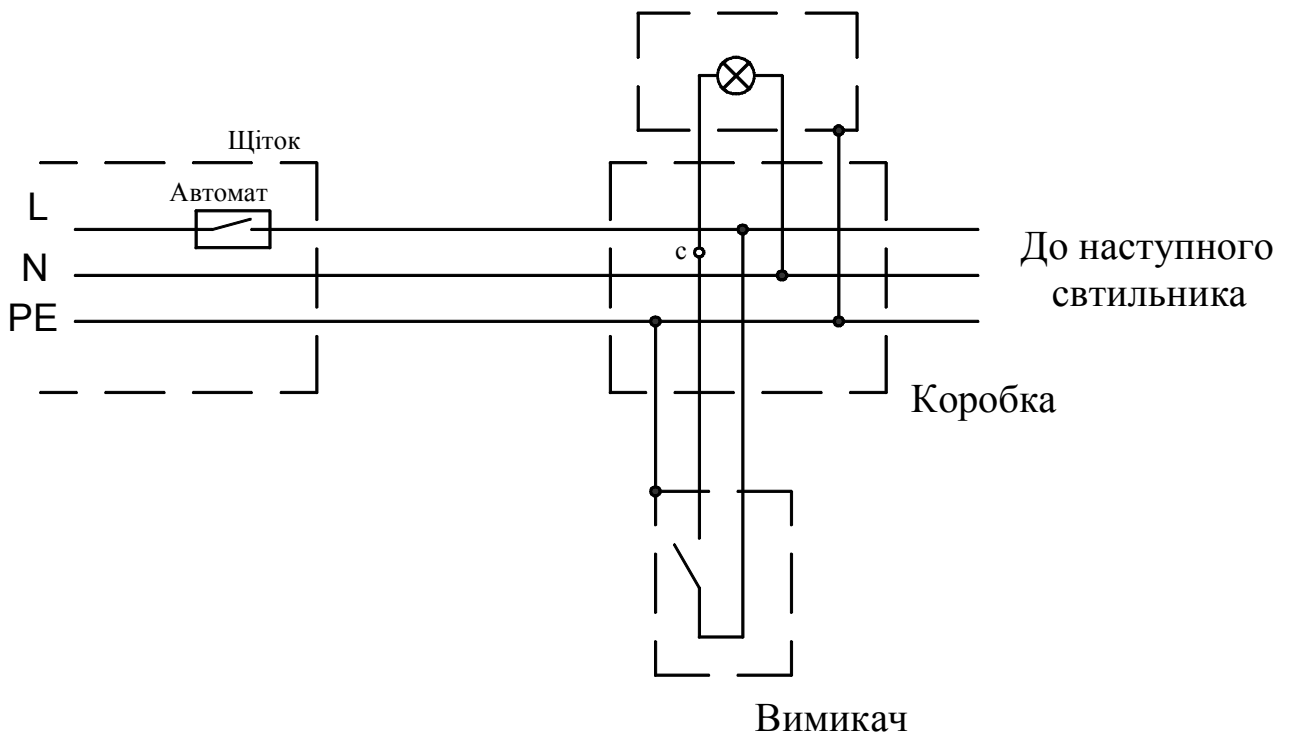
При класичній прикладці в утробу підстилю штроба ведеться горизонтально на відстані 150..400мм від стелі з відгалуженнями вертикально вниз від коробок до розеток та вимикачем.



Як варіант існує спосіб прокладання проводів в якому, освітлювальну гілку прокладають під стелею, а силову прокладають над підлогою на висоті (300...400мм).



Прокладання скритої проводки на стінах повинна бути мінімізована та мати зрозумілу геометрію. Орієнтиром поворотів та відгалужень служать щітки, коробки, розетки, вимикачі, світильники. Проводка між ними повинні лежати прямими лініями, паралельними або перпендикулярними підлозі.



а)

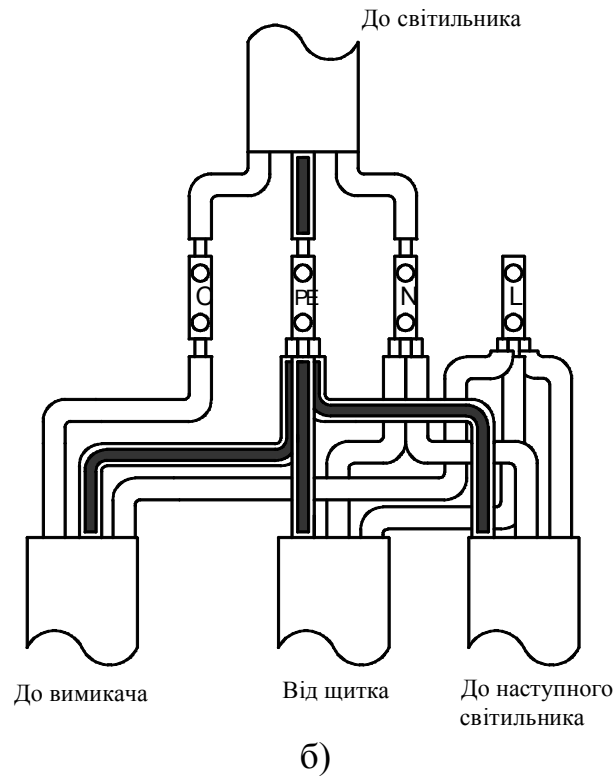


Рис. 2 Най простіша принципова схема підключення світильника: а) схематичний вид; б) вид на практиці.

14. 7 Організація монтажу систем освітлення.

Значна частка електромонтажних робіт пов'язана з електровстановлювальними виробами:

- з установкою вимикачів, перемикачів, штепсельних розеток, вилок, запобіжників тощо;
- з установкою освітлювальних щитків світильників, апаратів управління, приладів обліку витрати електроенергії.

Монтаж внутрішньої проводки умовно ділять на дві стадії:

- **підготовчу**, під час якої виконують розмічувальні та заготівельні роботи;
- **основну**, під час якої прокладають проводи й роблять всі необхідні з'єднання.

До підготовчих робіт належать:

- ознайомлення з робочими кресленнями проекту електроустановки та монтажними схемами;
- розмітка місць установки електроустаткування, світильників, арматури, комутаційних апаратів, електричних щитків і ліній прокладання проводів;
- виконання в будівельних основах отворів і гнізд;
- свердління проходів через стіни та інші елементи будівельних конструкцій, виготовлення борозд (штроб) для прихованої проводки;
- встановлення та закріплення електрообладнання щитків, комутуючих апаратів, освітлювальних приладів.

Розмітка є відповідальним видом підготовчих електромонтажних робіт.

Етапи розмітки:

- визначення точок закріплення світильників, вимикачів;
- розмітка траси електропроводки, починаючи від групового щитка.

Одиночні світильники розміщують в центрі стелі. Якщо світильників декілька, їх розташовують на перетині діагоналей однакових прямокутників, на які розбивають площу стелі. У деяких випадках розмітку проводять на підлозі, переносячи потім точки підвісу світильників з підлоги на стелю за допомогою схилів (нитка на кінці якої знаходиться не великий вантаж, схил застосовується для визначення перпендикулярності).

Незахищену відкриту проводку, розраховану на напругу вище 42 В, розташовують на висоті не менше 2 м в приміщеннях без підвищеної небезпеки і не менше 2,5 м у приміщеннях з підвищеною небезпечкою і в особливо небезпечних. Висота прокладки захищених проводів, кабелів і проводів в трубах, металорукавах не нормується.

Вимикачі, встановлювані біля входу в приміщення (всередині або поза ним), розміщують зазвичай так, щоб їх не закривала двері що відкриваються. Ставлять вимикачі на висоті 1,5 м від підлоги.

При виконанні підготовчих робіт кріплять установчі вироби: вимикачі та перемикачі; штепсельні розетки; стельові та настінні патрони для ламп; відгалужувальні коробки для з'єднання і відгалуження проводів при прихованій електропроводці.

В освітлювальних мережах відкриту проводку найчастіше здійснюють за допомогою плоских проводів, що мають роздільну оснву. Їх кріплять до поверхонь за допомогою цвяхів. Проте у ряді випадків така проводка виявляється неприйнятною.

ЛЕКЦІЯ № 15

ТЕМА: МОНТАЖ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ КОМПЛЕКТНИХ ПРИСТРОЇВ

План лекції

1. Класифікація та основні характеристики світильників.
- 2.

Хід проведення

- I. Організація групи
- II. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми лекції.
- III. Викладення нового матеріалу.
- IV. Підведення підсумкі.

15.1 Загальні відомості

Щити і пульти повинні поставлятися підприємством - виготівельником повністю змонтованими, з апаратами і приладами, що пройшли ревізію, регулювання та випробування.

Перевіряють встановлення розподільних пунктів, станцій і пультів керування, щитів захисту та автоматики відносно основних осей приміщення.

Відстань між шафою і стіною повинна бути такою, щоб дверцята відкривалися не менш як на 100° . Поворот бокової рукоятки рубильника вгору повинен відповідати вмиканню апарата, а вниз – вимиканню. Губки рубильників і трубчастих запобіжників встановлюють так, щоб ножі входили в них легко і щільно, без зазорів, перекосів і заїдань.

Збірні шини і відгалуження від них з'єднують зварюванням або болтами. При цьому витки болта вільного кінця не повинні мати менше двох ниток.

Для розбірних приєднань шин (провідників) до плоских виводів і стержньових затискачів апаратів залежно від їх матеріалу і навколишнього середовища використовують спеціальні матеріали.

Всі вироби для кріплення повинні мати захисні металеві покриття. Розбірні приєднання провідників до виводів апаратів захищають від само відкриття пружними шайбами, контр-гайками.

Зовнішні і внутрішні поверхні щитів, а також їх металеві деталі, що не мають цинкового або іншого металевого покриття, призначені для кріплення апаратів, приладів, шин, проводів і кабелів, покривають лаком чи фарбою залежно від умов навколишнього середовища.

Дверці силових пунктів, ящиків шаф керування та іншої апаратури закриваються спеціальними замками.

Електромагнітні пускачі встановлюють вертикально на жорсткій основі. Ввід проводів через оболонку пускачів пилебризконепроникного виконання що стоять окремо, роблять у трубках, а кабелів – через сальники.

Ящики резисторів монтують так, щоб елементи резисторів знаходилися у вертикальній площині. Повітря повинно вільно надходити в ящик знизу, а виходити зверху.

Ізоляцією проводів перед приєднанням до ящиків резисторів знімають на відстані не менше 100 мм від затискача. Ізольовані проводи не повинні знаходитися над резисторами.

Панелі станції керування щитів і пультів, пускорегулювальні апарати повинні мати написи, які вказують, до якого двигуна або іншого електроспоживача вони відносяться.

У розподільних пристроях встановлених у сирих і особливо сирих приміщеннях і відкритих електроустановках, застосувати гігроскопічні ізоляційні матеріали не дозволяється.

У сучасних електроустановках для розподілу електроенергії, захисту від коротких замикань і тривалих перенавантажень, вмикань і вимикань електричних використовують низьковольтні комплектні пристрої (НКП), які завдяки оболонкам відповідними ступенями захисту подовжують строк служби комутаційних і захисних апаратів дають можливість скоротити строки електроремонтних робіт та знизити їх вартість.

Для розподілу електроенергії у виробничих сільськогосподарських приміщеннях найчастіше використовують розподільні пункти серії ПР11, які працюють при напрузі 220 В постійного струму і до 660 В змінного струму, частотою 50 і 60 Гц.

Шини у розподільчих пунктах фарбуються у такі кольори:

Фаза А – жовтий

Фаза В – зелений

Фаза С – червоний

Нульовий – зелено-жовтий

Піл час монтажу корпуси НКП з'єднують із нульовим проводом мережі або контуру заземлення зварюванням або болтовим з'єднанням. Місце зварювання зачищають і фарбують, Болтові з'єднання покривають шаром мастила.

15.2 Ручні та шляхові куматаційні апарати

Рубильники і перемикачі серії Р і РП призначені для неавтоматичної комутації силових електричних кіл з номінальною напругою до 660 В змінного струму частотою 50 Гц і до 440 В постійного струму в пристроях для розподілу електричної електропостійного струму для розподілу електричної енергії.

Умовне позначення рубильників і перемикачів:

Р/1 XX/2 XX/3 X/4 X/5 X/6 XX/7 X/8 X/9

Розшифровується так:

1 серія

2 2-вид рукоятки; (11 – бокова незнімна)

(15- бокова винесена незнімна)

(16- бокова винесена змінна у положенні

«Вимкнуто»)

(19 – передня незнімна)

(20 – важіль)

(26- без рукоятки)

3- номінальна сила струму;

4- кількість полюсів: 1, 2, 3;

5- позначення площини приєднувальних затискачів у поєднанні з дугогасильними камерами; 1,3,5 і 7 – з камерами, 2,4,6 і 8 – без камер;

6- наявність допоміжних контактів; 0 – немає; 1-є;

7- ступінь захисту: 00-ІР00, 32-ІР32, 54-ІР54;

8- кліматичне виконання; У,Х,Л,Т;

9- категорія розміщення: 1(для ІР54) або 3

Пакетні перемикачі серії ПКП призначені для комутації електричних кіл змінного струму частотою від 50 до 100 Гц при напрузі 380 В. Можуть використовуватись як ввідні, вимикачі, перемикачі головних кіл і як пускові апарати асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором.

Пакетно-кулачкові перемикачі серії ПКУЗ призначені для комутації електричних кіл змінного струму частотою 50,60 і 400 Гц з номінальною напругою від 24 до 500 В і номінальною робочою силою струму 1-10 А у схемах для керування багатьма швидкохідними асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором.

Пакетні перемикачі і перемикачі серії ПП, ПВ використовують як ввідні перемикачі у низьковольтних комплектних пристроях розподілу електроенергії, для ручного керування асинхронними двигунами, для комутації електричних кіл напругою 220 і 380 В змінного струму частотою 50 Гц. Розраховані для роботи при температурі оточуючого середовища – 40 + 50 °С та відносній вологості 95% при температурі 25 °С

Пускачі ручні ПНВ та ПНВС призначені для пуску безпосереднім вмиканням в мережу і зупинки трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором потужністю до 4,5 кВт при напрузі 380В і частоті 50 Гц (ПНВ), для пуску і зупинки однофазних короткозамкнених двигунів з пусковою обмоткою потужністю до 0,6 кВт при напрузі 380 В.

Кнопочні пости серії ПКЕ призначені для комутації кіл керування у колах змінного струму напругою до 660 В, частотою 50 і 60 Гц та постійного струму напругою до 440 В. Номінальний струм контактів 10 А.

Автоматичні вимикачі

Електричні установки повинні мати захист від коротких замикань, перенавантажень та мінімальної напруги. За виконуваними функціями їх поділяють на дві групи: автоматичні вимикачі, в яких установка струму неспрацювання теплових розподільвачів не регулюванням установок струму.

Автоматичні вимикачі першої групи мають шкалу номінальних сил струмів теплових розчіплювачів, узгоджену з доступними тривалими силами струмів навантаження для проводів з гумовою чи полівінілхлоридною ізоляцією. Вимикачі цієї групи використовують як ввідні в комплектних пристроях керування електрообладнанням, а також як групові в розподільних пунктах.

Електромагнітні контактори

Електромагнітні контактори – це двопозиційні комутаційні апарати для комутації кіл постійного та змінного струмів.

Електромагнітні пускачі

Електромагнітні пускачі призначені для дистанційного пуску безпосередньо приєднаних до мережі, зупинки і реверсування трифазних асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором потужністю до 18,5 кВт при напрузі 380 і 660 В змінного струму частоти 50 і 60 Гц. У випадку наявності теплових реле пускачі захищають двигуни від перенавантажень недопустимої тривалості. Пускачі, що комплектуються обмежувачами перенапруг, використовуються для робіт у системах керування із застосуванням мікропроцесорної техніки.

Теплові струмові реле

Теплові реле – це електричні апарати, які призначені для захисту електродвигунів від струмового перенавантаження. Найбільш поширені типи теплових реле – ТРП, ТРН, РТП та РТТ.

Довговічність електрообладнання залежить від перенавантажень під час його роботи. Для будь-якого об'єкту можливо визначити залежність довго тривалості протікання струму від її величини, при яких забезпечується надійна та довготривала експлуатація обладнання.

При номінальному струмі допустима довготривалість його протікання дорівнює безкінечності. Протікання струму більшого ніж номінальний призводить до додаткового підвищення температури та додатковому старінню ізоляції. Тому чим більше перенавантаження тим короточасніше воно допустиме.

До захисту від перенавантажень, найбільш широке розповсюдження отримали теплові реле з біметалевою пластиною. Біметалева пластина теплового реле складається з двох пластин, одна з яких має більший температурний коефіцієнт розширення, друга менший. В місці прилягання один до одного пластини жорстко скріпленні зварюванням. Якщо закріпили нерухомо таку пластину та нагріти, то відбудеться згиб пластини в сторону матеріалу з меншим температурним коефіцієнтом.

15.3 Автоматичні вимикачі та ПЗВ

Автоматичний вимикач (автомат) – захисний комутаційний пристрій, призначений для захисту електричного кола (тобто кабелів і проводів, електроустановочних виробів) від короткого замикання і перевантажень. Забезпечений спеціальним виконавчим механізмом – **розчеплювачем**, який безпосередньо здійснює розмикання електричного ланцюга. Більшість сучасних побутових автоматичних вимикачів – комбіновані. Вони мають електромагнітний і тепловий розчеплювачі і можуть одночасно захищати і від перевантажень мережі, і від коротких замикань (КЗ). **Електромагнітний розчіплювач** – це електромагніт, здатний захистити ланцюг від короткого замикання, коли струм миттєво зростає до критичних значень, в 5-10 разів (категорія С) перевищуючи номінальні показники. Автомат при цьому повинен відключити ланцюг за час порядку 0,01 секунди. **Тепловий розчіплювач** - біметалічна пластина, яка змінює свою форму при нагріванні. Цей елемент попереджає критичні перевантаження, що супроводжуються значним розігрівом провідників. Автомат з таким механізмом при навантаженні, що перевищує номінальне значення на 13%, повинен відключити ланцюг протягом години.

Автоматичний вимикач слід розглядати як апарат захисту і управління («ПУЕ», 7- е видання, глава 7, п. 7.1.25). Автоматичні вимикачі призначені для захисту від надструмів систем в будівлях та аналогічних установок (ГОСТ Р 50345-99, п. 1.1). **Надструм** (МЕМ 441-11-06): Будь-який струм, що перевищує номінальний (ГОСТ Р 50345-99, п. 3.2.1).

Апаратом захисту називається апарат, який автоматично відключає електричний ланцюг при ненормальних режимах («ПУЕ », 7- е вид., Гл. 3, п.

3.1.2). В якості апаратів захисту повинні застосовуватися автоматичні вимикачі або запобіжники («ПУЕ», 7-е вид., Гл. 3, п. 3.1.5).

Апарати захисту слід встановлювати, як правило, в місцях мережі, де переріз провідника зменшується (у напрямку до місця споживання електроенергії) або де це необхідно для забезпечення чутливості і селективності захисту («ПУЕ», 7-е вид., Гл. 3, п. 3.1.15).

Автоматичний вимикач (механічний) (МЕМ 441-14-20): Механічний комутаційний апарат, здатний включати, проводити і відключати струми при нормальному стані ланцюга, а також включати, проводити протягом заданого часу і автоматично відключати струми в зазначеному аномальному стані ланцюга, таких як струми короткого замикання (ГОСТ Р 50345-99, п. 3.1.4).

Струмообмежувальний автоматичний вимикач (МЕМ 441-14-21): Вимикач з надзвичайно малим часом відключення, протягом якого струм короткого замикання не встигає досягти свого максимального значення (ГОСТ Р 50030.2-99, п. 2.3).

Повітряний автоматичний вимикач (МЕМ 441-14-27): Вимикач, контакти якого розмикаються і замикаються в повітрі при атмосферному тиску (ГОСТ Р 50030.2-99, п. 2.7).

Полюс (автоматичного вимикача): Частина автоматичного вимикача, пов'язана виключно з одним електрично незалежним струмопровідним шляхом головного ланцюга і має контакти, призначені для замикання і розмикання головного ланцюга, і не включає елементи, призначені для монтажу і оперування усіма полюсами (ГОСТ Р 50345-99, п. 3.2.7).

Граничний струм селективності (I_s): Координата точки перетину часо-струмової характеристики в зоні найбільшої відключаючої здатності захисного апарату на стороні навантаження і переддуговою характеристикою (для запобіжника) або час-струмової характеристики розчеплювача (для автоматичного вимикача) іншого захисного апарату.

Примітка:

Граничний струм селективності – це граничне значення струму:

– нижче якого при наявності двох послідовно з'єднаних апаратів захисту від надструмів апарат з боку навантаження встигає завершити процес відключення до того, як його почне другий апарат (тобто забезпечується селективність);

– вище якого за наявності двох послідовно з'єднаних апаратів захисту від надструмів апарат з боку навантаження може не встигнути завершити процес відключення до того, як його почне другий апарат (тобто селективність не забезпечується). (ГОСТ Р 50345-99, п. 3.5.14.1).

Електроустановка – будь-яке поєднання взаємозалежного електроустаткування в межах даного простору або приміщення (ГОСТ Р 50571.1-93, п. 3.2).

Рубильник – найпростіший електричний вимикач з ручним приводом і металевими ножовими контактами, що входять в нерухомі пружні контакти (гнізда). Застосовується в електричних ланцюгах напругою до 500 В.

Рубильник, електричний комутаційний апарат з ручним управлінням, призначений для включення, відключення і перемикання електричних ланцюгів - або під навантаженням (при напрузі до 220 В на постійному струмі і до 380 В на змінному), або у відсутності струму; відрізняється характерною формою рухомих контактів (ножевидні, або «рублячі»). За кількістю контактів рубильник підрозділяють на одно-, двох-, трьох і багатополюсні. Для підвищення граничного відключається струму потужні рубильники забезпечуються дугогасильними камерами. При замиканні однополюсного рубильника контактний ніж під дією рукоятки повертається навколо осі і «включається» в нерухому контактну стійку, що підпружинюєця. При відключенні електричного кола під навантаженням, між контактним ножом і контактною стійкою виникає електрична дуга, яка гаситься в дугогасильній камері. Щоб уникнути обгорання контактів електрична дуга повинна бути погашена швидко. Гасіння дуги при струмах до 75 А відбувається внаслідок її механічного розтягування; при цьому час гасіння залежить від швидкості переміщення контактного ножа. У рубильниках, розрахованих на більш високі струми, визначальним фактором при гасінні дуги є розриваючі її електродинамічні сили, величина яких прямо пропорційна відключаючого струму і приблизно обернено пропорційна довжині ножа. Для того щоб зробити швидкість розмикання контактних ножів не залежним від швидкості повороту рукоятки, застосовують так зване моментное вимкнення (з використанням додаткових розривних ножів), що значно полегшує гасіння дуги. Рубильник розраховують таким чином, щоб в номінальному режимі його роботи контакти не нагрівалися вище допустимої температури, а при коротких замиканнях в ланцюзі не зварювалися між собою і мимоволі не розмикалися.

Диференціальний автомат (ПЗВ електронного типу) являє собою виріб, що складається з двох функціонально узгоджених між собою модулів: автоматичного вимикача (2-4 - х полюсного виконання) і модуля захисного відключення, в якому розташований: регулюючий блок - диференційний трансформатор, підсилювальний блок – електронний пристрій, що містить кілька десятків елементів (резистори, транзистори, тиристри, мікросхеми). Якщо підсилювач розроблений з урахуванням більшості факторів, що впливають на його надійність (стабільність у часі, зміна параметрів навколишнього середовища, заводські та ін), його експлуатація не викликати жодних нарікань. Однак навіть при добре відпрацьованій схемотехніці пристрою, із за випадкового поєднання параметрів вхідних електронних компонентів, що мають певне розкидання, можливі «провали» в характеристиках підсилювачів по перешкодостійкості на деяких частотах спектру перешкод. Джерелом цих перешкод може бути випромінювання самого обладнання, що працює в мережі, в якій встановлено диф. автомат. У цьому випадку найпростішим способом усунення «провал» є шунтування вихідних затискачів диф. автомата **конденсатором типу К73 -17- 400В -0, 47 мкФ** (в 4- полюсному - двома однаковими конденсаторами, включеними між фазними затискачами).

15.4 Характеристики автоматичних вимикачів

1. **Номінальна напруга** U_e – установлене виробником значення U , при якому забезпечується працездатність автоматичного вимикача, особливо при КЗ.

2. **Номінальна напруга ізоляції** U_i – установлене виробником значення U , за яким визначається величина випробувальної U при випробуванні автоматичного вимикача на електричну міцність ізоляції і відстані витоку.

3. **Номінальний струм** I_n – встановлений виробником струм, який автоматичний вимикач здатний проводити в тривалому режимі при вказаній контрольній температурі навколишнього повітря.

4. **Номінальна частота** – частота, на яку розрахований даний автоматичний вимикач для забезпечення заданих характеристик.

5. **Нормальна струмо-часова зона** (або характеристика, що не зовсім правильно) – характеристика розчеплення автоматичного вимикача, повинна забезпечувати надійний захист провідників електричних ланцюгів від надструмів.

6. **Стандартні діапазони струмів миттєвого розчеплення** (при яких автоматичний вимикач може розчепитися без витримки часу): **тип В** – понад $3 I_n$ до $5 I_n$; **тип С** – понад $5 I_n$ до $10 I_n$; **тип D** – понад $10 I_n$ до $50 I_n$.

7. **Номінальна відключна здатність** $I_{сп}$ – установлене виробником значення граничної найбільшої відключної здібності $I_{сп}$ автоматичного вимикача, для якої приписані умови відповідно до встановленого циклу випробувань не передбачають здатності автоматичного вимикача проводити протягом умовного часу струм, рівний $0,85$ струму нерозчеплення. Своїми словами: Струм КЗ, який автомат може відключити і при цьому залишитися в цілості (без пошкоджень).

8. **Робоча відключна здатність**

9. **Характеристика I^2t** (струм в квадраті t) – крива, що відображає максимальні значення I^2t як функцію очікуваного струму в зазначених умовах експлуатації.

Струм розчеплювача, струм вставки – це номінальний струм автоматичного вимикача, який є найменшим при розрахунку в даному колі, але таким чином, щоб автоматичний вимикач не спрацював при пускових струмах.

15.4.1 Буквені характеристики розчеплювачів модульних вимикачів

Буквені характеристики розчеплювачів модульних вимикачів

ЭК60898)			
Х-ка	>0.1 с		<0.1 с з розчепленням
	без розчеплення		
В	$3I_n$		$5 I_n$
С	$5 I_n$		$10 I_n$
Д	$10 I_n$		$50 I_n$
	Без розчеплення >1год (при $I_n \leq 63A$) >2 год (при $I_n > 63A$)	Розчеплення <1год (при $I_n \leq 63A$) >2 год (при $I_n > 63A$)	Розчеплення 1 с<t<60с (при $I_n \leq 32A$) 1с<t<120с (при $I_n > 32A$)
В, С, Д	$1.13I_n$	$1.45I_n$	$2.55I_n$

чів промислового призначення		
Х-ка	без розчеплення	з розчепленням
L	$2.5I_n$	$10 I_n$
K	$7 I_n$	$14 I_n$
Z	$2 I_n$	$4 I_n$
G	$8 I_n$	$12 I_n$
Зі зворотньою залежною витримкою часу по ГОСТ Р 50345-99		
	Не розчеплення 2 год при $I_n > 63A$ 1 год при $I_n \leq 63A$	Розчеплення 2 год при $I_n > 63A$ 1 год при $I_n \leq 63A$
	$1.05I_n$	$1.3I_n$

С – застосовується для освітлювальних мереж.

В – застосовується для освітлювальних мереж з віддаленим споживачем.

Д – забезпечують захист установок з високими значеннями пускових струмів (двигуни, лампи з пуско-регулюючим приладом, трансформатори)

15.4.2 Характеристики спрацювання автоматів

Параметри стандартної **струмо-часової зони** в ГОСТ Р 50345-99 встановлені для контрольної температури калібрування, рівної 30 С. Для стандартної часо-струмової зони встановлено наступні умовні параметри: а) умовний час, що рівний 1год для вимикачів з номінальним струмом до 63А включно, і 2 год з номінальним струмом понад 63 А, б) умовний струм нерозчеплення; с) встановлене значення струму, яке вимикач здатний проводити за умовний час без розчеплення: $I_{nt} = 1,13 I_n$; д) умовний струм розчеплення (I_t) – встановлене значення струму, що викликає розчеплення вимикача в межах умовного часу: $I_t = 1,45 I_n$.

В – спрацювання електромагнітного захисту між 3 - і 5 – кратним значенням номінального струму

С – спрацювання електромагнітного захисту між 5 - і 10 – кратним значенням номінального струму

Д – спрацювання електромагнітного захисту між 10 - і 14 – кратним значенням номінального струму

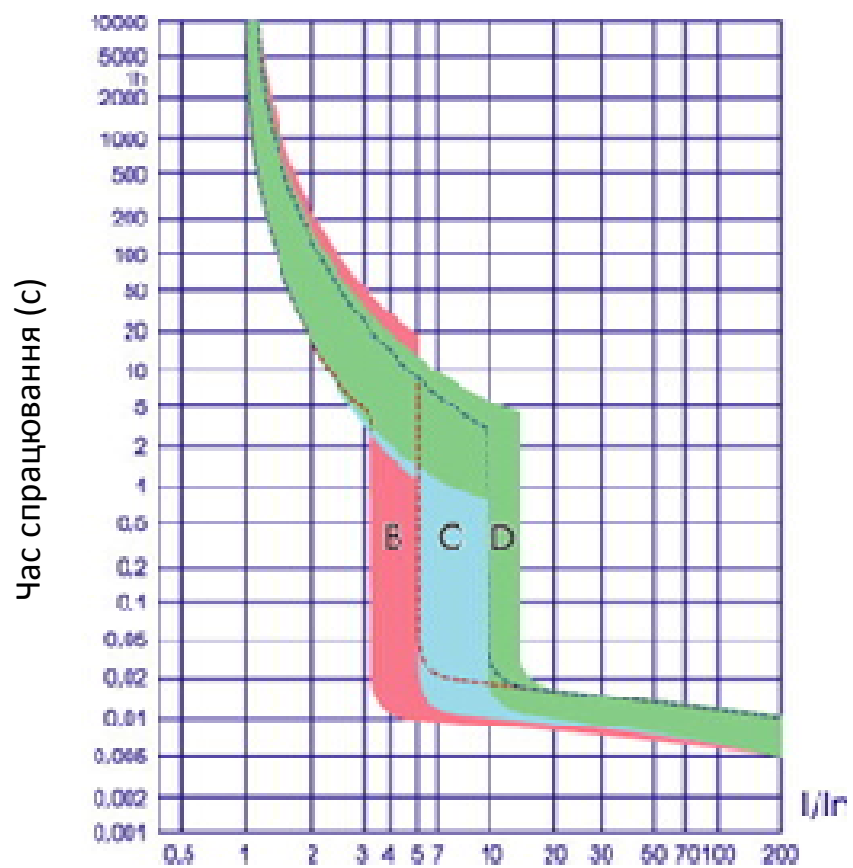


Рис. 1 Діаграми спрацювання автоматів

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок : Правила М-ва енергетики та вугіл. пром-сті України від 21.07.2017 р. № 476. Київ, 2017. 617 с.
2. Презентаційний диск кабеленесущих систем ДКС. Електронні відео дані. URL : <http://dkc.kiev.ua/ru/media/footage/> (дата звернення: 28.04.2021).
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів : Правила М-ва палива та енергетики від 25.07.2008 р. № 258. Київ : ДП НТУКЦ «АсЕнерго». 2007. 304 с.
4. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. Действующий от 1996-01-07. Изд. офиц. Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. URL : <http://helpnik.college.ks.ua/standart/gost/Catalog/Index/5/5378.htm> (дата обращения: 18.05.2021).
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. Чинний від 2004-04-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 2004. 26 с.
6. ДСТУ EN 50086-1:2004. Системы кабелепроводов для электрических установок. Часть 1. Общие технические требования (EN 50086-1:1993, IDT). Чинний від 2005-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
7. **Производство низковольтного электрооборудования. – Александрия: ОАО «НПО «ЭТАЛ», 2009.-33 с. Режим доступа: <http://www.etal.ua/ru/catalog/part91>. НЕ НАЙДЕНО**
8. **Конспект лекцій з дисципліни «Монтаж енергетичного обладнання та засобів автоматизації».- Мелітополь: «ТДАТУ»,2009.- 180 с.**
9. ДБН А. 2.2-3-2004. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. Чинний від 2004-07-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 2004. URL : <https://profidom.com.ua/a-2/a-2-2/1316-dbn-a-2-2-3-2004-sklad-poradok-rozroblenna-pogodzhenna-ta-zatverdzhenna-projektnoji-dokumentaciji-dla-budivnictva> (дата звернення: 28.04.2021).
10. ІЕК Україна. ІЕК Україна. URL: <https://www.iek.ua/> (дата звернення: 28.04.2021).
11. **Куценко Ю. М. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом «Монтаж енергообладнання та засобів автоматизації» / Ю. М. Куценко. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. – 120 с.**
12. Электромоторы и электродвигатели от ведущего поставщика в Украине ЛБЮ-Тех - оборудование и инжиниринг. URL : <https://lbu.com.ua/> (дата звернення: 28.05.2021).

13. Карякин Р. Н. Заземляющие устройства электроустановок : справочник. Москва : Энергосервис, 2002. 373с.
14. Монтаж енергообладнання та систем керування. Частина I : навч. посіб. для студ. ВНЗ / М. П. Кунденко та ін. Харків: ХНТУСГ, 2017. 282с.
15. Монтаж та налагоджування електромеханічних пристроїв : навч. посіб. /Грабков В. В. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2011. 173 с.
16. Монтаж і експлуатація електрообладнання : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми « Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка денної та заочної форми навчання / уклад. Ю.В. Грицюк. Луцьк : Луцький НТУ, 2020. 48 с.
17. Акимова Н. А., Котеленец Н. Ф., Сентерюхин Н. И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт реле ктрического и электромеханического оборудования : учеб. 12-е изд. Москва : Академия, 2015. 304 с.
18. ДСТУ EN 60204-1:2015. Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги (EN 60204-1:2006; A1:2009; AC:2010, IDT). Зі зміною. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. URL : <http://www.rts.ua/rus/forpro/613/0/31/> (дата звернення: 28.04.2021).
19. Методичні вказівки до виконання гідравлічних, пневматичних та електричних принципівих схем в курсових і дипломних проектах для студентів спеціальності 136 “Металургія” денної та заочної форм навчання / уклад. В. І. Гонтаренко, Е. А. Бажміна, Г. А. Бялік. Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. 46 с.
20. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007. Норми випробування електрообладнання. Чинний від 2007-01-15. Вид. офіц. Київ : Міністерство палива та енергетики України ; Об'єднання енерг. підприємств «Галуз. резерв.-інвести. фонд розвитку енергетики», 2007. 271 с.

Навчальне видання

ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ РОБІТ

Методичні рекомендації

Укладачі: **Садовий** Олексій Степанович
Мардзявко Віталій Анатолійович
Руденко Андрій Юрійович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 7,0.

Тираж 20 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013р.