621.31(075)
Н53

В.М.Непийвода, А.М.Волоцький

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ РОБОТИ. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

3263-18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

В.М.Непийвода, А.М.Волоцький

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ РОБОТИ. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

НТБ ВНТУ
3263-18
621.31(075) Н 53 2002
Непийвода В.М. Електромонтажні роботи. Ел

Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник для студентів електротехнічних спеціальностей. Протокол № 11 від 1 липня 2001р.

Вінниця ВДТУ 2002

УДК 621.31
Н 53

Рецензенти:

Б.С. Рогальський, доктор технічних наук

В.В. Кухарчук, доктор технічних наук

Д.І. Оболонський, кандидат технічних наук

Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України

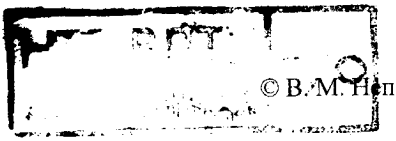
Непийвода В.М., Волоцький А.М.

Н 53 Електромонтажні роботи. Електроустановки напругою до 1000 В

Навчальний посібник з дисципліни "Робоча професія". –

Вінниця: ВДТУ, 2002. – 75 с.

В посібнику викладені основні поняття про електроспоживачі та мережі напругою до 1000 В. Посібник написаний для студентів першого курсу факультету електроенергетики та електромеханіки і призначений для підготовки до лабораторного практикуму з дисципліни "Робоча професія", в який входить виконання шести лабораторних робіт.



УДК 621.31

© В. М. Непийвода, А. М. Волоцький, 2002

ВСТУП

Для сучасного індустріального розвитку українського суспільства характерно з однієї сторони все більше та ширше використання електричної енергії в промисловості та побуті, а з другої сторони гостра нестача енергоносіїв, які доводиться купувати за кордоном. Тому на сьогодення однією з головних задач розвитку електроенргетики України є раціональне та економне використання електричної енергії.

Одним з таких напрямків є правильне визначення виду, типу, потужності електроприймачів та схем керування режимами їх роботи, відповідне їх технічне обслуговування, а також вибір конструктивного виконання електричних мереж, по яких здійснюється живлення електроприймачів електроенергією. Електроприймачі та електричні мережі, що їх живлять, об'єднуються загальною назвою – електроустановки.

Електроустановки споживачів електроенергії поділяють на дві категорії: електроустановки напругою до 1000 В та електроустановки понад 1000 В. Це розподілення пов'язане з відмінністю в типах та конструкціях апаратів, а також з відмінністю в умовах безпеки, вимогах, що висуваються при спорудженні та експлуатації електроустановок різних напруг. В даному посібнику розглядаються електроустановки напругою до 1000 В.

При підготовці цього посібника, який призначений для проведення лабораторного практикуму з дисципліни "Робітнича професія", ставилась задача ознайомити студентів першого курсу з основними поняттями, правилами та вимогами, які застосовуються при спорудженні та експлуатації електроустановок напругою до 1000 В. Метою виконання лабораторних робіт є набуття практичних навичок виконання монтажу та технічної експлуатації електроустановок до 1000 В.

Матеріал, що викладений в даному посібнику, може бути використаний на старших курсах при вивчені дисциплін

“Автоматизований електропривід” ,”Основи електропостачання” та ”Монтаж і експлуатація електрообладнання”.

В першому розділі розглядаються електроприймачі напругою до 1000 В, їх класифікація, технічне обслуговування та схеми управління. Тут представлені три теми:

1.1 – Технічне обслуговування електродвигунів;

1.2 – Схеми управління електроприводом.

Другий розділ присвячений вивченню виконання мереж напругою до 1000 В. Розглядаються такі теми:

2.1 – Монтаж повітряних ліній напругою до 1000 В;

2.2 – Розробка кабелів та монтаж кабельних муфт;

2.3 – Монтаж шинопроводів;

2.4 – Монтаж пристроїв заземлення.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІ

Сукупність установок по виробництву, розподіленню та споживанню електроенергії і тепла, які зв'язані між собою електричними та тепловими мережами, називають *енергосистемою*, а частину енергосистеми (генератори, розподільчі пристрої, лінії електропередач, та приймачі електроенергії) – *електричною системою*.

Основними споживачами електричної енергії є промисловість, транспорт, сільське господарство, комунальне господарство міст та селищ.

Споживачами міст є крупні промислові підприємства, фабрики, заводи, міський електротранспорт, житлові й громадські будівлі, підприємства комунально-побутового призначення та підприємства, що обслуговують потреби міста.

Класифікацію споживачів електроенергії здійснюють за наступними експлуатаційно-технічними ознаками:

- за рівнем напруги;
- за характером зміни струму в часі;
- за видом перетворення енергії;
- за режимом роботи;
- за потрібнем ступенем надійності живлення.

За рівнем напруги електроприймачі класифікуються на дві групи:

- *електроприймачі*, які можуть отримувати живлення безпосередньо від мережі 3, 6 та 10 кВ;
- *електроприймачі*, живлення яких економічно доцільно напругою 380÷660 В.

За характером зміни струму в часі розрізняють споживачі, що працюють:

- від мережі змінного струму нормальної промислової частоти (яка для України, країн СНД та Західної Європи становить 50 Гц);
- від мережі змінного струму підвищеної або пониженої частоти;

♦ від мережі постійного струму.

За видом перетворення енергії приймачі поділяються на:

✓ *електроприводи* промислових механізмів, які найпоширені посеред електроприймачів промислових підприємств;

✓ *електротехнологічні установки* – електронагрівальні та електролізні, установки електрохімічної, електрозвукової й електроіскрової обробки металів;

✓ *електроосвітлювальні установки* є, як правило, однофазними приймачами. Лампи світильників споживають потужність від десятків ватт до декількох кіловатт та живляться напругою до 220 В при чотирипровідній системі живлення 380÷220 В.

За режимом роботи всі споживачі електроенергії можуть бути розподілені на ряд груп, для яких передбачені три режими роботи:

❖ *тривалий* режим, в якому електричні машини можуть працювати довгий час, причому перевищення температури окремих частин машини досягає допустимого усталеного значення та не виходить за межі, що встановлені стандартом;

❖ *короткочасний* режим, при якому робочий період не настільки тривалий, що температура окремих частин машини може досягнути допустимого усталеного значення, період же зупинки машини настільки тривалий, що машина встигає охолонути до температури навколишнього середовища;

❖ *повторно-короткочасний* режим, при якому робочі періоди чередуються з періодами пауз, а тривалість всього циклу не перевищує 10 хвилин. При цьому нагрів не перевищує допустимого, а охолодження не досягає температури навколишнього середовища.

За потрібнем ступенем надійності електропостачання електроспоживачі згідно ПУЕ розділяються на три категорії:

1-а категорія. Це електроспоживачі, перерва в електропостачанні, яких може викликати: небеспеку для життя людей, значний збиток в

народному господарстві, пошкодження дорогого основного обладнання, масовий брак продукції, розладнання складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства.

Зі складу електроспоживачів 1-ї категорії виділена так звана *особлива група* електроприймачів, безперебійна робота яких необхідна для безаварійної зупинки виробництва з метою запобігання загрози життю людей, пожеж та пошкодження дорогого основного обладнання.

2-а категорія. Це електроспоживачі, перерва в електропостачанні яких призводить до масового недовипуску продукції, масових простоїв робітників, механізмів, та промислового транспорту, порушення нормальної життєдіяльності значної кількості міських та сільських мешканців.

3-я категорія. Це всі інші електроспоживачі, що не підходять під визначення 1-ї та 2-ї категорій.

Електроспоживачі 1-ї категорії повинні забезпечуватись електроенергією від двох незалежних взаємно резервуючих джерел живлення, і перерва їх електропостачання може бути допущена лише на час автоматичного відновлення живлення.

Електроспоживачі 2-ї категорії допускають перерви в електропостачанні до однієї доби, їх електропостачання може здійснюватись по одній повітряній лінії або по одній кабельній ліній, яка складається не менш як з двох кабелів, що під'єднані до одного спільного апарата.

Електроспоживачі 3-ї категорії можуть живитись від одного джерела електропостачання при умові, що час ремонту або заміни пошкодженого елемента не перевищує однієї доби.

ТЕМА 1.1 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Мета роботи: вивчити основні відомості і отримати практичні навики по виконанню операцій, пов`язаних з технічним обслуговуванням електродвигунів (перевірка стану обмоток, розбір, заміна підшипників і мастила, пробний пуск та інші).

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Засвоїти основні теоретичні відомості з технічного обслуговування електродвигунів.
2. Виконати розбір елетродвигуна.
3. Перевірити опір ізоляції обмоток електродвигуна.
4. Виконати заміну мастила в підшипниках.
5. Виконати заміну підшипників.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При оглядах електроприводів звертають увагу на те, щоб лінія валів змонтованих агрегатів мала плавний характер; електродвигуни і апарати були доступними для огляду і ремонту на місці установки; електропроводка мала механічний захист в тих місцях, де вона може бути пошкоджена; висота установки рукояток і маховиків знаходилась на 1050 - 1100 мм від підлоги; ввімкнення і вимкнення апаратів відбувалося легко, без сповільнень і заїдань; контактні частини контакторів, знаходячись у ввімкнутому стані, не мали просвітів по всій його ширині; поверхня колекторів в машинах постійного струму не мала забоїв або задирок і була добре відполірована; щіткотримачі були розташовані у шахматному порядку, що забезпечує рівномірний знос колектора; підшипники ковзання були наповнені мастилом до заводської помітки, або підшипники кочення заправлені мастилом до 2/3 об'єму гнізда підшипника; магнітні станції і

ящики опору були встановлені по виску; на електродвигунах і провідних механізмах були нанесені стрілки, що вказують нормальний напрямок обертання .

В електродвигунах змінного струму при їх прийманні в експлуатацію вимірюють опір ізоляції обмоток статора. Вимірювання виконують постійним струмом, тому що мідні провідники обмотки і сталь магнітопровода утворюють конденсатор, при цьому виникають ємнісні струми, які спотворюють результати вимірювань. Для електродвигунів напругою до 1000 В включно вказане вимірювання проводять мегомметром з напругою 1000 В, а для електродвигунів напругою більше 1000 В - мегомметром з напругою 2500 В. Опір ізоляції термодетекторів здійснюється мегомметром з напругою 250 В.

Опір ізоляції вимірюється між окремими фазами, а також між кожною фазою і корпусом електродвигуна. При вимірюванні опору ізоляції між фазою і корпусом провід від клеми мегомметра "земля" приєднують до корпуса електродвигуна, провід же від другої клеми мегомметра "лінія" приєднується до виводу фази, що перевіряється.

Обмотки статора і ротора випробовують підвищеною напругою промислової частоти. Величина випробовувальної напруги вибирається згідно ПУЕ. Час прикладення випробовувальної напруги складає 1 хв. В електродвигунах напругою 1 кВ і вище, а також при їх потужності 300 кВт і більше вимірюється опір обмоток статора і ротора при постійному струмові. Їх значення не повинні відрізнятись від заводських більш ніж на 2 відсотки.

Величина повітряних щілин між сталлю ротора і статора вимірюється в двигунах потужністю 100 кВт і більше. Вимірювання виконується в протилежних точках, зсунутих відносно вісі ротора на 90°. При цьому величина окремих щілин не повинна відрізнятись більш ніж на 10 відсотків від обрахованого середнього значення. Повітряні щілини

вимірюють за допомогою щупів, просовуючи їх в щілини з боку приводного механізму та з протилежного боку.

Граничні величини щілин в підшипниках ковзання можна знайти в довідковій літературі. В електродвигунах з підшипниками ковзання розбіг ротора в осьовому напрямку, що виникає під впливом магнітних сил, не повинен перевищувати 2-4 мм.

Пуск електродвигунів

Електропривід запускають після попереднього огляду і перевірки готовності до пуску електродвигуна, приводного механізму і передавального пристрою. Сторонні предмети, випадково залишені на електродвигуні або поблизу нього, забирають. Перевіряють рівень масла в підшипниках і маслонаповнених апаратах і, якщо необхідно, заливають масло до норми. У всіх двигунах перевіряють справність заземлення і стан пускорегулюючої апаратури. В електродвигунах постійного струму звертається увага на чистоту колектора і щільність прилягання до нього щіток.

При необхідності проведення будь-яких робіт по регулюваню пускової апаратури, у відповідності до заводських вказівок, виконують з дотриманням правил техніки безпеки.

Пуск в хід асинхронного двигуна з фазним ротором і контактними кільцями здійснюється за допомогою реостата, який знаходиться в ланцюзі ротора. Перед вмиканням двигуна в систему щітки опускаються на контактні кільця і розмикається короткозамикаючий пристрій. Після цього пусковий реостат повністю вводиться (повзун ставиться в положення, яке відповідає найбільшому опору) і включається рубильник чи інший комутаційний апарат. Якщо двигун почав обертатися, опір реостата поступово виводять (зменшують). Коли ротор досягає номінальної швидкості, то реостат виводять повністю (закорочують). Оперуючи реостатом при пускові двигуна, по амперметру слідкують за тим, щоб

струм, який споживається під час пуску, не перевищив номінального значення більш ніж в 1,5 - 2 рази. Після того, як процес пуску електродвигуна закінчився, кільце ротора замикають накоротко, а щітки підіймаються. Пусковий реостат переводять в пускове положення з тим, щоб підготувати електродвигуни до наступного пуску.

При пускові в хід асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором доводиться рахуватися з тим, що в статорі при пускові виникає струм, який досягає 5-7 кратної величини його номінального значення. При невеликій потужності живлячого трансформатора вказана величина струму приводить до значного падіння напруги в мережі. Це погіршує роботу інших електроприймачів, які живляться через той самий трансформатор. Для того, щоб уникнути вказаного явища, прямий пуск асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором допускається лише у тому випадку, коли це не викликає в електромережі недопустимого для інших електроприймачів пониження напруги (більше 20 відсотків).

Слід мати на увазі те, що короткозамкнені електродвигуни здатні витримувати за умовами нагріву максимально три пуски, слідуючі один за одним з проміжком не менше 1 хв., з холодного стану і тільки 1-2 пуски з гарячого стану. Пускові цикли (2-3 пуски) можуть бути здійсненні переключенням обмотки статора з трикутника на зірку. Коли елекетродвигун розвернувся і досяг номінального числа обертів, обмотку статора переключають назад на трикутник. Спосіб пуску з вказаним перемикачем приймається в тих випадках, коли можна запустити електродвигун з неповним навантаженням. Це пояснюється тим, що при переключені статора з трикутника на зірку потужність електродвигуна зменшується в три рази.

Експлуатація підшипників електродвигунів

Робота підшипників залежить від величини повітрянної щілини між

статором і ротором, яка для потужного електродвигуна, зазвичай є дуже невелика. При експлуатації в міру зносу підшипників ця щілина стає ще менша. Якщо не контролювати величину цього проміжку, то він може стати настільки малим, що при обертанні залізо ротора буде торкатися до заліза статора. Таке явище супроводжується викиданням з працюючого електродвигуна іскор і диму. Зміна розмірів щілин є достовірною ознакою зношування підшипника та необхідності його ремонту або заміни.

На роботу підшипників впливає також величина щілини між шийкою вала і вкладкою підшипника в підшипниках ковзання, а також між шариком (роликом) і обоймою в підшипниках кочення. В підшипниках кочення граничні величини щілин приймаються за даними заводів-виготовників. При відсутності таких даних можна вважати підшипник зношеним, якщо проміжок між шариком (роликом) і обоймою перевищує:

- ✓ 0,1 мм при діаметрі вала до 25 мм;
- ✓ 0,2 мм при діаметрі вала до 100 мм;
- ✓ 0,3 мм при діаметрі вала більше 100 мм.

При щілинах в підшипниках, що перевищують граничні, можна спостерігати стук і підвищену вібрацію підшипника. Довгочасна підвищена вібрація погано впливає на стан здоров`я обслуговуючого персоналу, може призвести до поломок в електричних машинах і до ослаблення електричних контактів, а отже до їх нагрівання та вигорання.

Підвищену вібрацію можна відчувати на дотик, приклавши руку до корпуса підшипника. Виміряти величину вібрації можна віброметром.

Важливим елементом догляду за підшипником є контроль за станом мастила в підшипниках ковзання і кочення. При недостатній кількості мастила в підшипнику ковзання змащувальні кільця не доставатимуть до нього і вал буде обертатися всуху. Наслідком буде недопустиме нагрівання підшипника та вихід його з ладу. Надлишок мастила в підшипнику також недопустимий, тому що мастило буде пінитися і

витікаги з підшипника. А мастило, що витікає, заливаючи обмотки електродвигуна, може призвести до пробою ізоляції.

Мастило в підшипниках ковзання підтримують на рівні, відміченому рискою на масловказнику. Доливання мастила проводится, в залежності від інтенсивності роботи підшипника, через кожні 6-10 діб. Заміна мастила в підшипниках ковзання проводиться через кожні 3-6 місяців. Перед заливанням свіжого мастила, підшипник звільняють від відпрацьованого мастила, промивають гасом, продувають сухим повітрям, після чого знову промивають свіжим маслом тієї ж марки, яку призначено для його заливання. Важливо також правильно вибрати марку мастила, так як це впливає на роботу підшипника. Тут необхідно керуватися рекомендаціями заводу-виробника.

При заміні мастила в підшипниках кочення, використовують мастило марок, які рекомендовані заводом-виробником, а у випадку їх відсутності для електродвигунів середньої і малої потужності з числом обертів 1500 - 3000 за хвилину, застосовують консталінові мастила марок УТ-1 або УТ-2, а при числі обертів менше 1500 - солідол жировий марки Т.

Перед тим, як проводити повну заміну мастила, підшипник необхідно помити сумішшю з чистого бензину і трансформаторного масла (6-8 відсотків від об`єму бензину). Промивання бензином здійснюється легким провертанням ротора електродвигуна. Цю операцію продовжують до тих пір, поки з підшипника не почне витікати чистий бензин. Після цього підшипник підсушують стиснутим повітрям і заповнюють новим мастилом.

Під час експлуатації електродвигунів слідкують за тим, щоб у мастило підшипників не потрапляв пил і бруд, тому що як наявність таких домішок в мастилі підшипників погіршує роботу двигуна, сповільнює його обертання і сприяє перегріванню підшипника. Якщо на дотик відчувається, що підшипник перегрівається, електродвигун необхідно зупинити для виявлення причин нагріву. При відсутності пошкоджень в механічній

частині двигуна, перегрів підшипника пояснюється тим, що забруднене мастило. Запобігти проникненню бруду і пилу в підшипник можна, якщо щільно закривати кришку підшипника і пробки для випускання мастила. Це особливо важливо на виробництвах з великим вмістом пилу в повітрі.

ОПИС ЛАБОРАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

Лабораторне обладнання складається з різних типів електродвигунів, електровимірювальних приладів (мегомметрів з різною напругою від 250 В до 2500 В), набору інструменту (викруток, пасатіжів, ножа, гайкових ключів і та іншого).

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Зробити огляд двигуна.
2. Провести вимірювання опору ізоляції обмоток статора.
3. Виконати розборку двигуна.
4. Перевірити наявність мастила в підшипниках.
5. Виконати заміну підшипників.
6. Зібрати електродвигун.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. При огляді електродвигунів на що потрібно звертати увагу?
2. Як і для чого вимірюють опір ізоляції обмоток?
3. Наведіть послідовність робіт при пуску електродвигунів?
4. Від чого залежить надійна робота підшипників?
5. Як виконується догляд за підшипниками при експлуатації електродвигунів?

ТЕМА 1.2 СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ

Мета роботи: вивчення схем включення АД з використанням магнітних пускачів (з реверсом та без), монтаж і налагодження схем.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Засвоїти основні схеми управління електродвигунами.
2. Виконати монтаж схеми нереверсивного управління асинхроним електродвигуном з короткозамкненим ротором.
3. Виконати монтаж схеми реверсивного управління асинхроним електродвигуном з короткозамкненим ротором.
4. Отримати практичні навики в налагоджені схем управління електродвигуном.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Трифазна система змінного струму дає можливість отримати магнітне поле, яке обертається, саме воно покладено в основу роботи трифазного асинхронного двигуна (АД); простий за конструкцією, надійний в роботі і дешевший за інші електричні двигуни. Основний його недолік – неможливість плавного регулювання частоти обертання ротора. Максимальна частота обертання ротора 3000 об/хв (при частоті напруги живлення 50 Гц).

Нерухома частина АД – статор, в пазах якого розміщені три котушки, які створюють поле, що обертається. Рухома частина АД – ротор, в пазах якого знаходяться три замкнуті на себе (АД з короткозамкненим ротором) або на зовнішній опір (АД з фазним ротором) котушки.

Якщо на обмотоки статора подати трифазну напругу, в них створиться магнітне поле, що обертається.

Воно буде пересікати витки котушок ротора і наводити в них електрорушійну силу (ЕРС), під дією якої виникають струми в котушках ротора.

Взаємодія цих струмів з магнітним полем, що обертається, призведе до винекнення електромагнітних сил, які змушують ротор обертатись. У створеному режимі частота обертання ротора складає 0,98 .... 0,95 частоти обертання магнітного поля. Несинхронне обертання ротора з магнітним полем створило назву двигуна – асинхронний. Обертання ротора синхронно з полем не можливе, тому що поле не буде пересікати витків котушок ротора і в котушках ротора не виникатиме ЕРС самоіндукції. Відставання частоти обертання ротора від частоти обертання магнітного поля статора характеризується коефіцієнтом ковзання АД.

Конструкція і призначення магнітних пускачів

Магнітний пускач містить в собі електромагніт змінного струму, контактну групу, теплове реле і кнопкову станцію. В свою чергу електромагніт складається з нерухомої частини, на якій розміщена котушка, та рухомої частини, підпертої пружиною.

Якір електромагніта з`єднаний з групою рухомих контактів, які при подачі напруги на котушку з`єднуються з нерухомими, і замикають таким чином необхідне коло. При відключенні напруги контакти розмикаються. Для усунення вібрації електромагніта в місці зіткнення рухомої і нерухомої частин в магнітопроводі розташований короткозамкнений виток.

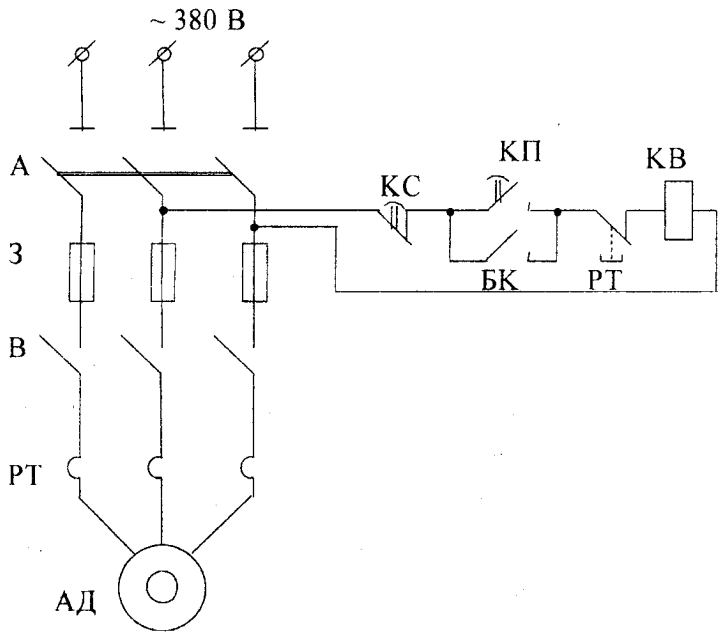
Теплове реле – це розподільна складова частина пускача, де на двох фазах розташовані нагрівачі з біметалевими пластинами, які при протіканні струму більшого за номінальний, нагріваються і відхиляючись, розмикають коло котушки. На всіх нагрівачах (вставках теплових реле) вказують струми (струми перевантаження), при перевищені яких спрацьовує теплове реле.

При значному зниженні напруги на котушці пускача, а також при втраті напруги, якір відпадає, виключаючи при цьому пускач, завдяки чому не відбувається перекидання ("опрокидывание") асинхронних двигунів і вихід з ладу, це ж відвертає його при відновлені напруги. Котушка магнітних пускачів надійно спрацьовує при зниженні напруги не більш як на 15 відсотків номінальної.

Схеми включення АД через магнітний пускач

Схема управління двигуном трифазного струму за допомогою магнітного пускача показана на рис.1.1 (а – нереверсивного; б – реверсивного)

а)



б)

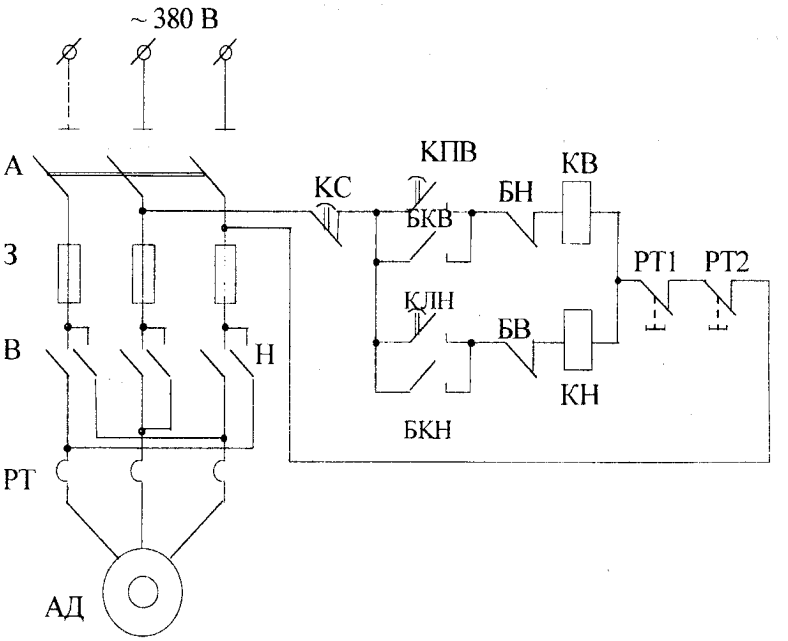


Рисунок 1.1 – Схема включення нереверсивного (а) і реверсивного (б) АД через магнітний пускач

На схемі показано включення котушок магнітного пускача на лінійну напругу. У випадку необхідності включення котушок на фазну напругу, їх вмикають на фазний і нульовий провідники.

Магнітний пускач працює таким чином: при ввімкненні нормально-розімкнутого контакту кнопки "Пуск", котушка через нормально-замкнутий контакт кнопки "Стоп" одержує живлення, відбувається втягування якоря; замикання головних контактів і підключення АД до мережі та замикання блок-контакта, який блокує кнопку "Пуск" після її відпускання. Після натискання кнопки "Стоп" котушка втрачає живлення і під дією сили зворотньої пружини головні контакти та блок-контакт

розмикаються і АД відключається від мережі. При протіканні струмів перевантаження нагрівається елемент РТ, віддаючи тепло біметалевій пластині. Остання, відвідхиляючись відключає свій нормально-замкнутий контакт, при цьому котушка також втрачає живлення і відключає АД.

ОПИС ЛАБОРАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

Монтаж схем управління АД виконується на лабораторних стендах, котрі комплектуються такими електричними апаратами: автоматичним вимикачем, запобіжниками, магнітним пускачем, кнопковою станцією, електричним двигуном, з'єднувальними проводами.

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити конструкцію магнітного пускача.
2. Виконати монтаж схем управління АД.
3. Виконати налагодження схем за допомогою електричного пробника, чи тестера.
4. Під наглядом викладача (майстра) виконати пуск електродвигуна.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Який принцип роботи АД?
2. Як працює магнітний пускач?
3. Як працює схема управління АД без реверса?
4. Як працює схема управління АД з реверсом?
5. Що таке електричне блокування?
6. Яке призначення має блок-контакт (БК) в схемі управління?
7. Яке призначення контактів БН і БВ?
8. Які види захисту забезпечує схема включення АД через магнітний пускач?

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

Для забезпечення електроспоживачів електроенргією потрібно приєднати їх до джерел електроенергії, якими є електростанції та підстанції енергосистеми, з наступним розподіленням її між споживачами. Зокрема на промислових підприємствах між цехами і далі між електроприймачами цеху.

Передача та розподіл електричної енергії здійснюється за допомогою електричних мереж. Вони можуть бути виконані повітряними та кабельними лініями, шинопроводами та струмопроводами.

Повітряною лінією (ПЛ) називається пристрій для передавання електроенергії по проводах, що знаходяться на відкритому повітрі та кріпляться за допомогою ізоляторів і арматури до опор.

Кабельною лінією (КЛ) називається пристрій для передачі електроенергії по жилах, які розташовані безпосередньо одна біля одної і розділені ізоляцією та оточені захистною оболонкою.

Шинопроводом (струмопроводом) називається пристрій для передавання електроенергії по шинах, що вмонтовані в суцільні короби.

Електричні мережі промислових підприємств виконуються *внутрішніми* та *зовнішніми*. Прокладка електричних мереж здійснюється *ізольованими* та *неізольованими* провідниками. Ізольовані провідники виготовляються *захищеними* та *незахищеними*. Захищені провідники поверх ізоляції мають металеву або іншу оболонку, яка захищає ізоляцію від механічних пошкоджень.

Ізольовані провідники поділяють на проводи та кабелі. До неізольованих провідників відносяться алюмінієві, мідні, стальні шини та голі проводи.

ТЕМА 2.1 МОНТАЖ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

Мета роботи: Засвоїти технологію монтажу повітряних ліній електропередач напругою 1000 В.

ХІД РОБОТИ

1. Встановлення опор з дотриманням усіх необхідних вимог (умовно);
2. Кріплення лінійної арматури на опорі;
3. Кріплення ізоляторів;
4. Розкочування, відмірювання і відрізка проводів;
5. Кріплення проводів на ізоляторах.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Повітряною лінією (ПЛ) електропередач називають пристрій для передавання і розподілення електроенергії по проводах, розташованих на відкритому повітрі та закріплених за допомогою ізоляторів і лінійної арматури до опор чи до кронштейнів і стійок на інженерних спорудах.

Повітряні лінії напругою до 1 кВ призначені для передавання електроенергії від розподільних пристроїв 0,4 кВ станції і підстанції та розподілення її між споживачами. ПЛ це: опори, лінійна арматура, ізолятори і проводи.

Опори. Найчастіше застосовуються для кріплення проводів ПЛ до 0,4 кВ залізобетонні та дерев'яні опори.

Дерев'яні опори на залізобетонних пеньках ПЛ 0,5 кВ бувають таких типів: проміжні (рис.2.1,а) перехресні, кінцеві, кутові проміжні, розгалужені з проміжним кріпленням, кутові анкерні (рис.2.1,б), відгалужені з анкерним кріпленням.

Залізобетонні — проміжні (рис.2.1, в), кутові, кінцеві.

Проміжні опори встановлюються на прямих ділянках траси ПЛ.

Ці опори у нормальному режимі роботи не повинні сприймати зусиль, направлених вздовж ПЛ.

Анкерні опори встановлюються на перехрестях з різними спорудами, а також у лініях зміни кількості проводів, марок і перерізів проводів. Ці опори повинні сприймати в нормальному режимі роботи зусилля від різниці тяжіння проводів, направлених вздовж ПЛ. Анкерні опори повинні мати жорстку конструкцію.

Кутові опори встановлюються на початку і кінці ПЛ, а також у лініях, що обмежують кабельні вставки. Вони є опорами анкерного типу і повинні сприймати у нормальному режимі роботи ПЛ одностороннє тяжіння проводів. Відгалужувальні опори встановлюються в місцях відгалужень від ПЛ.

Перехресні опори встановлюються в місцях перетину ПЛ двох напрямків.

Нормальним режимом роботи ПЛ називають їх стан при необірваних проводах.

Аварійним режимом роботи називають стан ПЛ при обірваному одному або декількох проводах або тросах.

Проміжний проліт — це відстань по горизонталі між двома суміжними опорами, ці прольоти на ПЛ до 1 кВ, як правило, становлять від 30 до 50 м.

Анкерний проліт — це відстань по горизонталі між опорами, на яких проводи кріпляться жорстко.

Конструкція опор ПЛ передбачає застосування залізобетонних стійок і приставок підвищеної міцності, якщо використовується сталеалюмінієвий провід. Підвищення надійності забезпечується також за рахунок збільшення відстані між проводами, та заглибленням опор до 2,5 м. Закріплення опор у грунті: опори одностійної конструкції повинні встановлюватись у пробурених котлованах діаметром 350–450 мм.

Засипати потрібно тим самим ґрунтом з котлована, крім рослин, що були у ньому, або замерзлим чи глинистим і перезволоженим ґрунтом. Для зменшення згинання стійок вздовж лінії у вказаних ґрунтах, засипають котлован гравійно-піщаною сумішшю. Щоб утримати ґрунт сухим вкривають шаром не більше 0,2 м.

Закріплення анкерно-кутових опор на стійках СВ 105 здійснюють у котлованах глибиною 2,5 м, без встановлення ригелів.

На опорах ПЛ до 1 кВ на висоті 2,5–3 м від землі повинні бути нанесені порядковий номер і рік встановлення опори та плакати, на яких вказані відстані від опори ПЛ до кабельної лінії зв'язку.

Але перед початком електромонтажних робіт по встановленню ПЛ повинні бути створені умови і виконуватись основні вимоги: підготовлені анкерні опори та споруджені тимчасові під'їзні дороги, мости, монтажні площадки тощо, і лише тоді встановлюватись опори, натягуватись і кріпитись на них проводи.

Габарити ПЛ характеризують прольотами, стрілою провисання проводів і тросів, допустимими відстанями від проводів до землі, до будівель, доріг тощо.

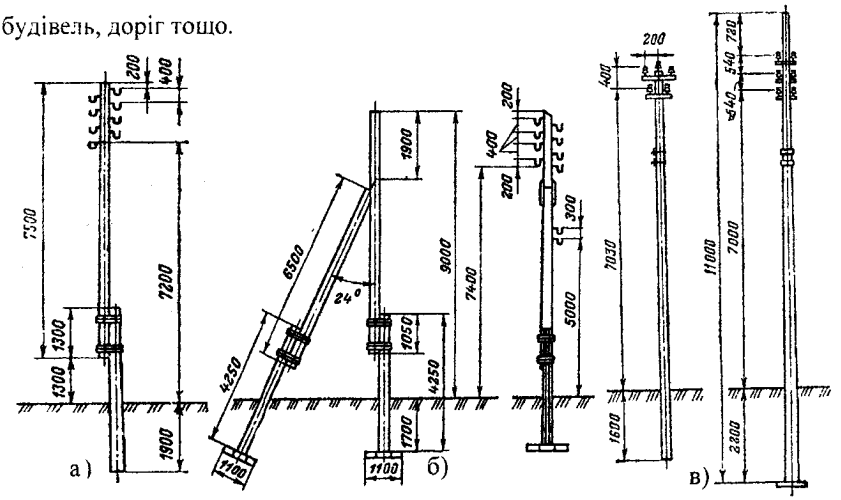


Рисунок 2.1 – Види опор: а) – дерев'яна проміжна; б) – дерев'яна анкерна; в) – залізобетона проміжна.

Відстань від проводів ПЛ напругою до 1 кВ до землі і вулиць та їх проїзної частини, при найбільшій стрілі провисання, повинна бути не менша 6 м. Відстань по горизонталі до будівель і споруд при найбільшому відхиленні проводів повинна бути не меншою:

– до глухих стін — 1 м;

– до балконів, терас, вікон — 1,5 м.

Пересікання ПЛ між собою рекомендується виконувати на перехресних опорах, при цьому відстань по вертикалі між наближеними проводами при температурі 15 градусів за Цельсієм без вітру повинна бути не меншою 1 м. Місце перетину треба вибирати до опори верхньої ПЛ, але при цьому відстань по горизонталі між опорами ПЛ повинна бути не менша 2 м.

Розрахункові прольоти для всіх типів опор визначені як найменші із значень вітрового прольоту, що вираховується за міцністю проміжних опор і габаритів прольоту.

Проводи. Опори допускають підвішування таких марок і перерізів проводів ПЛ:

алюмінієвих: АП 16 – АП 35, АП 50 – А 95;

сталеалюмінієві: АПС 16/2,7 – АПС 35/6,2, АС 50/7,0;

з алюмінієвих сплавів: АН 25 – АН 50.

За умовам механічної міцності переріз проводів повинен бути не менше: сталеалюмінієвих 16 мм^2; сталеалюмінієвих і біметалічних 16 мм^2; стальних і багатодротових — 25 мм^2; для стальних однодротових (одножильних) діаметр повинен бути не менше 4 мм^2.

Для розгалужень від ПЛ до вводів у приміщення допускаються проводи з алюмінію і його сплавів при прольотах до 25 м, перерізом не менше 16 мм^2, при прольотах до 10 м — діаметром не менше 3 мм^2.

По висоті опори проводи розташовують таким чином: найнижче – нульовий провід, над ним – провід зовнішнього освітлення, ще вище – фазні проводи. При найбільшому провисанні відстань від землі 6 м.

Кількість проводів залежить від характеру і величини електричного навантаження.

Кріплення проводів. При кріпленні проводів виконують такі вимоги: алюмінієві, сталеалюмінієві провод; провода з алюмінієвого сплаву при монтажі їх у стальних натяжних затискачах повинні бути захищені алюмінієвими; мідні — мідними прокладками.

На опорах проміжного типу кріплення проводів здійснюються дротовою в'язкою (при цьому дріт повинен бути з того ж матеріалу що й провід).

На перехідних опорах передбачається подвійне кріплення проводів. На всіх опорах анкерного типу застосовується анкерне кріплення проводів за допомогою затискачів або дротових бандажів.

Найчастіше проводи кріплять на шийці штирового ізолятора такими методами:

1. За допомогою дротової в'язки типу ВШ–1 (рис.2.2). Послідовність дій:

1) підмотувати провід у місці його контакту з ізолятором;

2) в'язка провода починається від точки «о», яка відповідає середині в'язального проводу. Правий кінець його слідує по лінії «а», закріплюється трьома витками на проводі, далі іде по лінії «$а_1$» і закріплюється на лівій стороні провода. Лівий кінець в'язального дроту

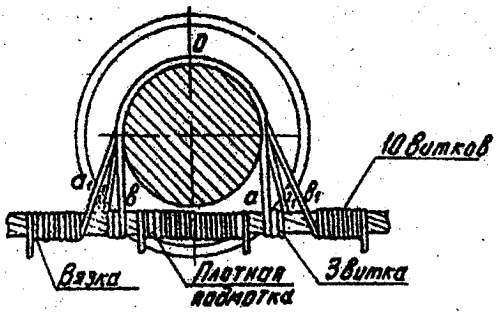
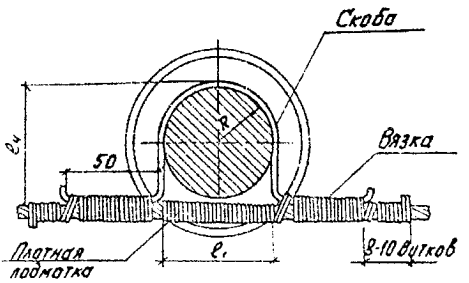
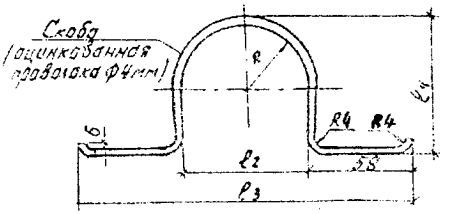


Рисунок 2.2



а)



б)

Рисунок 2.3.

протягується аналогічно по лінії «в» і «$в_1$».

2. Кріплення за допомогою скоби СШ–1, СШ–2 (рис.2.3).

3. Кріплення провода у петлях анкерних опор на головці штирового ізолятора ВГ–1(рис.2.4).

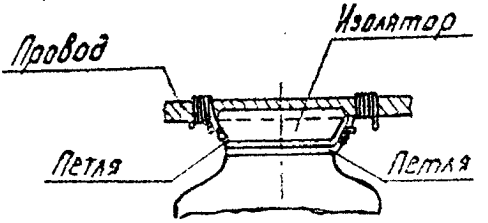


Рисунок 2.4.

На шийку ізолятора накладається петля і закріплюється зкручуванням так, щоб один кінець вийшов довший. Він закріплюється на проводі. Провід кріпиться двома петлями.

4. За допомогою антивібраційного затискача типу ЗАК–10–1 (рис.2.5).

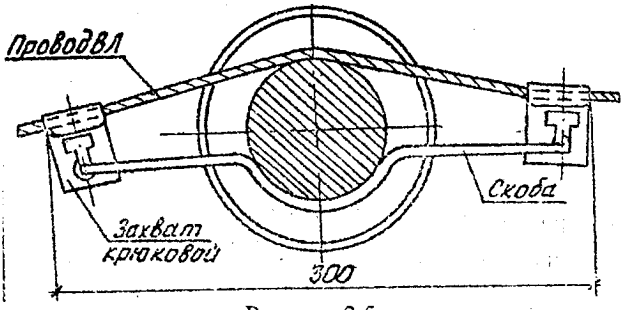
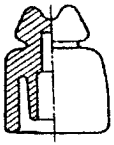


Рисунок 2.5.

Ізолятори. Кріплення проводів ПЛ на опорах проводять на штирових ізоляторах НС–18 і ТФ–2001, а проводів ПВ — на штирових ізоляторах РФО–1601, НС–18 і ТФ–2001, а також ШЛИ.



Ізолятори і лінійна арматура повинні відповідати вимогам відповідних державних стандартів і технічних умов. На ПЛ застосовують скляні, фарфорові і полімерні ізолятори.

Ізолятори повинні мати високу електричну і механічну міцність, а також теплостійкість, оскільки вони підлягають впливові змін температури повітря. Перед монтажем ізолятори старанно оглядають. Ізолятори, що мають тріщини, сколи тощо бракують. Очищення їх від бруду, фарби здійснюють за допомогою ганчірки, змоченої у бензині. Металевий інструмент застосовувати не можна, щоб уникнути пошкодження покриття ізоляторів.

Не дивлячись на багаторічний досвід застосування на ПЛ фарфорової і скляної ізоляції, у наш час усе більше стає очевидним, що це не повністю задовольняє сучасні вимоги технології монтажу і надійності експлуатації.

Заземлення ПЛ. В мережах з заземленою нейтраллю лінійні опори і арматуру залізобетонних опор з'єднують з нульовим проводом

перемичкою з неізольованого провідника спеціальними болтовими запчастинами, які виготовляють з того ж металу, що й проводи лінії.

В мережах з ізольованою нейтраллю металеві опори і арматуру залізобетонних опор також заземлюють шляхом приєднання до заземлюючих пристроїв, змонтованих біля опори. Опір заземлюючого пристрою повинен бути не більше 50 Ом.

Для створення надійного електричного контакту в колі заземлення перед монтажем стальних елементів, місце з'єднання необхідно зачистити до металевого блиску і змастити технічним вазеліном.

Опір заземлення зовнішнього освітлення з кабельним живленням здійснюють через нульову оболонку кабеля у мережах з ізольованою нейтраллю через нульову шину з приєднанням до неї оболонки кабеля у мережах з заземленною нейтраллю.

ВИМОГИ ДО МОНТАЖУ ОПОР І ПРОВОДІВ

1. При монтажі проводів і опор повинні дотримуватись загальних правил з техніки безпеки.

2. При встановленні опор: кінцевих кутових і відгалуджувальних у котловани потрібно встановити стойку опори з нахилом у протилежну сторону від результуючого тяжіння з таким розрахунком, щоб вершина опори відхилялась від вертикальної осі на 10 см.

3. При натягуванні проводів п'ятипровідної ПЛ в осінньо-зимовий період в анкерних ділянках, обмежених кутовими опорами, натягування проводів вести постійно.

4. Щоб уникнути дотику проводів необхідно при їх монтажі здійснювати вимірювання фактичних стріл провисання, які повинні відповідати розрахунковим значенням для визначенного району за ожеледецею, маркою провода і температурою повітря.

5. На опорах одинарної конструкції не допускається виконувати будь-які роботи «з кліщів», якщо нахил її вершини перевищує 0,3 м, або є тріщини на стійці опори більше 0,2 мм.

6. Момент затягування болтів при монтажі траверс повинен бути не менше 100 Н·м. Після закріплення чисток різьбу болтів потрібно зенкерувати на довжині 5 мм.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ МОНТАЖУ ПРОВОДІВ

При розкачувані і натягуванні проводів необхідно слідкувати, щоб ніхто не проходив і не стояв під проводом, що натягується.

Приступати до монтажу дозволяється після приймання опор під монтаж проводів. Монтаж проводів на переходах може здійснюватися тільки зі згоди власника переходу, і в узгодженний з ним час.

Монтаж переходів через лінії електропередач в будь-якому напрямку здійснюється при обов'язковому відключенні цих ліній і після накладання заземлень.

ЗАПОБІЖНІ ЗАСОБИ ДЛЯ РОБОТИ НА ВИСОТІ

Велике значення має забезпечення працюючих засобами для роботи на висоті. Сюди відносяться монтерський пояс, кігті, лази.

Монтерський пояс. Пояс складається власне з пояса, який застосовується як при роботі на лініях, що знаходяться під напругою, так і не включених під напругу лініях, карабіну і страхувального канату. Пояс зшитий з бавовняно-паперової тканини, складеної вчетверо і прошитої капроновими нитками. Із зовнішньої сторони він обшитий брезентовими накладками. Вздовж накладок пришиті два шкіряні паски з пряжками. На поясі закріплені два кільця: мале і велике для застібання карабіну, або для кріплення страхувального канату і мале — для кріплення паска, або

ланцюга. Біля малого кільця розміщені два кільця для інструменту. Пояс виготовляють з тесьми, обшитої з обох сторін шкірою, і прикріпленої до малого кільця та до карабіну знивкою з шкіри. Довжина пояса регулюється пряжкою.

При динамічному навантаженні на пояс і пасок, пряжка працює як амортизуюча ланка. Карабін, крім замка з пружиною, має заклепку, що виключає можливість розкриття карабіну.

Страхувальний канат необхідний у тих випадках, коли довжина петлі пояска буде недостатньою для закріплення монтера на опорі. Страхувальний канат може бути застосований і в інших випадках як додатковий засіб безпеки працюючого.

Вузол кріплення страхувального канату необхідно робити за спеціальною схемою. Тормозне зусилля створюється одним або декількома витками канату. При застосуванні канат можна вільно перепускати однією рукою.

Монтерські кігті. Кігті для підйому на дерев'яні опори виготовляються розбірними і комплектуються з підніжної і серповидної частини. Ці вузли виготовляють різних розмірів, що дозволяє підвищити надійність і забеспечення відповідного розміру взуття та можливість підбирати їх відповідно до діаметра опори. Маса пари кігтів 2,3–3,2 кг.

Монтерські лази. Лази конструкції Бранта забезпечують безпечне підняття монтера на залізобетонні опори, а також зручність його роботи на них. Основним елементом лазів є тросова петля, що притримується на бетоні завдяки тертю троса до бетону. На трос додатково навитий сталевий дріт з кроком 60 мм. Пара лазів важить біля 8 кг. Середній час піднімання на опору складає 3–4 хв. При підніманні на опору, робітник допомагає собі руками, піднімаючи лази та одночасно регулючи діаметр петлі. Страхувальний ланцюг при цьому може не обхвачувати, а закріплюватись до лінійної арматури і до одного з лазів, щоб можна було звільнити руки для роботи.

Щоб кращее засвоїти техніку безпеки при роботі на повітряних лініях можна звернутись до книги «Правила безпечної експлуатації електроустановок», Київ, 1998 рік, розділ 16 «Повітряні лінії електропередач».

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Закріпити дріт А–25 на шийці штирового ізолятора в'язкою і скобою.

2. Засвоїти метод одягання електромонтерського пояса і лазів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Призначення ПЛ.

2. Охарактеризувати основні конструктивні елементи, які входять до складу ПЛ.

3. На які види діляться конструкції опор у залежності від їх призначення?

4. З яких матеріалів виготовляють опори?

5. Назвіть види і марки лінійних ізоляторів, приведіть їх основні характеристики.

6. Які проводи застосовуються на ПЛ напругою до 1 кВ? Що таке стріла провисання?

7. Для чого служить лінійна арматура? Види лінійної арматури на ПЛ до 1 кВ.

8. Які ви знаєте методи кріплення дротів на ізоляторах на ПЛ до 1 кВ?

9. Назвіть режими роботи ПЛ.

10. Габарити ПЛ до 1 кВ.

ТЕМА 2.2 РОЗРОБКА КАБЕЛІВ ТА МОНТАЖ КАБЕЛЬНИХ МУФТ

Мета роботи: Вивчення основних прийомів електромонтажних робіт при розробці кабелів різних марок та монтажу кабельних муфт і заробок.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Вивчити прийоми та послідовність їх виконання при розробці кабелів.
2. Вивчити прийоми та послідовність їх виконання при з'єднанні кабелів і монтажу кабельних муфт.
3. Вивчити прийоми та послідовність їх виконання при виготовленні кінцевих заробок.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При передачі та розподіленні електричної енергії застосовуються силові кабелі, які виготовляються на напругу 35 кВ та вище. Електромережі дистанційного керування та автоматики виконуються контрольними кабелями на напругу до 1000 В.

Силові кабелі складаються з однієї або декількох струмопровідних жил, ізолюючого шару, захисної оболонки, покриву та броні. Струмопровідні жили виготовляються з міді або алюмінію. Алюмінієві знайшли в останні роки переважне застосування. Жили можуть бути круглої, сегментної та секторної форми.

В багатожильних силових кабелях може бути дві-чотири жили. Три з них є основними – вони при передачі електроенергії виконують роль лінійних провідників. Четверта – називається нульовою жилою та виконується меншого перерізу.

В вигляді ізоляції силових кабелів застосовується в основному просочений оливами кабельний папір. Кабельна ізоляція повинна добре зберігати свої ізоляційні властивості в умовах експлуатації, тобто витримувати, не руйнуючись, нагрів та охолодження, дію електричного поля великої напруженості і так далі.

Чим вища напруга, при якій буде працювати кабель, тим товстішим має бути його шар ізоляції. В багатожильних кабелях ізолюється кожна жила окремо та сукупність жил. У зв'язку, з цим в кабелях розрізняють фазову та поясну ізоляцію. Для ізоляції в кабелях застосовують також резину, а в останні роки поліхлорвініл та поліетилен. Кабелі з резиновою ізоляцією більш гнучкі, волого- та хімічно-стійкі, ніж кабелі з паперовою ізоляцією. Однак резина руйнується під дією високої напруги. Тому кабелі з резиновою ізоляцією випускаються на напругу до 6 кВ. Кабелі з поліхлорвініловою та поліетиленовою ізоляцією мають добру стійкість у відношенні дії кислот та лугів, але погано витримують перевантаження та підвищення температури. Ці кабелі виготовляють на напругу 1, 6 та 10 кВ.

Захисні оболонки запобігають дії на кабельні жили вологи та шкідливих хімічних речовин, витікання просочувальної маси з ізоляції, механічних пошкоджень. Захисні оболонки виготовляють з алюмінію, поліхлорвінілу або свинцю. Кабелі з свинцевою оболонкою застосовуються тільки в особливо необхідних випадках.

Захисний покрив та броня захищають кабельні оболонки від дії кислот або лугів, які знаходяться в розчиненому стані в різних видах грунтів. На оболонку наносять шар бітуму, який захищає її від корозії. На бітумний шар намотують паперові стрічки, які в свою чергу, покривають бітумом. Цей шар називається кабельною пряжею. На пряжу наносять шар бітума або намотують просочений папір в декілька шарів. Потім на поверхню кабеля накладають броню, намотуючи стальну стрічку або оцинковану проволоку (круглу чи плоску). Броня призначена для механічного захисту покровів. Броню покривають кабельною пряжею або

джутом. Інколи замість вказаного зовнішнього покриття наносять шар лаку або бітуму.

При монтажі кабельних ліній жили кабелів доводиться з'єднувати між собою чи приєднувати їх до апаратури ввідних та розподільних пристроїв. З'єднання кабелів виконують в спеціальних муфтах (чавунних та свинцевих). Закінцювання кабелів виконується у вигляді сухих кінцевих заробок та стальних воронок. Перед з'єднанням або закінцюванням жил кабелів їх необхідно спочатку розробити.

Розробка кабелів

Разробку кабеля для різних типів з'єднувальних муфт та кінцевих заробок проводять однаковими способами. Але, в залежності від перерізу жил кабеля та виду муфт і заробок, розміри кінців розробленого кабеля різні.

Розмір оголеної частини жили для з'єднання в муфтах приймається рівним довжині з'єднувальної гільзи плюс 10 мм.

Розробка кабеля проводиться в такій послідовності:

1) визначають місце розробки кабеля;

2) у місці розрізу на відстані 150-180 мм один від одного накладають два бандажі. Для цього на джут або броню намотують смоляну стрічку, на яку навивають стальний оцинкований дріт діаметром 1-1,5 мм. Бандажі не дають розпуститись зовнішньому покриву та броні кабеля при його перерізуванні;

3) перерізають кабель;

4) в місці розробки кабеля накладають новий дротовий бандаж;

5) від кінця кабеля до бандажа знімають джутовий або інший зовнішній покрив ножем;

6) накладають бандаж у місці розрізу броні;

7) надрізають броню спеціальною ножівкою (бронерізом), або тригранним напилком;

8) знімають броню;

9) зрізають та розмотують внутрішню джутову подушку;

10) в місці відділення броні (свинцевої) роблять круговий надріз;

11) від кругового надрізу до кінця кабеля роблять два повздовжніх надрізи на відстані 10 мм один від одного;

12) знімають полоску свинцевої оболочки;

13) знімають повністю свинцеву оболонку;

14) шляхом розмотування та обривання паперових стрічок знімають поясну ізоляцію;

15) жили розводять в різні боки та вигинають по шаблону або вручну;

Якщо кабель має алюмінієву оболонку, то її знімають за допомогою спеціального ножа, яким роблять круговий надріз та надрізи по гвинтовій лінії від кінця кабеля до кругового надрізу. Після цього круглогубцями знімають оболонку.

З'єднання кабелів

З'єднання кабелів напругою до 1кВ виконується в чавунних з'єднувальних або відгалужувальних муфтах, а кабелів напругою до 10 кВ – в свинцевих муфтах. Кабельні муфти повинні бути міцними та здатними витримувати великі внутрішні тиски. Електрична міцність кабельної муфти повина відповідати електричній міцності ізоляції кабеля. Металеві частини муфт не повинні зазнавати корозії.

Монтаж кабельних муфт повинні виконувати висококваліфіковані електромонтери.

Мідні жили кабеля з'днуються в мідних з'єднувальних гільзах шляхом опресування або пайки, жили з алюмінію з'єднуються опресуванням, пайкою або контактним зварюванням. Муфту заливають прогрітою кабельною масою.

Для захисту від механічних пошкоджень свинцевих муфт

застосовуються чавунні кришки.

Типи та розміри вибирають за спеціальними довідниками в залежності від числа та перерізу жил кабелів, що з'єднуються.

Кінцеві заробки кабелів

Кінцеві заробки кабеля монтують в стальних воронках, свинцевих та гумових пальчатках, кінцевих муфтах, а такаж за допомогою поліхлорвінілових стрічок епоксидного компаунду.

Стальні кінцеві воронки застосовуються для закінцювання силових кабелів з паперовою ізоляцією на напругу 1-11 кВ. Для закінцювання кабелів напругою до 1 кВ використовуються малогабаритні воронки. Перед розробкою на кабель надівають добре очищену воронку. Після розробки на жилах відмічають місця розташування порцелянових втулок та знімають з кінців жил ізоляцію. У відповідних місцях роблять підмотки з пряжі та ізолюючої стрічки. Воронку закріплюють за допомогою напівхомутиків. На жили надівають кришку та порцелянові втулки. Після закінцювання жил оголені ділянки ізолюють. У воронку через отвір в кришці заливають розігріту кабельну масу.

Заробки кабелів в спеціальних гумових пальчатках (муфтах) прості, створюють добру герметичність та мають високу електричну міцність. Їх можна застосовувати для заробок як в приміщені, так і на відкритому повітрі. Пальчата виготовляють з найриту. На оболонці кабеля пальчатку закріплюють приклеюванням та спеціальним хомутом.

Кінцеві заробки з епоксидного компаунду є найбільш поширеними в порівнянні зі стальними воронками. Для монтажу використовують з'ємну металеву або картонову форму, в яку заливають розігрітий епоксидний компаунд. Для заробок застосовують епоксидний компаунд марки Э-4021, який складається з епоксидної смоли, дибутилфталату, тальку, червоного залізоокисного пігменту та етилцеллозольфату. Після затвердіння компаунду формочки знімаються.

Можна виконати заробки кабеля з поліхлорвінілової стрічки – сухі заробки. З цією метою застосовують липкі та нелипкі поліхлорвінілові стрічки та поліхлорвініловий лак. Кінець кабеля розробляють звичайним способом. Для герматизації всередину циліндричної частини наконечника наливають поліхлорвініловий лак. Підготовлені жили обмотують декількома шарами поліхлорвінілової стрічки. Сухі заробки, в порівнянні з іншими, дешевші та менші за величеною. Вони застосовуються для кабелів з паперовою ізоляцією напругою 1-10 кВ.

ОПИС ЛАБОРАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

При виконанні електромонтажних робіт по розробці кабеля використовуються такі матеріали та інструменти.

Матеріали: бензин, лак асфальтовий (або інший рівноцінний), дріт стальний м'ягкий для бандажів, шпагат кручений, папір наждачний або скляний, стрічка ізоляційна, лакотканина, азбест листовий, нитки бавовняно-паперові для бандажів.

Інструменти: ніж монтерський, пасатижі, кусачки-бокорізи, ножівка, плоскогубці універсальні, лінійка металева вимірювальна, напилки круглі та плоскі драчеві, щітка металева, пензель малярний, пензель конторський, рукавиці брезентові, окуляри запобіжні (димчасті).

ХІД РОБОТИ

1. Виконати розробку кабеля.
2. Виконати з'єднання кабелів в муфті.
3. Виконати кінцеву заробку.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Призначення та конструктивне виконання кабелів.
2. Поясніть терміни "поясна" та "фазова" ізоляція.
3. Види та призначення захисних оболонок кабелів.
4. Перелічіть матеріали, які застосовуються при розробці кабелів.
5. Перелічіть інструменти, які використовуються при розробці кабелів.
6. Назвіть основні етапи розробки кабелів зі свинцевою оболонкою.
7. Особливості розробки кабеля з алюмінієвою оболонкою.
8. Перелічіть основні вимоги, які повині бути дотримані при з'єднанні кабелів.
9. Що таке кінцева заробка кабеля, її види.
10. Перелічіть основні відмінності і загальні риси кабельної муфти та кінцевої заробки.

ТЕМА 2.3 МОНТАЖ ШИНОПРОВОДІВ ДО 1 кВ

Мета роботи: знайомство з основними принципами електромонтажних робіт при застосуванні шинопроводів.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Засвоїти основні положення монтажу магістральних шинопроводів.
2. Засвоїти основні положення монтажу розподільних шинопроводів.
3. Засвоїти основні положення монтажу освітлювальних шинопроводів.
4. Виконати окремі роботи по з'єднанню секцій шинопроводів.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Згідно з ПУЕ *шинопроводом* називають жорсткий струмопровід на напругу до 1 кВ заводського виготовлення, що постачається комплектними секціями.

Шинопроводи напругою до 1 кВ застосовують для внутрішньоцехового розподілення електроенергії. До них відносяться магістральні та розподільні шинопроводи, освітлювальні та тролейні шинопроводи заводського виконання. До шинопроводів на 1 кВ відносяться також відкриті шинопроводи – шинні магістралі та відкриті кранові тролеї.

Відкриті шинопроводи прокладають вздовж прогонів цехів у вигляді живлячих шинних магістралей, що відходять від цехових трансформаторних підстанцій (ТП). Прокладають їх зазвичай по фермах, рідше – по стінах. Траса магістралей проходить вздовж або поперек прогонів цеху з кріпленням опорних конструкцій до нижнього поясу залізобетоних або металевих ферм. У виробничих приміщеннях

шинопроводи прокладають на висоті не менше 3,5 м від рівня підлоги. На сьогодення відкриті шинопроводи все більше витісняються закритими.

Закриті шинопроводи використовують в цехових розподільних мережах для живлення електрообладнання, де мають місце часті його переміщення. У випадку застосування закритих шинопроводів не виникає важкої роботи по пересуванню трубних проводок, перетягання проводів; досягається економія матеріалів та часу монтажу.

В цехах закриті шинопроводи зазвичай встановлюють на кронштейнах або спеціальних конструкціях. У випадку, коли вони встанавлюються посеред цеху, їх розташовують в проміжках між рядами верстатів на металевих стійках (стальні труби діаметром 2-2,5 дюйма, азбоцементні труби, металоконструкції).

Висота установки дорівнює 2-2,5 метра від підлоги. Відгалуження від шинопроводів виконуються за допомогою коробок, встановлених на них. Торець не з'єднаних між собою шинопроводів, а також місця з'єднання секцій закриваються спеціальними кришками, заглушками. Корпус шинопроводів виготовляється з листової сталі товщиною 1-1,5 мм. Монтаж шинопроводів зводиться до розмітки та закріплення опорних конструкцій, встановлення і закріплення секцій шинопроводів на стійках, кронштейнах і т.д., з'єднання секцій між собою електрозварюванням або болтами та під'єднання до контуру заземлення. Потім шинопровід приєднують до живлення і до нього під'єднують відгалуження до споживачів. Шинопроводи можуть підвішуватись до ферм на розтяжках з сталевого дроту.

Освітлювальні шинопроводи забезпечують повну індустріалізацію монтажу освітлювальних мереж, гнучкість, довговічність та взаємозамінність елементів, зручність експлуатації, яка зумовлена наявністю штепсельних роз'єднувачів, що дозволяє заміну та ремонт як секцій, так і світильників робити без відключення всієї групи світильників.

Магістральні шинопроводи

Область застосування шинопроводів магістральних (ШМА) – магістральні лінії, зв'язок підстанцій, живлення розподільних шинопроводів та пунктів. ШМА мають велике струмове навантаження, мале розгалуження та невелику кількість приєднань.

Типи магістральних шинопроводів та їх призначення відповідають даним табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – **Призначення магістральних шинопроводів**

Тип шинопровода	Призначення
ШМА4-1250-44-1У3 ШМА4-1600-44-1У3 ШМА4-2500-44-1У3 ШМА4-3200-44-1У3	Виконання в середині виробничих приміщень електричних мереж трифазного струму частотою 50 та 60 Гц на напругу до 660 В з глухозаземленою нейтраллю. Допускається застосування в пожежонебезпечних зонах всіх класів, а також у приміщеннях з наявністю в повітрі пилу.
ШМАД-1600-44-1У3 ШМАД-2500-44-1У3 ШМАД-3200-44-1У3 ШМАД-5000-44-1У3	Виконання магістральних мереж постійного струму, в тому числі для з'єднання машиних статичних перетворювачів з електродвигунами приводів та механізмів прокатних станів, а також виконання електричних мереж постійного струму в промислових установках загального призначення напругою до 500 В. Призначені для експлуатації в приміщеннях, що обладнані засобами автоматичного пожежотушіння.

ШМА змінного струму мають три шини, нульовою шиною служать два алюмінієвих кутики, що розташовані зовні корпуса і призначені для кріплення шинопровода. Поперечний переріз ШМА, що відповідає його робочому положенню, показано на рис. 2.7 та 2.8.

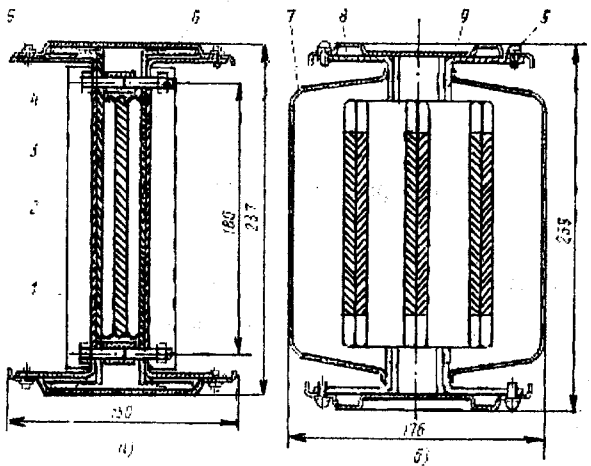


Рисунок 2.7 – Поперечний переріз шинопроводів ШМА4-1250-44-1У3 та ШМА-1600-44-1У3:

а, б – відповідно в середині прямої секції та на стику двох секцій;

1 – швелер; 2 – боковина; 3 – шина; 4 – болт М8; 5 – гвинт М5;

6 – кришка; 7 – кришка бокова; 8 – рамка; 9 – кришка стику

ШМА комплектують з прямих секцій довжиною 0,75; 1,5; 3; 3,5 м, кутових, трійникових, відгалужувальних, приєднувальних, підгоночних. Виготовляють також спеціальні секції – гнучкі, фазирувальні – для зміни чередування фаз. Основний вид секцій – пряма довжиною 3 м. З набору секцій комплектують шинопровід для траси будь-якої складності.

Модернізована конструкція ШМА має чотири шини, які розташовні всередині корпуса, - три фазні та одну нульову.

Вдосконалена конструкція магістрального шинопровода зі

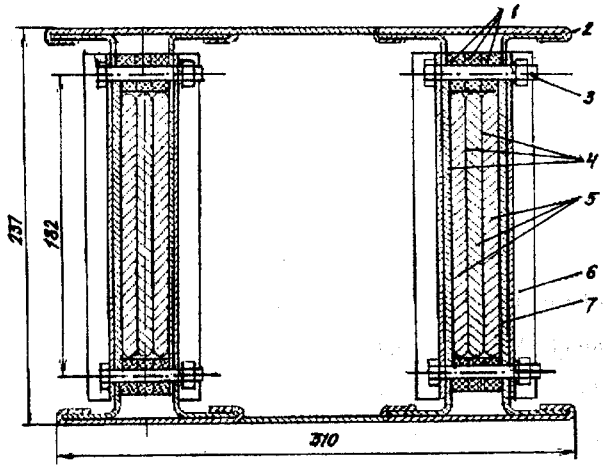


Рисунок 2.8 – Поперечний переріз шинопроводів ШМА4-2500-44-1У3 та ШМА4-3200-44-1У3 в середині прямої секції:

1 – ізолятор; 2 – кришка; 3 – болт стяжний; 4 – прокладки міжшинні; 5 – шини; 6 – швелер стяжний; 7 – боковина (нульовий провідник)

спареними ізольованими шинами типу ШМА16 випускається з 1985 р. В 1987 р. завершено перехід на випуск шинопровода ШМА16 замість шинопровода ШМА73У3 на 1600 А.

Основні технічні дані ШМА приведені в таблиці 2.2.

Ескізи елементів ШМА змінного струму зображені на рис.2.9 та 2.10.

Монтаж ШМА. Монтаж починають зі складних вузлів: вертикальних ділянок, приєднувальних секцій. Горизонтальні секції, секції з компенсаторами та підгоночні встановлюють в останню чергу. При з'єднанні ШМА з КТП використовують секційний вимикач, при цьому виникає важлива операція – фазирування.

Способи установки магістральних шинопроводів приведені в таблиці 2.3, операції, що виконуються в спеціалізованих елктромонтажних майстернях по підвищенню монтажної готовності – в таблиці 2.4, операції, що виконуються на монтажному майданчику (на трасі) – в таблиці 2.5.

Таблиця 2.2 – **Основні технічні дані магістральних шинопроводів**

Тип шинопровода	Номінальний струм, А	Номінальна напруга, В	Число та розмір, мм, шин на фазу	Поперечний переріз нульових провідників, мм^2
ШМА4-1250-44-1У3	1250	660	1(140х8)	1280
ШМА4-1600-44-1У3	1600	660	1(160х8)	1280
ШМА4-2500-44-1У3	2500	660	2(140х8)	2х1280
ШМА4-3200-44-1У3	3200	660	2(160х8)	2х1280
ШМАД-1600-44-1У3	1600	1200	1(140х12)	1280
ШМАД-2500-44-1У3	2500	1200	1(160х12)	1280
ШМАД-3200-44-1У3	3200	1200	2(140х12)	2х1280
ШМАД-5000-44-1У3	5000	1200	2(160х12)	2х1280

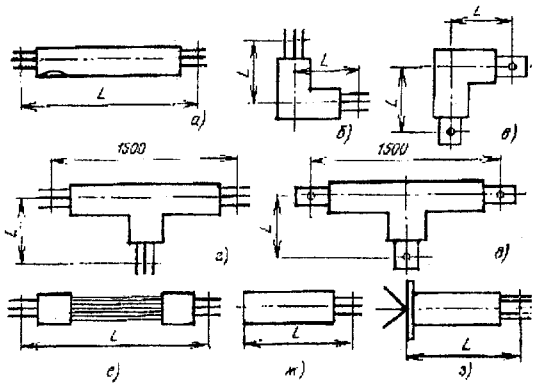


Рисунок 2.9 – Ескізи секцій шинопроводів ШМА4-1250-44-1У3 та ШМА4-1600-44-У3:

а – пряма та підгоночна; *б,в* – кутові вертикальна та горизонтальна; *г,д* – трійникові горизонтальна та вертикальна; *е* – гнучка та з компенсатором; *ж* – перехідна на кабель АВВ; *з* – приєднувальна та приєднувальна фазирувальна; L – довжина секції

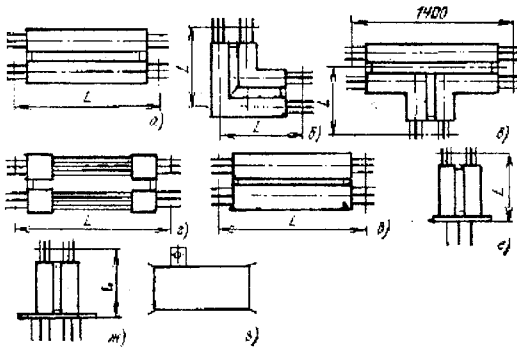


Рисунок 2.10 – Ескізи секцій шинопроводів ШМА4-2500-44-1У3 та ШМА-3200-1У3:

а – пряма; *б* – кутова горизонтальна; *в* – трійникова горизонтальна; *г* – гнучка та з компенсатором; *д* – підгоночна; *е* –приєднувальна та приєднувальна фазирувальна; *ж* – приєднувальна; *з* – відгалужувальна

Таблиця 2.3 – Способи установки магістральних шинопроводів (рис.2.11 та 2.12)

Місце установки	Опорна конструкція	Кріплення опорної конструкції
Над підлогою	Стійка підлогова	Чотирма анкерними болтами М16 або шпильками
Вздовж стін	Кронштейн настінний	Двома штирами М12 або шпильками
Під перекриттям	Підвіс	Штирем М12 або шпилькою
Вздовж нижнього пояса залізобетонних ферм	Кронштейн для залізобетонних ферм	Болтами та поперечиною кронштейна

Продовження таблиці 2.3

Вздовж нижнього пояса металевих ферм	Кронштейн для металевих ферм	Болтами кронштейна
Поперек нижнього пояса металевих ферм	Стійка для металевих ферм	Болтами стійки
В прогоні між колонами (крок 12 м)	Кронштейн, підвіс	Обхватом кронштейна на колоні, штирами або шпильками підвісу до перекриття
В прогоні між колонами (крок 24 м)	Стійка підлогова, кронштейн, підвіс	Те ж, та анкерними болтами або шпильками підлогової стійки

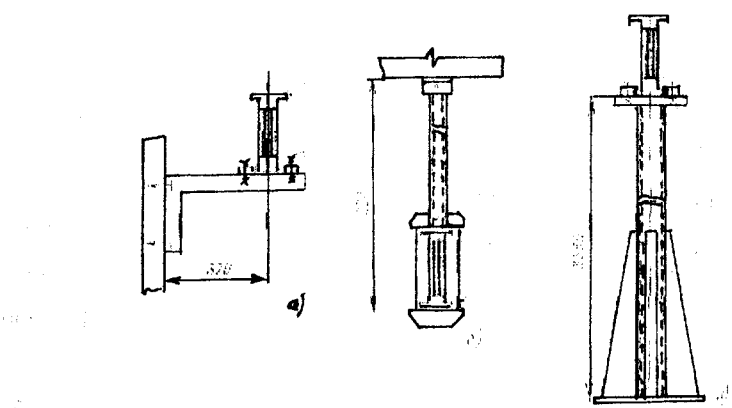


Рисунок 2.11 – Способи установки магістральних шинопроводів ШМА4 на 1250 та 1600 А, ШМАД на 1600 та 2500 А:
а – на кронштейні; *б* – на підвісі; *в* – на стійці

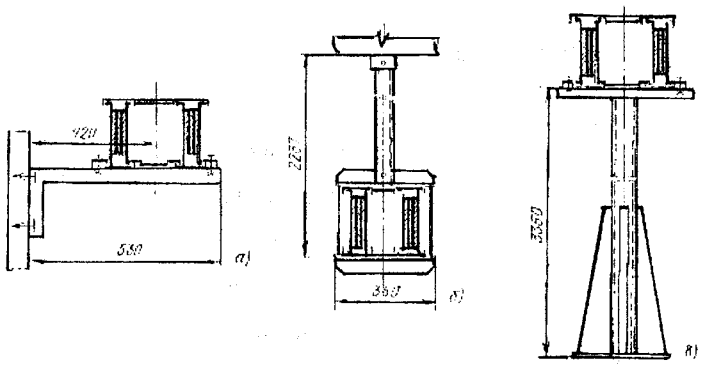


Рисунок 2.12 – Способи установки магістральних шинопроводів ШМА4 на 2500 та 3200 А, ШМАД на 3200 та 5000 А

Таблиця 2.4 – Операції, що виконуються в майстернях, по підвищенню монтажної готовності магістральних шинопроводів

Операція	Склад робіт
Перевірка комплектності поставки та цілісності елементів шино-проводів	Зовнішній огляд
Розвантаження та укладання ящиків (контейнерів, касет)	Розвантаження з застосуванням підйомно-розвантажувальних пристроїв, чалочних пристосувань, траверс.
Розпаковування ящиків	Розпаковування ящиків перед збиранням секцій шинопровода в блоки, виймання секцій з ящиків, переміщення на відведене місце, перевірка цілісності виробів.

Продовження таблиці 2.4

Сбірка секцій в блоки	Попередня збірка секцій ШМА на рольгангу, з'єднання шин секцій болтовими стискачами або зварювання на кантувачі (переважно), завершальна збірка та консервування блоків (в тому числі з'єднання нульових провідників, ізолювання місць з'єднань). Складання готових блоків в транспортувальні контейнери.
Маркування блоків	Маркування блоків у відповідності з вказівками плану виконання робіт.
Виготовлення нетипових опорних конструкцій	Різання електромонтажних гнутих профілів та стальних смуг за розмірами, свердлування (в міру потреби), зварювання, фарбування. При використані універсальних збірних електромонтажних конструкцій (УЗЕК) – різання за розмірами, збірка конструкцій, часткове фарбування.

Таблиця 2.5 – Технологія монтажу магістральних шинопроводів

Операція	Зміст роботи
Контроль та приймання підготовлених будівельними організаціями трасс для монтажу шинопровода	Перевірка відповідності кресленням необхідних прогонів, отворів, закладних деталей, а також закінчення робіт суміжних організацій
Розмітка, установка опорних конструкцій	Привязка до трасси місць кріплення, їх розмітка, підйом та установка опорних конструкцій, кріплення до будівельних основ

Продовження таблиці 2.5

Підйом та установка блоків шинопроводів (рис. 2.17 та 2.18)	Підготовка місць кріплення, підйомних механізмів, чалочних пристосувань та траверс. Підйом блоків або секцій шинопроводів на проектну відмітку. Кантування блоків або секцій у вертикальній та горизонтальній площині, спуск на опорні конструкції та закріплення на них
З'єднання фазних шин та нульових провідників (рис.2.13 та 2.16)	З'єднання фазних шин одноболтовими стискачами або зварюванням, з'єднання нульових провідників (кутиків)
Ізолювання місць з`єднань (рис.2.14 та 2.15)	Ізолювання місць з'єднань
Заземлення	Перевірка безперервності електричного кола фаза нуль
Перевірка та випробування	Перевірка правильності фазирування та вимірювання опору ізоляції

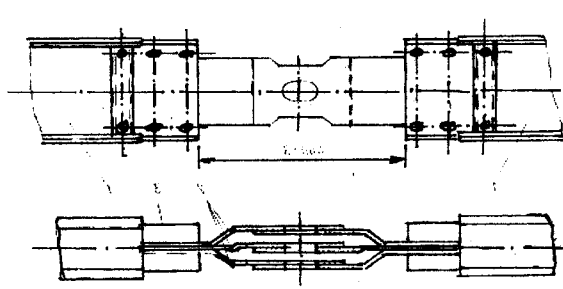


Рисунок 2.13 – Зєднання секцій шин ШМА4 на 1250 та 1600 А:

1 – секція; *2* – шина; *3* – боковина

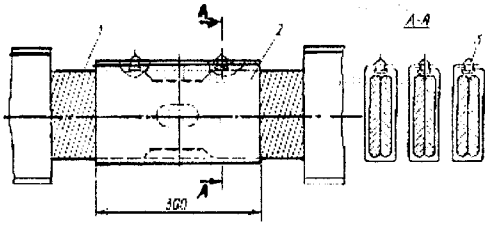


Рисунок 2.14 – Ізолювання зварних ділянок шин ШМА4 на 1250 та 1600 А:

1 – заводська ізоляція; *2* – полотно з поліетилентерефталатної плівки; *3* – кнопка для кріплення ізоляції на шинах

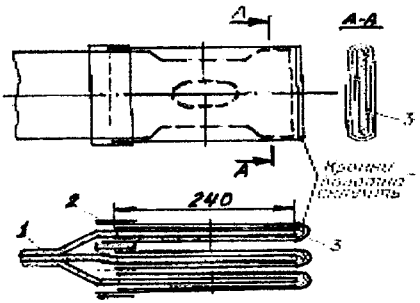


Рисунок 2.15 – Ізолювання вільних кінців шин крайніх секцій ШМА4 на 1250 та 1600 А:

1 – заводська ізоляція; *2* – стрічка 30×700 мм (3 шт.); *3* – полотно 240×700 мм (3 шт.)

Розподільні шинопроводи

Шинопроводи розподільні (ШРА) застосовують в цехових розподільних електричних мережах напругою 380/220 В частотою 50-60 Гц з глухозаземленою нейтраллю в середині приміщень. Вони виготовляються на струми 100; 250; 400; 630 А. Більш детальне призначення розподільчих шинопроводів наведено в таблиці 2.6.

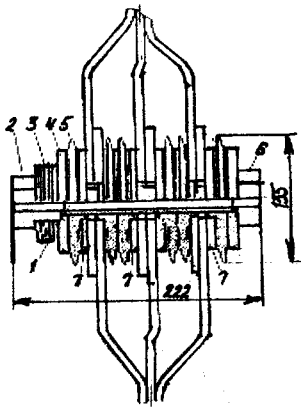


Рисунок 2.16 – Болтове з'єднання фазних шин ШМА4 на 1250 та 1600 А:
1 – шпилька; *2* – гайка; *3* – пружина; *4* – шайба; *5* – ізолятор; *6* – гайка; *7* – шайба

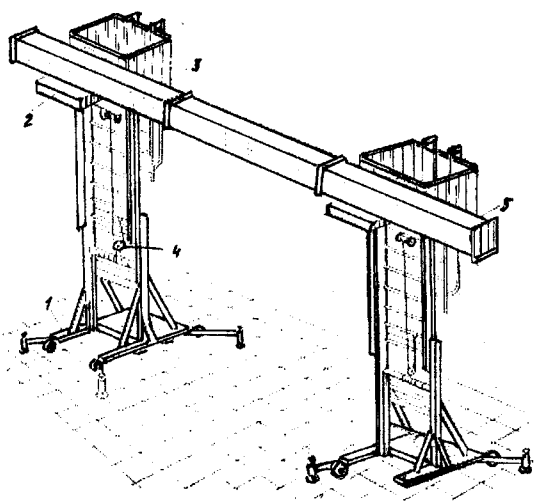


Рисунок 2.17 – Комплекс механізмів та засобів КМШ для монтажу шинопроводів:
1 – підйомник ПТМ6/350; підйомна площадка; *3* – лебідка з тяговим

зусиллям 5 кН; *4* – ролик монтажний; *5* – блок шинопровода.

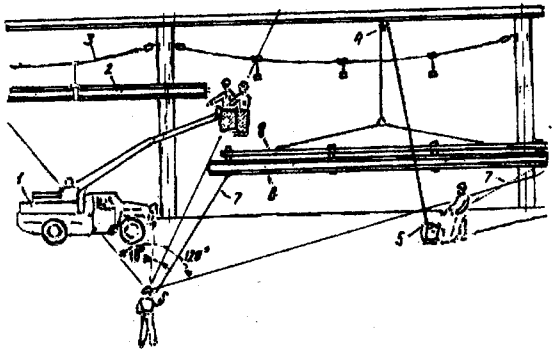


Рисунок 2.18 – Монтаж блоків шинопроводу за допомогою вантажопідйомної лебідки:

1 – автогідропідйомник; *2* – блок шинопроводу; *3* – підвіска тросова; *4* – монтажний ролік; *5* – лебідка; *6* – блок шинопроводу, що монтується; *7* – відтяжка; *8* - траверса

Основні типи розподільних шинопроводів та їх технічні дані наведені в таблиці 2.7.

Існують такі секції розподільних шинопроводів:

1) прямі на 4 або 2 відгалудження;

2) підгоночні;

3) кутові вертикальні (вгору та вниз);

4) горизонтальні (праві та ліві);

5) Гнучкі (при повороті ШРА на кут 90 градусів і компенсації температурних змін його довжини);

6) ввідні (приєднання ШРА до лінії);

7) торцеві заглушки (встановлюються на кінцях ШРА і на ввідній секції, якщо вона змонтована на кінці лінії);

8) перехідні муфти.

Таблиця 2.6 – Призначення розподільчих шинопроводів.

Тип шинопровода	Призначення
ШРА4- 100-44-1У3	Для виконання всередині приміщення розподільних електричних мереж трифазного струму частотою 50 та 60 Гц напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Допускається застосування в пожежонебеспечних зонах всіх класів, а також у приміщеннях з запиленим середовищем. Шинопровід забезпечує можливість штепсельного приєднання трьох- та однофазних приймачів електроенергії: верстати, електроінструментів, обладнання, яке встановлено на конвеєрних та автоматичних лініях, а також світильників.
ШРА4-250-32-1У3 ШРА4-400-32-1У3 ШРА4-630-32-1У3	Для виконання всередині приміщення розподільних електричних мереж трифазного струму частотою 50 та 60 Гц напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.
ШРА73ВУ3 на 400 А	Те ж для вертикальної прокладки всередині громадських та адміністративних багатоповерхових будівель.
ШРПУ3 на 250 А ШРПУ3 на 400 А ШРПУ3 на 630 А	Використання всередині приміщень з запиленим середовищем (в тому числі в пожежонебезпечних зонах П-II та П-IIа), які характеризуються тим, що завислий в повітрі пил не створює вибуховонебезпечної суміші, в приміщеннях розподільних електричних мереж трифазного струму частотою 50 та 60 Гц напругою до 660 В з глухозаземленою нейтраллю.

Таблиця 2.7 – **Основні технічні дані розподільних шинопроводів**

Тип шинопровода	Номінальний струм, А	Номінальна напруга, В	Число та розмір, мм, шин на фазу	Поперечний переріз нульових провідників, мм^2
ШРА4-100-44-1У3	100	380/220	1(3,55x11,2)	39,76
ШРА4-250-32-1У3	250	380/220	1(35x5)	165
ШРА4-400-32-1У3	400	380/220	1(50x5)	250
ШРА4-630-32-1У3	630	380/220	1(80x5)	400
ШРА73ВУ3 на 400 А	400	380/220	1(50x5)	250
ШРПУ3 на 250 А	250	660	1(35x5)	165
ШРПУ3 на 400 А	400	660	1(50x5)	250
ШРПУ3 на 630 А	630	660	1(80x5)	400

Приєднання електроприймачів – штепсельне. На бокових сторонах прямих секцій є спеціальні вікна, що автоматично зачиняються шторками та використовуються для пре́днання до ШРА відгалужувальних коробок з запобіжниками або автоматичними вимикачами.

Поперечний переріз розподільних шинопроводів, що відповідає їх робочому розташуваннюнню показано на рис. 2.19, 2.20, зовнішній вигляд – на рис. 2.21, 2.22.

Шини суміжних секцій з'єднують зварюванням або спеціальним одноболтовим стискачем. Монтують їх укрупненими блоками довжиною 9 або 12 м.

Після завершення основних будівельних робіт транспортують блоки на місце монтаж і встановлюють ШМА з автогідропідіймача, з мостового крану, гідравлічної платформи. Розмітку осі шинопровода та місць встановлення опорних конструкцій виконують згідно з кресленнями.

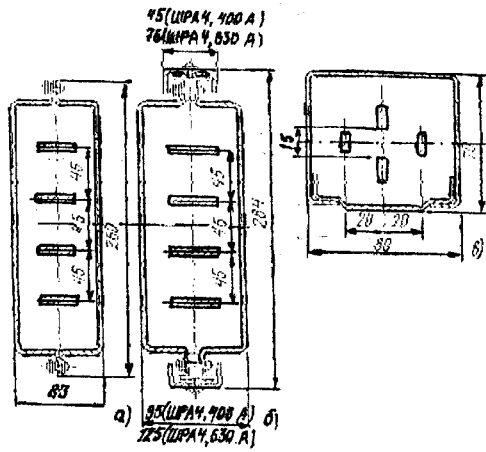


Рисунок 2.19 – Поперечний переріз шинопроводів ШРА4-250-32-1У3 (а), ШРА4-400-32-1У3, ШРА4-630-32-1У3 (б). ШРА4-100-44-1У3(в)

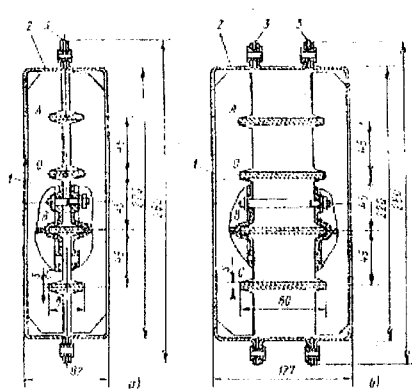


Рисунок 2.20 – Шинопровід розподільний пилозахисний ШРПУ3:

а – поперечний переріз секцій шинопроводів ШРП на 250, 400 А;

б - поперечний переріз секцій шинопроводів ШРП на 630 А

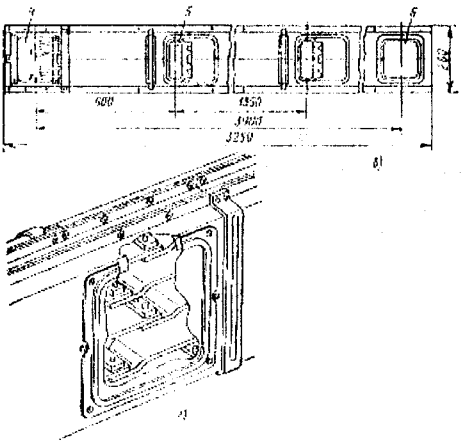


Рисунок 2.21 – Шинопровід розподільний пилозахищений ШРПУ3:

а – секція пряма; *б* – з'днувальна секція; *1*- пакет шин; *2* – стальний кожух; *3* – ущільнювач; *4* – монтажне вікно; *5* – відгалужувальне вікно; *6* – кришка монтажного вікна

Способи кріплення ШМА. Їх прокладають на кронштейнах по фермах, колонах, стінах, балках або підвішують під перекриттям. Опорні конструкції розподільних шинопроводів наведені на рис.2.23.

Опорні конструкції встановлюють завчасно, в період, коли в спеціалізованих електромонтажних майстернях проводять підготовку та комплектування секцій. Відстань між сусідніми опорними конструкціями приймають не більше 3 м.

Монтаж розподільних шинопроводів. Способи установки розподільних шинопроводів приведені в таблиці 2.8, операції, що виконуються на трасі, - таблиці 2.9.

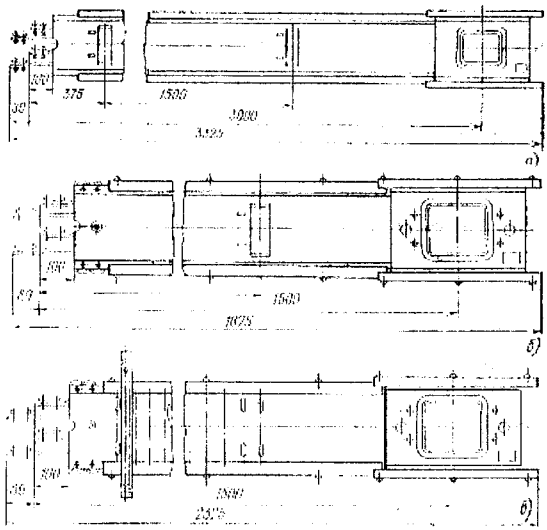


Рисунок 2.22 – Шинопроводи розподільні:

а – прямі секції шинопроводів ШРА4-250-32-1У3, ШРА4-400-32-1У3, ШРА-630-32-1У3; *б*, *в* – пряма та міжповерхова секції шинопровода ШРА73ВУ3

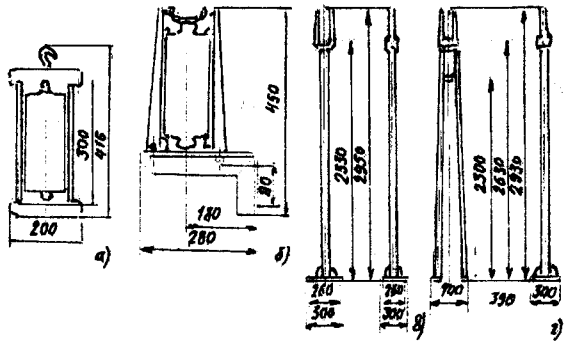


Рисунок 2.23 – Опорні конструкції:

Таблиця 2.8 – Способи установки розподільчих шинопроводів (рис. 2.23)

Місце установки	Опорна конструкція	Кріплення опорної конструкції
Над підлогою	Стійка підлогова	Чотирма анкерними болтами М12 або шпильками
Вздовж стіни	Кронштейн настінний	Двома штирами М12, шпильками або дюбелями
В прогоні між колонами (крок 6 м)	Підвіс	Обхватами
В прогоні між колонами (крок 12 м)	Підвіс	Обхватами

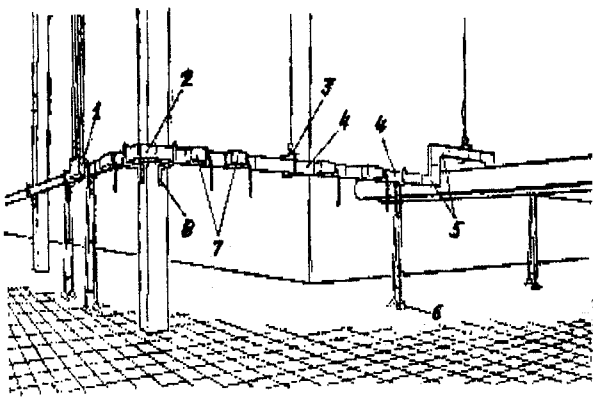


Рисунок 2.24 – Приклад мережі, яка виконана шинопроводом ШРП: *1* – секція ввідна; *2* – секція кутова горизонтальна; *3* – підвіс; *4* – секції прямі; *5* – секції кутові вертикальні; *6* – стійка; *7* – коробки відгалужувальні; *8* – кронштейн

Таблиця 2.9 – Технологія монтажу розподільчих шинопроводів (рис. 2.25)

Операція	Склад робіт
Перевірка комплектності поставки на відсутність пошкоджень	Зовнішній огляд
Розвантаження та укладка ящиків	Розвантаження з застосуванням завантажувально-розвантажувальних пристроїв та укладання в положення, що відповідає положенню "Верх"
Розпаковка ящиків	Розпаковкування ящиків в монтажній зоні перед збіркою в блоки, виймання секцій з ящиків, перевірка їх стану, переносення та укладання вздовж траси
Збірка секцій в блоки	Попереднє болтове з'єднання шин, скріплення коробів, кінцева затяжка болтових з'єднань шин через монтажні вікна та встановлення кришок
Установка опорних конструкцій	Прив'язка до траси місць кріплення, їх розмітка, підйом та установка опорних конструкцій, кріплення до будівельних основ
Підйом та установка блоків і секцій	Підготовка місць кріплення, підйомних механізмів, чалочних пристроїв та траверс. Підйом блоків або секцій на проектну відмітку. Кантування блоків або секцій у вертикальній та горизонтальній площинах, опускання їх на опорні конструкції і закріплення на них
З'єднання блоків або секцій	Попереднє болтове з'єднання шин, скріплювання коробів, кінцева затяжка болтових з'єднань шин через монтажні вікна та встановлення кришок

Продовження таблиці 2.9

Заземлення	Перевірка цілістності електричного кола фаза-нуль
Перевірка та випробування	Перевірка правильності фазирування та вимірювання опору ізоляції

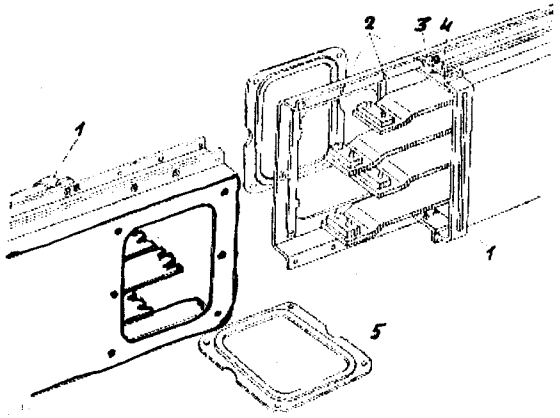


Рисунок 2.25 – Монтаж з'єднань секцій шинопровода ШРП:
1 – хомут; *2* – болт для з'єднання коробів секцій; *3,4* – гвинти;
5 – кришка монтажного вікна

Освітлювальні шинопроводи

Вони забепечують повну індустріалізацію монтажу освітлювальних мереж, гнучкість, довговічність та взаємозаміність елементів, зручність експлуатації, зумовлена наявністю штепсельних роз'ємів, які дозволяють проведення заміни та ремонт як секцій, так і світильників без відключення всієї групи світильників.

Призначення освітлювальних шинопроводів наведені в таблиці 2.10, а основні технічні дані в таблиці 2.11.

Таблиця 2.10 – Призначення освітлювальних шинопроводів

Тип шинопровода	Призначення
ШОС80У3 на 16 А	Виконання освітлювальних ліній номінальною напругою 220 В в приміщеннях громадських будівель (лікарні, поліклініки, навчальні заклади, театри, читальні зали, виставки, музеї і т.д.), а також в адміністративних та побутових приміщеннях промислових будівель.
ШОС4-25-44 1У3	Виконання в промислових приміщеннях освітлювальних ліній трифазного струму частотою 50 та 60 Гц на напругу 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Допускається застосування в пожежонебезпечних зонах всіх класів, а також в приміщеннях з запиленим середовищем.
ШОС2-25-44- 1У3	Те ж для освітлювальних ліній на номінальну напругу 220 В

Способи встановлення освітлювальних шинопроводів наведені в таблиці 2.12, а операції що виконуються на трасі в таблиці 2.13.

Таблиця 2.11 Основні технічні дані

Тип шинопровода	Номінальний струм,А	Ном-на напруга, В	Число та розмір, мм, шин на фазу	Поперечний переріз нульових провідників, мм^2
ШОС80У3 на 16 А	16	220	1(1х5)	5
ШОС4-25-44-1У3	25	380/220	1(1х6)	6
ШОС2-25-44-1У3	25	220	1(1х6)	6

Таблиця 2.12 – Способи встановлення освітлювальних шинопроводів (рис. 2.26, 2.27).

Місце встановки	Опорна конструкція	Кріплення опорної конструкції
На стіні	Одинока основа з кабельною полкою або кронштейн для кріплення на плоских основах	Пристрілкою (до цегляної або залізобетоної основи) та приварюванням до металевої основи).
Вздовж нижнього поясу залізобетоних ферм	Закріп для залізобетонних ферм	Шпильками закріпу (до нижнього поясу ферми)
Поперек залізобетоних ферм над нижнім поясом	Стійка для залізобетонних ферм та прямокутна труба	Шпильками стійки
Вздовж металевих ферм	Підвіска	Крючком підвіски
Поперек металевих ферм над нижнім поясом	Стійка для металевих ферм та прямокутна труба	Безпосередньо до нижнього поясу ферм
Спільно з розподільним шинопроводом	Підвіс комбінований	Безпосередньо до нижнього поясу ферм
По залізобетоних колонах з прогонами 6 м	Обхват та прямокутна труба	Безпосередньо по колонах

Таблиця 2.13 – Технология монтажу освітлювальних шинопроводів

Операція	Склад робіт
Перевірка комплектності поставки та цілісності елементів	Зовнішній огляд
Розвантаження та складування ящиків	Розвантаження з застусуванням вантажо-розвантажувальних пристроїв та складування в положеня, що відповідає положенню “Верх”
Розпаковка ящиків	Розпакування ящиків в монтажній зоні перед зборкою в блоки, виймання секцій з ящиків, перевірка їх стану та розташування їх вздовж траси
Зборка секцій в блоки	З’єднання двох секцій між собою муфтою та здвоєною підвіскою
Встановлення опорних конструкцій	Привя’зка до траси місць кріплення, їх розмітка, підйом та встановка опорних конструкцій, кріплення до будівельних конструкцій
Підйом, з’єднання та закріплення секцій	Підготовка місць кріплення, вантажо-підйомних механізмів, чалочних пристосувань. Підйом на відмітку траси та з’єднання з раніш змонтованими секціями
Заземлення	Перевірка цілісності кола фаза-нуль
Перевірка та випробування	Перевірка правильності фазирування та вимірювання опору ізоляції

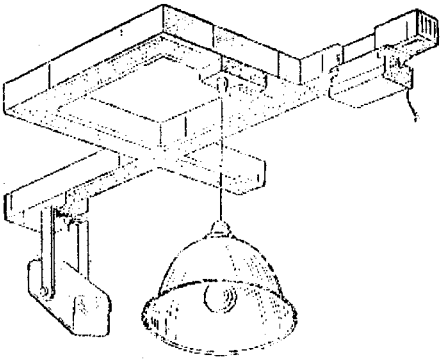


Рисунок 2.26 – Прокладка шинопроводів ШОС80У3

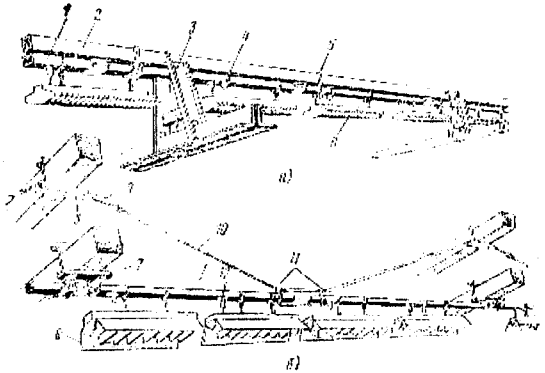


Рисунок 2.27 – Прокладка шинопроводів ШОС4 поперек ферм:

а – укладання на несучій прямокутній трубі; *б* – укладання з застосуванням проміжного тросового кріплення; *1* – шинопровід; *2* – несуща прямокутня труба; *3* – стійка; *4* – хомут; *5* – хомут з крюком; *6* – світильник; *7* – кронштейн; *8* – кронштейн для кріплення троса; *9* – муфта натяжна; *10* – несучий трос; *11* – підвіска тросова; *12* - штепсель

ОПИС ЛАБОРАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

Лабораторне обладнання складається з окремих секцій шинопровода та монтажного інструменту.

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Виконати послідовно з'єднання окремих секцій шинопровода.
2. Розглянути способи кріплення шинопровода.
3. Зробити звіт та висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Призначення шинопроводів.
2. Види шинопроводів.
3. Як визначити різницю між окремими видами шинопроводу ?
4. Способи монтажу шинопроводів.
5. Переваги у використанні шинопроводів.
6. Види з'єднань окремих секцій шинопроводів.
7. Назвіть інструмент, що використовується при монтажі шинопроводів.

ТЕМА 2.4 МОНТАЖ ПРИСТРОЇВ ЗАЗЕМЛЕННЯ

Мета роботи: вивчення основних відомостей про заземлювальні пристрої (заземлювачі, заземлювальні провідники), отримати навики виконання монтажних робіт при приєднанні до заземлювальної мережі корпусів електрообладнання.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Засвоїти основні теоретичні положення монтажу пристроїв заземлення.
2. Виконати фрагмент устаткування зовнішнього заземлення.
3. Виконати фрагмент монтажу заземлення в приміщені.
4. Виконати заземлення різноманітного електрообладнання.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Заземленню підлягають: корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів; вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів; каркаси розподільних щитів, щитів управління, щитків і шаф; металеві і залізобетонні конструкції підстанцій і відкритих розподільних пристроїв, металеві корпуси кабельних муфт, металеві оболонки і броня силових та контрольних кабелів і проводів, сталеві труби електропроводки і т.д.

Заземлення електроустановок необхідно виконувати; у всіх випадках при напрузі 500 В і вище змінного і постійного струмів;

В приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках при номінальних напругах вище 36 В змінного струму і 110 В постійного струму;

У вибухонебезпечних установках - при всіх напругах.

Заземленню не підлягають : арматура підвісних і штирі опорних ізоляторів, кронштейни і освітлювальна арматура при встановленні їх на дерев`янних опорах ліній електропередач та дерев`яних конструкціях відкритих підстанцій (якщо це не потрібно для захисту від атмосферної електрики);

- обладнання, встановлене на заземлених металевих конструкціях (при цьому на опорних поверхнях повинні бути передбачені зачищені та незафарбовані місця для забезпечення електричного контакту);
- корпуси електровимірювальних приборів, реле і т.д., встановлених на щитах, щитках, шафах, стінках камер розподільних пристроїв;
- конструкції, по яких прокладені кабелі буде-яких напруг з металевими оболонками, заземлених на обох кінцях ліній;
- рейкові колії, що виходять за територію електростанцій, розподільних пристроїв і промислових підприємств;
- частини, що знімаються чи відчиняються, на металевих заземлених каркасах і камерах розподільних пристроїв, огорож, шаф, дверей і т.д.;
- металеві конструкції в приміщеннях акумуляторних батарей при напрузі до 220 В включно;
- металеві оболонки контрольних кабелів.

Допускається замість заземлення окремих електродвигунів, апаратів та інш. обладнання, встановленого на станках, заземлювати безпосередньо станини станків, при умові надійного контакту між корпусами електрообладнання і станиною.

Заземлювачі

Штучні заземлювачі: кутова сталь, полосова чи округла сталь, стержні, некондиційні труби.

Природні заземлювачі: прокладені в землі металеві водопровідні і теплофікаційні труби, що мають з`єднання з землею, сталеві конструкції будов і споруд, свинцеві оболонки кабелів (крім алюмінієвих), обсадні труби і т.д.

Заземлювачі знаходятьсяться в траншеях глибиною 0,7-0,8. Після занурення заземлювач повинен виступати над дном траншеї на 150-200 мм. Траншеї, з поміщенною в них заземлювальною проводкою, засипаються землею, яка не містить каміння і будівельного сміття. При засипанні грунт слід трамбувати. Смуги заземлення в траншеї слід вкладати на ребро.

Заземлювачі з кутиків, труб чи стержнів занурюють в грунт за допомогою пересувних копрів легкого типу, вібраторів чи вкручують за допомогою спеціального пристрою до електросвердлилки.

При застосуванні стержневих поглиблень електродів діаметром 12-14 мм і довжиною 2,5 м (якщо стержневі електроди не передбачені проектом) число стержнів орієнтовно приймається в 2 рази менше від числа кутиків і відстань між ними - в 2 рази більша, ніж це прийнято проектом для кутиків, але не менша довжини стержня.

Заземлювальні провідники

Заземлювальні провідники: металеві конструкції будов (ферми, колони і т.д.); металеві конструкції виробничого призначення (підкранові колії, каркаси розподільних пристроїв, галереї, площадки, шахти ліфтів, підйомників і т.д.); сталеві труби електропроводок; алюмінієві оболонки (не броня) кабелів.

Заземлювальні провідники можуть бути єдиними провідниками заземлення, якщо задовольняють умови ПУ у відношенні перерізу або провідності (опору).

В мережах з ізольованою нейтраллю переріз заземлювальних провідників повинні складати не менше 1/3 перерізів фазних, а при провідниках з різних металів - не менше 1/3 пропускної здатності (допустимого навантаження) фазних проводів.

Максимальний переріз мідних провідників 25, алюмінієвих – 35, сталевих – 120 кв.мм. Застосування провідників великих перерізів недоцільне.

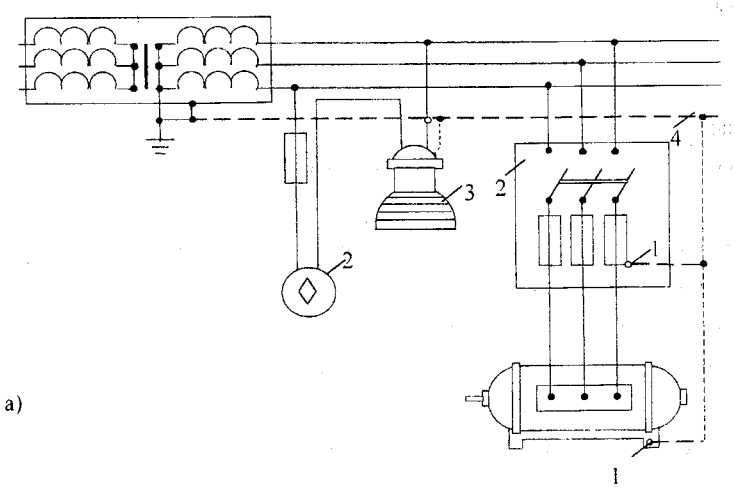
У виробничих приміщеннях з обладнанням напругою більше 100 В магістралі заземлення зі сталі повинні мати переріз не менше 120 мм^2 (товщиною не менше 2 мм), а при напрузі до 1000 В - не менше 100 мм^2. Допускається застосування круглої сталі тієї ж провідності.

Для провідників заземлення в електроустановках 380/220 і 220/127 В з заземленою нейтраллю провідність нульового провода повинна бути рівною 50 відсоткам перерізу фазного провода. При мідних і алюмінієвих проводах переріз нульового (заземлювального) провода повинен складати 50 відсотків перерізу фазного провода.

Заземлювальні провідники прокладаються по стінках на відстані 5-10 мм від поверхні стін. В сухих приміщеннях і при відсутності хімічно-активного середовища допускається прокладання заземлювальних провідників впритул до стіни. В каналах заземлювальні провідники повинні прокладатися на відстані не менше 50 мм від з`ємного покриття.

Кріплення заземлювальних смуг безпосередньо до стіни або до проміжних деталей проводиться дюбелями, що прострілюються пістолетом типу СМП-1 і СМП-3. Відстань між точками кріплення 0,8-1 м.

Заземлювальні провідники прокладаються відкрито і повинні бути доступними для спостереження.



а)

Рисунок 2.28 – Схема заземлення частини електроустановок

Проходи заземлювальних провідників крізь стіни і перекриття слід виконувати у відкритих отворах або у відрізки сталевих труб чи обоймах, а в тих місцях, де можливі механічні пошкодження, кутовою сталлю і т.д.

Біля місць вводів підземних заземлювальних провідників в будови на стіни наносяться розпізнавальні знаки.

З'єднання заземлювальних смуг або круглої сталі між собою і приєднання їх до заземлювачів проводяться зварюванням.

Довжина нахлисту при з`єднаннях приймається рівною подвійній ширині смуги або шести діаметрам для круглої сталі.

При використанні, в ролі заземлювальних провідників, сталевих труб електропровідок мають бути дотримані вимоги:

1) з`єднувальні муфти або манжети приварюються до труб;

2) з`єднання труб з магістралями заземлення проводиться смуговою або круглою сталлю за допомогою зварювання;

3) з`єднання заземлювальних провідників з трубами водовогону або іншими трубопроводами виконується зварюванням або з'єднанням хомутами на болтах з прокладкою із листового свинцю з подальшим покриттям місця приєднання бітумом.

Приєднання заземлювальних провідників

Частини електроустановок, що підлягають заземленню, приєднуються до заземлювальних магістралей окремими відгалуженнями (рис.2.28).

Приєднання сталевих заземлювальних провідників для металоконструкцій здійснюється зварюванням, до обладнання - під заземлювальний болт , до металевих оболонок кабелів - паянням.

Місця болтових приєднань до обладнання повинні бути захищені від корозії.

В зовнішніх установках, також у вологих приміщеннях , з їдкими парами або газами місця болтових з`єднань повинні мати захисні покриття (залуду).

Заземлення машин, встановлених на полозках, виконується шляхом приєднання заземлювального провідника до обох направляючих полозок.

Електрообладнання, встановлене на рухомих частинах механізмів, заземлюється за допомогою окремої гнучкої жили з мідного провідника перерізом, що відповідає перерізу фазного провода.

Заземлення корпуса апарата, коробки, ящика і т.д. зі сталевими трубами електропроводки виконується:

труби з коробкою - гнучкою перемичкою від труби;

апарата з трубою - двома заземлювальними (драпальниками) гайками, при цьому стінка апарата розміщується між гайками або заземлювальною гайкою і контргайкою.

Заземлювання освітлювальної араматури при ізольованій нейтралі мережі виконується окремим провідником або з використанням сталевої труби електропроводки (рис.2.29).

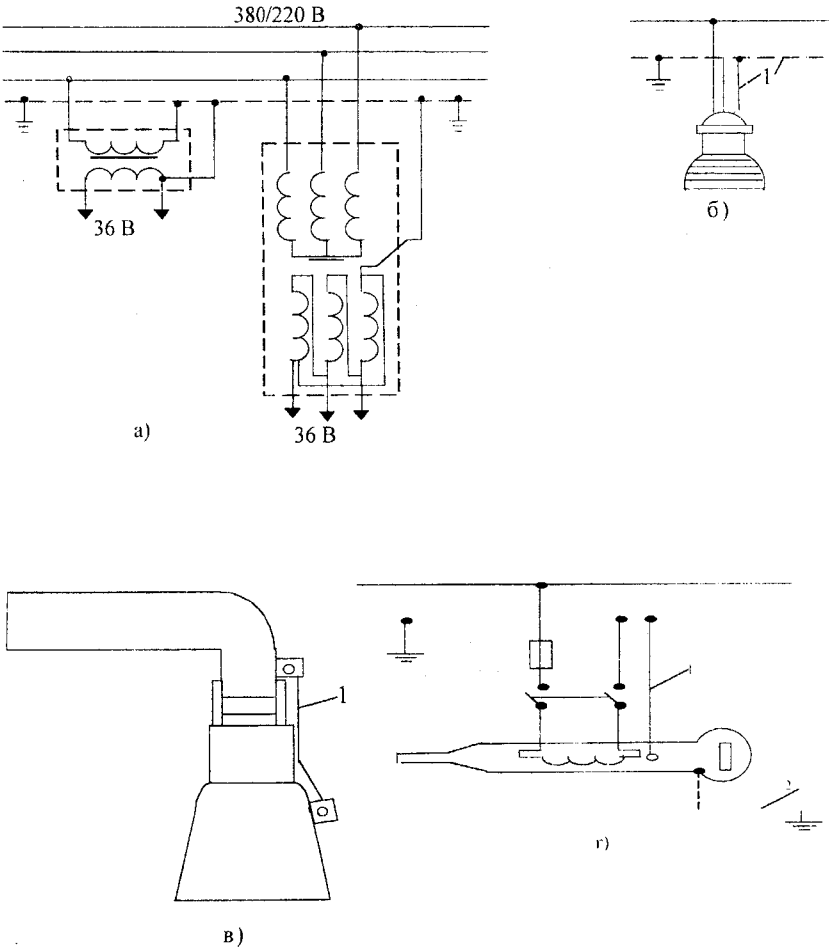


Рис. 2.29 – Схеми заземлення.

До всіх місць, де при ремонтних роботах доводиться виконувати тимчасові заземлення, повинні бути підведені заземлювальні шини з захищеним і змащеними вазеліном планками та баранцями для приєднання переносних заземлювачів.

Заземлення переносних і пересувних електроприймачів у виробничих приміщеннях та зовнішніх установках повинне здійснюватись окремими мідними жилами гнучких кабелів, заключеними в загальну оболонку з фазними проводами. Використання для заземлення нульових робочих провідників не допускається. Мінімальний переріз заземлювальних мідних жил для переносних приймачів 1,5, для пересувних - 2,5 кв.мм.

При роботі всередині металевих ємкостей, на металоконструкціях і т.п. корпус електроприймача слід приєднувати до металоконструкцій гнучким мідним проводом перерізом не менше 2,5 кв.мм незалежно від величини робочої напруги електроприймача.

У вибухонебезпечних приміщеннях заземлення слід виконувати при будь-яких напругах мережі. У вигляді заземлювачів повинні застосовуватись спеціально прокладені провідники; природні провідники розглядаються як додатковий захист. Для заземлення повинні застосовуватись окремі жили проводів і кабелів.

У вибухонебезпечних установках (крім класу В-1) при заземленій нейтралі мережі заземлення світильників здійснюється робочим нульовим проводом всередині світильника; при ізольованій нейтралі мережі, заземлення виконується окремим проводом.

Одиночні електрозварювальні труби (тонкостінні), з товщиною стінки не менше 1,5 мм, допускається використовувати в ролі заземлювальних провідників, якщо вони з`єднані між собою і з коробками за допомогою з`єднувачів, прихоплених електрозварюванням до труб і коробок в двох точках з кожної сторони.

ОПИС ЛАБОРАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

Лабораторна установка складається з макетів пристроїв заземлення, різного електрообладнання, яке підлягає заземленню, вимірювальних приладів.

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Використовуючи теоретичні відомості, підібрати необхідні для виконання заземлення провідники.
2. Виконати монтаж зовнішнього заземлення, користуючись заготовками.
3. Виконати монтаж заземлення в приміщенні.
4. Виконати перевірку пристроїв заземлення.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що підлягає заземленню?
2. Що не підлягає заземленню?
3. Назвіть штучні заземлювачі?
4. Назвіть природні заземлювачі?
5. Що використовується в ролі заземлюваних провідників?
6. Перерахуйте основні вимоги до монтажу заземлювальних провідників?
7. Перерахуйте засоби з'єднання заземлювальних провідників?
8. Назвіть особливості заземлення різного електрообладнання?
9. Як виконується заземлення переносних та пересувних електроприймачів?
10. Назвіть особливості монтажу заземлення у вибухонебезпечних приміщеннях?

ЛІТЕРАТУРА:

1. **Правила** устройства электроустановок. – 6-е изд. Перераб. и доп. /Минэнерго СССР. М.: Энергоатомиздат, 1985.

2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергия, 1986.

3. **Справочник** по монтажу электроустановок промышленных предприятий /Под ред. В.В.Белоцерковцева, В.К.Добрынина, В.Д.Нильберга: В 2-х кн. Кн.2 – 3-е изд. перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1982.

4. **Техническая** документация на муфты для кабелей с бумажной и пласмассовой изоляцией до 35 кВ. М.: Энергия, 1969.

5. **Инструкция** по оконцеванию и соединению алюминиевых и медных жил изолированных проводов и кабелей – МСН139-67/ММСС СССР. М.: Энергия, 1968.

6. **Инструкция** по выполнению сетей заземления в электроустановках. – СН102-65. Стройиздат, 1966.

7. **Инструкция** по монтажу шинопроводов напряжением до 1000 В: ВСН 363-76/ММСС СССР (М-во монт. и спец. строит.работ СССР). М.: Центральное бюро научно-технической информации, 1977.

ЗМІСТ

Вступ 3
1. Загальні відомості про електричні приймачі 5
Тема 1.1 Технічне обслуговування електричних двигунів 8
Тема 1.2 Схеми управління електричними двигунами 15
2. Загальні відомості про електричні мережі 21
Тема 2.1 Монтаж повітряних ліній напругою до 1000 В 23
Тема 2.2 Розробка кабелів та монтаж кабельних муфт 35
Тема 2.3 Монтаж шинопроводів напругою до 1000 В 42
Тема 2.4 Монтаж пристроїв заземлення 69
Література 74

Навчальне видання

Василь Мусійович Непийвода, Анатолій Михайлович Волоцький

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ РОБОТИ. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

Навчальний посібник з дисципліни "Робоча професія"

Оригінал-макет підготовлено авторами

Редактор В.О.Дружиніна

Коректор Ю.І.Франко

Підписано до друку 29.01.02р.

Формат 29.7*42 1/4 Гарнітура Times New Roman

Друк різографічний Ум. друк. арк 3,13

Тираж 75 прим.

Зам.№ 2002-036

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі Вінницького державного технічного університету

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВДТУ, ГНК, 9-й поверх

тел. (0432)44-01-59