

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

## **Конспект лекцій**

з дисципліни:

**«Монтаж електричних установок»**

**Частина 2**

для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка» (ГЗ «Електрична  
інженерія»), I ступеня вищої освіти (бакалавр) освітньої  
програми «Електротехнічні системи електроспоживання» денної  
та заочної форми навчання

Конспект лекцій з дисципліни «Монтаж електричних установок» Частина 2 для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (G3 «Електрична інженерія»), I ступеня вищої освіти (бакалавр), освітньої програми «Електротехнічні системи електроспоживання» денної та заочної форми навчання / Укл. : В.Ю. Міщенко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2026. – 53 с.

Укладачі: В.Ю. Міщенко, к.т.н., старш.викл.

Рецензент: Д.О. Кулагін, д.т.н., професор

Відповідальний за випуск: Шрам О.А., зав. кафедри, к.т.н.

Затверджено  
на засіданні кафедри  
«Електропостачання промислових  
підприємств»  
Протокол № 7 .  
від « 03 » лютого 2026р.

Рекомендовано до видання  
НМК електротехнічного  
факультету  
Протокол № 7 .  
від « 19 » лютого 2026р.

## ЗМІСТ

5 Монтаж розподільних пристроїв.....	59
5.1 Загальні відомості про розподільні пристрої напругою до та понад 1000В.....	59
5.2 Монтаж комплектних розподільних пристроїв.....	61
5.3 Монтаж ізоляторів.....	67
5.4 Технологія монтажу вторинних ланцюгів.....	67
5.5 Заземлюючі пристрої.....	69
5.6 Розподільні щитки, пункти, шафи.....	70
5.7 Монтаж розподільних пристроїв напругою до 1000В.....	72
5.8 Техніка безпеки під час монтажу розподільних пристроїв	74
6 Монтаж електроприводів.....	78
6.1 Технологічна послідовність операцій.....	78
6.2 Вимоги до монтажу електродвигунів.....	79
6.3 Підготування електродвигунів до монтажу.....	80
6.4 Підготовка фундаменту.....	81
6.5 Установка двигуна на опорну основу.....	83
6.6 Способи передачі обертального руху від електродвигуна до робочої машини.....	85
6.7 Вивірення положення валів електродвигуна та робочої машини.....	88
6.8 Монтаж апаратури керування і захисту.....	89
7 Монтаж відкритих розподільчих улаштувань.....	92
7.1 Відкрита електропроводка.....	92
7.2 Порядок робіт при монтажі відкритої проводки.....	93
7.3 Відкрита електропроводка в приміщенні.....	96
7.4 Тросові електропроводки.....	96
7.5 Зовнішня електропроводка.....	98

8 Монтаж установок для освітлення та низьковольтних комплектних пристроїв.....	100
8.1 Класифікація та основні характеристики світильників...	100
8.2 Загальні характеристики опромінювачей.....	101
8.3 Стробоскопічний ефект та способи його усунення.....	102
8.4 Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами.....	102
8.5 Складання плану освітлювальної мережі приміщень сільськогосподарських споруд.....	103
8.6 Організація монтажу систем освітлення.....	104
Перелік джерел посилань.....	107

## 5 МОНТАЖ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

### 5.1 Загальні відомості про розподільні пристрої напругою до та понад 1000В

Розподільним пристроєм (РП) називають сукупність електрообладнання, що призначене для приймання і розподілу електричної енергії. Такі пристрої бувають закриті та відкриті, збірні та комплектні [2].

У збірних РП електрообладнання монтується в запроєктованому місці, а в комплектних воно змонтоване в спеціальних шафах на заводі та цілком підготовлене для вмикання до джерел енергії.

РП на напругу до 35 кВ і вище споруджують відкритого типу. Широко використовують на станціях і підстанціях комплектні розподільні пристрої (КРП). Вони призначені для розподілу електроенергії та захисту електроустановок і кіл від перевантажень, коротких замикань, а також для нечастих комутацій електричних кіл. КРП скорочують терміни і вартість монтажних робіт, їх випускають у вигляді щитів, шаф, панелей, РП, ящиків і щитків.

Останнім часом часто застосовують серії збірних комплектних пристроїв, які складаються з окремих блоків і панелей. Щити поділяють на розподільні, керування, релейні, сигналізації і контролю. Це металеві конструкції, що комплектуються з окремих панелей, пульт-панелей або шаф, на яких розміщені прилади й апарати, передбачені проектом, а також збірні шини і проводки вторинних кіл для приєднання встановленої апаратури.

Розподільні щити призначені для приймання та розподілу електроенергії в мережах напругою до 1000 В і залежно від конструкції поділяються на одно – і двостороннього обслуговування, панельні та шафні.

Одностороннього обслуговування розраховані на встановлення безпосередньо біля стіни і на обслуговування з лицевої сторони. Всі приводи і ручки керування винесені на фасад, а для огляду, обслуговування і ремонту на зворотному боці панелі мають дверцята. Щити одностороннього обслуговування (ЩО) виготовляють у відкритому і закритому виконанні. Відкриті щити збирають з панелей, а закриті – з шаф. Щити одностороннього обслуговування

комплектують з окремих панелей – ввідних, лінійних, секційних і торцевих.

Лінійні панелі слугують для приєднання до збірних шин споживачів електроенергії, ввідні – для приєднання шинних і кабельних вводів; секційні – для секціонування збірних шин. Бокові сторони крайніх панелей щита закривають торцевими панелями із захисними і декоративними дверцятами.

Панелі всіх видів складаються з каркаса, на якому встановлені захисні та комутаційні апарати а також вимірювальні прилади. Каркас по вертикалі розбитий на п'ять відсіків. У середньому відсіку розміщені збірні шини і прилади, над ним і під ним – блоки, у верхньому – тільки прилади, а в нижньому – кінцеві лінії. Кришки відсіку виконані знімними. Це дає змогу виконувати монтаж, ревізію і ремонт з фасаду щита. Основні типові панелі випускають шириною 600 мм, висотою 2160 мм і глибиною 550 мм.

Нині широко використовують щити ЩО-70. Як панелі, так і шафи ЩО-70 мають габаритні розміри 2200\*600\*/800... 1100 мм і максимальний струм приєднання 2000 А.

РП двостороннього обслуговування зручніші в експлуатації, але вимагають більше місця. Масове використання дістали щити з панелей ПРС. Їх ширина 600 і 800 мм, висота 2400 мм і глибина 550 мм. З типових панелей ПРС комплектують розподільні щити двостороннього обслуговування напругою до 1000 В. Обслуговування, ремонт і приєднання апаратів проводять із тильної сторони панелі, крім панелей з авто мостами. У панелях з апаратами на номінальні струми 600 і 1000 А і автоматами на 400 А передбачають шинні складання для приєднання кількох кабелів.

Розподільні щити двостороннього обслуговування комплектують також з типових панелей ПД і шаф ЩД. Ці панелі економніші за витратами матеріалів і зручніші у виготовленні й обслуговуванні. Панелі ПД, відкриті зверху і ззаду, встановлюють в електроприміщеннях, а шафи ЩД, закриті зверху і ззаду – у виробничих приміщеннях. З цих панелей і шаф можна комплектувати розподільні пристрої для КТП.

За призначенням панелі ПД і шафи ЩД поділяють на лінійні, ввідні та секційні. Висота всіх панелей і шаф – 2200 мм, глибина – 550 мм, ширина – 600, 800 і 1000 мм. Панелі комплектують блоками

запобіжник - вимикач БПВ, вимикач БВ і автоматами на номінальні струми 100...2000. У ввідних і секційних панелях у закритій шафі розміщується релейна апаратура АВР. Блок запобіжник-вимикач – це трифазний комутаційно-захисний апарат на номінальні струми до 1000 А з подвійним розривом кола, використаний сумісно з приводом у вигляді одного апарата – БПВ і БВ. У блоках БПВ вмикання і вимикання здійснюється патронами ПН-2, вмонтованими у важільний привод, так що при рухові останнього патрони рухаються прямолінійно. Блоки для встановлення в ящиках і шафах мають блокування, що виключає відкривання дверцял при увімкненому положенні та вмикання при відкритих дверцятках.

Розподільні пункти ПР 9000, ПР 11, ПР 21, ПР 22, ПР 23, ПР 24, ПР 41 і т.д. призначені для розподілу електроенергії і захисту електроустановок, а також нечастих оперативних комутацій електричних кіл і пуску асинхронних двигунів [3, 4].

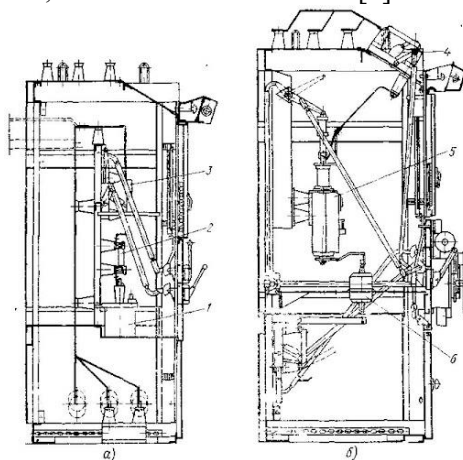
Розподільні пункти ПР 41 укомплектовані конденсаторами КСІ-038-18УЗ, їх використовують для компенсації реактивної енергії. Розподільні пункти за способом встановлення бувають вбудовані в нішах, навісні на стінах, колонах, конструкціях і на підлозі. Силові ящики призначені для захисту, нечастих вмикань і вимикань під навантаженням електричних кіл трифазного струму, а в разі наявності запобіжників і для захисту від перевантаження і короткого замикання. Вони мають один вбудований триполюсний рубильник або рубильник з трьома запобіжниками. Введення проводів у ящики і виведення з них відбувається через верхню і нижню кришки. До силових ящиків належать ЯБПВУ, ЯТП, ЯПП та ін.

## **5.2 Монтаж комплектних розподільних пристроїв**

Комплектні розподільні пристрої, внутрішньої установки [6]. Комплектні розподільні пристрої для внутрішньої установки виконуються у вигляді окремих металевих камер типу КСО (камера збірної одностороннього обслуговування) або у вигляді металевих шаф типу КРУ. У камерах КСО встановлення й прилади жорстко закріплені на опорних рамах з кутової сталі, а в шафах КРУ встановлення розміщене на викочуваних рамах — візках, які при необхідності можна висувати із шафи.

Камери КСО прості по конструкції, тому їх можна виготовляти як на заводах, так і в майстерних монтажних організацій. Після складання їх привозять на місце установки й монтують. Камери КСО-266 на напругу 10 кВ із одинарною системою збірних шин призначені для установки в приміщеннях з коливаннями температури від  $-5$  до  $+35^{\circ}$  С. Камери КСО-266 комплектуються малооб'ємними масляними вимикачами ВМГ-10 із приводами ПП-67 і ПЭ-11, автогазовими вимикачами навантаження ВВП-17з, іншою високовольтною апаратурою, а також захисними й вимірювальними приладами. Роз'єднувачі й вимикачі навантаження постачені стаціонарними заземлюючими ножами й відповідними блокуваннями, що виключають помилкові операції з ними.

На рисунку 5.1 показана схема камери КСО-266 з установкою вимірювального трансформатора напруги. Трансформатор напруги 1 (НОМ-10) підключений до шин через роз'єднувач 3 із заземлюючими ножами РВЗ-10/400 і захищений кварцовим запобіжником 2 (ПКТ-10). Над панеллю розміщений затискної короб зі світловим карнизом. Габаритні розміри камери (глибина, ширина й висота) становлять 1200х1000х2932 мм, а її маса близько 500 кг [2].



*а* — камера з вимірювальним трансформатором напруги, *б* — з масляним вимикачем; 1 — вимірювальний трансформатор напруги, 2 — запобіжник, 3, 4 — роз'єднувачі, 5 — масляний вимикач, 6 — трансформатор струму

Рисунок 5.1 – Камери серії КСО-266:

Камери КСО-266 з масляними вимикачами мають масу 750—850 кг, їхні розміри відповідно становлять 1200x1000x3085 мм. Схема й розріз такої камери з кабельним виводом на лінію, що відходить. Масляний вимикач 5 підключений до шин через шинний роз'єднувач 4 (РВФ-10/600). Між вимикачем і лінійним роз'єднувачем РВЗ-10/600 із заземлюючими ножами встановлений вимірювальний трансформатор струму 6. Вимикач постачений пружинним приводом ПП-67. Збірні шини в камерах типу КСО розташовуються над шафами, вся апаратура усередині, а прилади керування й захисту — на зовнішній лицьовій панелі.

Камери типу КСО виконуються з різними схемами-осередками, з яких можна при монтажі збирати необхідний розподільний пристрій. Для з'єднання камер між собою (або двох рядів камер) передбачені шинні мости, що з'єднують камери прямо або через секційні роз'єднувачі.

Камери КСО-366 розподільних пристроїв напругою 10 кВ призначені для установки в приміщеннях с коливаннями температури від —20 до +35°С. Вони комплектуються роз'єднувачами й вимикачами навантаження, захисними й вимірювальними приладами. У таких камерах можуть бути встановлені також вимикачі навантаження Внпз-17, розрядники й трансформатори напруги. Розмір камер КСО-366 становить 1000x1000x2080 мм, а їхня маса, залежно від устаткування, — від 250 до 340 кг.

Комплектні розподільні пристрої монтують тільки в приміщеннях, де повністю закінчені будівельні роботи.

Для кожного ряду камер заставні підстави монтують за рівнем (нерівність допускається не більше 1 мм на 1 м довжини й 5 мм по всій довжині). Несучі поверхні з відрихтованих смуг кутової сталі встановлюють в одній строго горизонтальній площині. Куточки або швелери приєднують до контуру заземлення смуговою сталлю 40 x 4 мм не менш чим у двох місцях. Кабельні канали й прорізи повинні точно відповідати кресленням, а труби для проходу кабелю — виступати зі стіни або фундаменту не менш чим на 30 мм [6].

При монтажі шаф КРУ в приміщенні ширина проходу з фасадної сторони для однорядної установки повинна бути рівній довжині викатного візка плюс 0,8 м, для дворядної — довжині викатного візка плюс 1 м. Відстань від шаф до бічних стін приміщення при однобічній

установці передбачають не менш 0,1 м. Блоки ставлять на напрямні куточки й швелери в послідовності, передбаченої проектом. Монтаж камер КСО й шаф КРУ починають із крайнього корпусу й до установки наступні приступають тільки після перевірки правильності положення по вертикалі й горизонталі попереднього корпусу. По закінченні установки корпусу блоки з'єднують болтами, починаючи із крайнього. У першу чергу затягують нижні болти, потім-верхні.

За допомогою шнура перевіряють прямолінійність верхньої частини камер і при необхідності регулюють їхнє положення сталевими підкладками. Вкочуючи візок, перевіряють правильність установки шаф КРУ, при цьому рухливі й нерухливі частини повинні збігатися, а положення візка — чітко фіксуватися роликами.

Збігу що роз'єднують і заземлюють контактів при перевірці домагаються повільним укочуванням візків у робоче положення за допомогою механізму. Комплектне РУ вважається правильно встановленим і може остаточно закріплюватися, якщо корпус і візок не гойдаються; нижня рама корпусу розташовується горизонтально; рухливі й нерухливі частини контактів, що роз'єднують, первинних і вторинних ланцюгів збігаються; ролики механізму доведення чітко фіксують положення візка; пази скоби збігаються з віссю роликів; зазори між віссю кріплення коромисел шторок і роликами візки приблизно однакові; контрольні отвори суміжних корпусів збігаються; зазор між стінками суміжно встановлюваних корпусів не перевищує 1 мм; двері у закритому положенні перебувають в одній вертикальній площині. Особливо ретельно перевіряють роботу шторок, які повинні підніматися й опускатися без перекосів і заїдань, а також дія механічного блокування.

Вивірені шафи КРУ й камери КСО остаточно жорстко прикріплюють електрозварним швом довжиною 60-70 мм до напрямних у чотирьох, кутах, це забезпечує надійне заземлення корпусів. Далі в шафах знімають аркуші шинного відсіку й звільняють від тимчасового кріплення відгалужуванні шини. Верхні частини шинотримачів знімають, а на нижні частини укладають збірні шини з урахуванням кольору фаз. Відгалужуванні шини приєднують до зборень болтами або стисками, потім закріплюють на шинотримачах. Ділянки збірних шин у межах одного щита зварюють, а між різними щитами з'єднують болтами або стисками.

Прилади й апарати, демонтовані на час перевезення, установлюють після монтажу шин і приєднують їх до первинних і вторинних ланцюгів відповідно до схем.

Поверхні збірних шин у місцях контактів промивають бензином і змазують тонким шаром вазеліну. Ці поверхні не можна зачищати напилком або наждаковою шкуркою, тому що на заводі вони покриті спеціальним сплавом олова із цинком щоб уникнути корозії. Після установки збірних шин всієї секції затягують болти в контактних з'єднаннях, а потім прокладають магістральні шинки вторинних ланцюгів. Далі перевіряють роботу вимикачів, роз'єднувачів, допоміжних контактів і блокувальних пристроїв відповідно до вимог інструкції підприємства — виготовлювача.

Ножі роз'єднувача в камерах КСО при включенні повинні входити в нерухливі контакти без ударів і перекосів і не доходити до упору на 3-5 мм. Неодночасність торкання ножами нерухливих контактів не повинна перевищувати 3 мм. Привод роз'єднувача в крайніх положеннях повинен автоматично надійно заціпатися фіксатором.

Правильність установки штепсельних роз'єднувачів у шафах камер КРУ перевіряють, спостерігаючи через люки відсіків корпусу шафи за контактами при повільному укочуванні візка.

Ніж роз'єднувача нерухливого контакту в робочому положенні повинен входити усередину рухливого на глибину не менш 30 мм і не доходити до упору не менш, ніж на 5 мм. Напрямні шпильки рухливої системи вторинних ланцюгів повинні входити в отвори нерухливої системи раніше початку замикання контактів вторинних ланцюгів.

У камерах КСО вимикачі серії ВМП-10 установлюють на опорні конструкції й у запобіганні перекосів при монтажі вивіряють їх по вертикалі й по головних осях камери.

За допомогою нарізних сполучень раму вимикача кріплять до опорних конструкцій. Приводи вимикачів надходять на монтаж у повністю зібраному й відрегульованому стані.

Після установки відповідно до розмітки й вивірки положення вимикача і його привода регулюють хід рухливої частини вимикача. Для цього вимикач і привод відключають і з'єднують їхні вали тягою. Регулювання довжини тяги роблять при повністю включених приводах й вимикачі. Змінюючи кути повороту важелів, домагаються нормальної

величини розчину контактів. Роботу механізму вільного розчіплювання перевіряють при повністю включеному положенні вимикача й двох-трьох проміжних положеннях. Масловіддільник і верхню кришку кожного циліндра знімають, і в різьбові отвори в торцях рухливих контактів ввертають регулювальні сталеві стрижні діаметром 6 мм, довжиною 400 мм із різьбленням М6 на кінці. Для контролю моменту зіткнення контактних стрижнів з нерухливими розетними контактами монтують допоміжну схему з лампами сигналізації. Неодноразовість торкання контактів у різних полюсах не повинна перевищувати 5 мм.

За допомогою рухливої частини при ручному керуванні регулюють момент замикання контактів і відзначають граничні положення рухливих контактів нанесенням рисок на регулювальні стрижні. При регулюванні забезпечують загальну довжину ходу контактних стрижнів у циліндрах у межах 240—245 мм, довжину ходу в контактах (входження стрижня в розетку) у межах 52—64 мм і кут повороту валу вимикача в межах 85—89°. Недохід контактного стрижня до граничного нижнього положення повинен бути не менш 4 мм.

Потім приєднують що відходять і харчують кабелі й проведення вторинних ланцюгів. Після остаточної установки КРУ (КСО) всі металеві конструкції, на яких вони змонтовані, приєднують до мережі заземлення. Заземлення виконують приваркою нижніх рам корпусів камери у двох місцях до магістралі заземлення або до заставних частин, приєднаним до магістралі заземлення. Зовнішній вигляд розподільчих пристроїв напругою понад 1000В представлений на рисунку 5.2.



Рисунок 5.2 – Розподільчі пристрої напругою понад 1000В

### 5.3 Монтаж ізоляторів

Опорні і прохідні ізолятори призначені для електричної ізоляції струмоведучих частин один від одного і від землі, а також для кріплення шин до стін, конструкцій і т.п [7, 8].

До початку монтажу ретельно оглядають ізолятори, перевіряють міцність армування, стан фарфору, відсутність відбитих країв і сколов; поверхню ізолятора очищають, а в прохідних ізоляторах, крім того, поверхню струмоведучого стержня або шини зачищають і змащують технічним вазеліном. Опорні ізолятори спочатку встановлюють в крайніх точках лінії шин; між цими ізоляторами натягують шнур (чи проволікату), а потім по шнуру встановлюють і вирівнюють по висоті усі ізолятори, підкладаючи у разі потреби під їх підстави толь або картон, а при установці на металевих конструкціях — листову сталь. Прокладення не повинні виступати на фланці ізоляторів. Фланці ізоляторів не мають бути «втоплені» в перегородках або стінах. При подачі на місце монтажу і ізолятори піднімають за фланець, а не за ковпачки. Після установки ізоляторів перевіряють і регулюють їх положення у вертикальній, горизонтальній і похилій площинах. Ковпачки повинні знаходитися в одній площині (щоб уникнути додаткової напруги від закріплюваних на ізоляторах шин), відхилення  $\pm$ , що допускається, 2 мм. Осі що усіх стоять у ряді опорних або прохідних ізоляторів не повинні відхилитися убік більш ніж на 5 мм. Положення ковпачків ізоляторів можна вивірити за допомогою рейки завдовжки 3-4 м.

### 5.4 Технологія монтажу вторинних ланцюгів

Вторинні ланцюги з ізольованих проводів при прокладенні по панелях об'єднують в потоки, які розташовують горизонтально або вертикально. Допустимі відхилення від горизонталі і вертикалі складають 6 мм на 1 м довжини. При формуванні шляхів проводів уникають перехрещення. Відгалуження від шляху виконують переважно під прямим кутом [6].

Потоки мають в розпорядженні прямі і рівні щільні ряди: в кожному ряду не більше 10-15 проводів. Довгі проводи розташовують в нижньому ряду, короткі - у верхньому.

Переходи шляхів проводів з панелі на панель виконують гнучкими плоскими або джгутовими компенсаторами. Пучки проводів, працюючих на скручування, захищають металорукавом або полівінілхлоридною трубкою. Місця виходу проводів обмотують стрічкою.

У вторинних ланцюгах в якості провідників використовують мідні проводи площею перерізи не менше 1,5 мм. Допускають застосування мідних жил площею перерізи 1 мм<sup>2</sup> для невідповідальних вторинних ланцюгів в електроустановках напругою до 1000 В.

При використанні в ланцюгах автоматики і телемеханіки кабелів зв'язку їх кінці обробляють.

Бандажування пучків жил кабелів проводять натертими парафіном нитками діаметром близько 0,5 мм. Крок в'язки бандажем приблизно дорівнює двом діаметрам його пучка. Замість ниток застосовують пластмасові або металеві (покриті пластмасою) поясочки, що встановлюються через 300-500 мм.

Жили проводів і кабелей прокладають з достатнім запасом по довжині, щоб у разі обриву кінці жил можна було знову приєднати до затиску або контакту апарату.

Провідники маркують на обох кінцях - у набірних затискачів і у затискачів апаратів і застосуванням спеціальних кінцевиків, манжет, трубок.

Одинопровідні проводи окінцьовують кільцем або прямою ділянкою проводи, багатопровідні - наконечником. До затиску з кожного боку можна приєднувати не більше двох жил.

Ділянки ланцюгів, розділені контактами апаратів, обмотками реле і іншими елементами, повинні мати різну маркіровку. Ділянки ланцюги, що проходять через роз'ємні, розбірні або нерозбірні контактні з'єднання, повинні мати однакову маркіровку. Для відмінності ділянок ланцюга допускається додавати до маркіровки послідовні числа або позначення пристроїв (агрегатів), відділяючи їх знаком дефіс.

Для знаходження серед багатьох провідників, прокладених потоком, одного з них по доступних кінцях, віддалених один від одного і не приєднаних до яких-небудь інших ланцюгів, використовують спосіб «прозвонки». Походження терміну «прозвонка» пояснюється тим, що спочатку в якості сигналу про знаходження ланцюга застосовували електричні дзвінки — зумери.

## 5.5 Заземлюючі пристрої

Монтаж заземлюючих пристроїв (ЗП) складається з наступних операцій: підготовки земляної траншеї; установки заземлювачів (вертикальних і горизонтальних) і з'єднання їх між собою; прокладення заземлюючих провідників; з'єднань заземлюючих провідників із заземлювачами і частинами устаткування, що заземлюються [7, 8].

В якості заземлювачів використовуються в першу чергу природні заземлювачі: залізобетонні фундаменти будівель і споруд, металеві труби водопроводу, металеві оболонки броньованих кабелів, прокладених в землі.

При недостатньому опорі природних заземлювачів встановлюють штучні заземлювачі. З цією метою по периметру об'єкту (підстанції) риється траншея завглибшки 0,7...0,8 м. В дно траншеї заглиблюються вертикальні заземлювачі (електроди) завдовжки 3,5 м, в якості яких використовується сталевий прокат: круглий діаметром не менше 16 мм; трубний діаметром не менше 32 мм; кутовий перерізом не менше 100 мм.

Заглиблення електродів в ґрунт виконується ударним способом, втискуванням або укручуванням. Для укручування застосовується електрозаглиблювач - дріль з редуктором, що знижує частоту обертання нижче 100 об/хв і відповідно до тих, що збільшують момент, що обертає, на вкручуваному електроді. Нижньому кінцю електродів надається форми бура.

Після заглиблення в ґрунт верхні кінці електродів, виступаючі на 150...200 мм над дном траншеї, з'єднуються між собою горизонтальними заземлювачами. В якості горизонтальних заземлювачів використовується, як правило, смугова сталь перерізом не менше 100 мм або сталевий дріт діаметром не менше 10 мм.

У відкритих РП додатково прокладаються подовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі, об'єднані між собою в заземлюючу сітку. Це необхідно для вирівнювання електричного потенціалу на території РП при стіканні із ЗП струму замикання на землю.

Приєднання заземлюючих провідників до заземлювача виконується зварюванням, а до металевих частин устаткування, як правило, за допомогою болтового з'єднання. Місця зварювання покривають бітумним лаком.

Після закінчення монтажу ЗП складається акт прихованих робіт з вказівкою прив'язки ЗП до стаціонарних орієнтирів. Траншея засипається ґрунтом і трамбується.

Заземлення устаткування, що знаходиться усередині будівель, виконується приєднанням цього устаткування за допомогою заземлюючих провідників до заземлюючої шини. Ця шина, має бути сполучена із зовнішнім контуром заземлення не менше чим двома заземлюючими провідниками в різних точках.

Заземлююча шина кріпиться безпосередньо до стін будівель і споруд за допомогою дюбелів і будівельно-монтажного пістолета. Кріплення виконується на висоті 0,4...0,6 м від рівня підлоги через кожні 1,5 м.

Після монтажу усі відкрито прокладені елементи ЗП забарвлюються подовжніми або поперечними смугами жовтого і зеленого кольору, що чергуються.

## 5.6 Розподільні щитки, пункти, шафи

Групові розподільні щитки – це комплектні пристрої для комутації і захисту освітлювальних мереж. Щитки випускають для житлових будинків і спеціального призначення – для виробничих і громадських споруд.

Щитки для житлових будинків бувають поверхові, квартирні та суміщені. Поверховий щиток виготовляють у вигляді рами з шасі та дверцятами. На шасі закріплені захисні та комутаційні апарати й затискачі. Квартирні щитки мають лічильники і апарати захисту групових ліній квартирної мережі, якщо вони не винесені на поверховий щиток. Найчастіше застосовують на поверхях щитки суміщені, на яких також установлені апарати захисту та керування.

Щиток – це сталевий ящик, всередині якого на шасі змонтована апаратура. Ручки автоматів виведені на фасад щитка і закриті дверцятами. На боковій стінці корпусу є болт для приєднання до мережі заземлення. Верхня і нижня кришки знімаються. Для введення кабелю або труби знімають кришку.

Для електроустановок промислових підприємств і громадських закладів випускають групові щитки серії СУ09400, пункти С-9500 і розподільні пункти ПР-9000 з одно- і триполюсними установочними

автоматами в захищеному виконанні, освітлювальні щитки серії ОП, ОЩ, ОЩВ у захищеному виконанні з автоматами на 6 і 12 груп, призначені для приймання і розподілу електроенергії і захисту від перевантажень і струмів КЗ ліній освітлювальних мереж 380/220В з глухозаземленою нейтраллю (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Розподільчі пристрої напругою до 1000В

Силкові розподільні шафи СП і ШРС слугують для розподілу електроенергії і захисту кіл від перевантажень і коротких замикань. На вводі шафи розміщені один або два рубильники, або рубильник із запобіжником, на відхідних лініях – запобіжники. Щити і пульти керування та захисту призначені для автоматичного і ручного керування електрообладнанням, а також для захисту електроустановок.

На щитах і пультах монтують прилади захисту (реле), прилади і апарати керування, сигналізації і контролю, Щити і пульти складають з окремих конструктивних елементів (панелей). Щити виготовляють одинарними і здвоєними і встановлюють прямолінійно, дугоподібно, Г- або П-подібного.

Панель, яку використовують у щитах керування, сигналізації і захисту, складається з каркаса, карниза і опорного пояса. На бокових стінках панелі закріплені перфоровані лотки, по яких прокладають проводи вторинних кіл і жили контрольних кабелів. На фасадній стороні закріплюють апарати і прилади. У верхній частині панелі щита прокладають шинки оперативного струму, які закріплені в шинотримачах.

Пульти – це металоконструкції з похилою верхньою кришкою і передніми дверцятами. Апаратуру керування, контролю та сигналізації розміщено всередині цієї металоконструкції. Окремі апарати і прилади (кнопки, ручки, ключі керування, сигнальні лампи) виведені на кришку пульта. Пульти виготовляють двох видів: підлогові та підвісні. Пульт керування зручний для обслуговування, оскільки дає змогу зосередити в одному місці велику кількість приладів й апаратів керування складними агрегатами. Корпус пульта зварений з гнутих сталених листів і нерухомо з'єднаний з панеллю, в якій відсутній лист у нижній частині.

Пульт керування, прибудований з лицевої сторони до його панелі, називають пульт-панеллю. Дошку пульта (столу) вставляють похило для зручності обслуговування апаратів і приладів. Панель, пульт-панель або шафа – це повністю змонтований вузол щита. Станції керування є комплектним пристроєм, призначеним для дистанційного автоматичного керування електроустановками. Вони поділяються на блоки керування (БК) і панелі керування (ПК). Блок складається з ізоляційної плити, на якій змонтовані апарати без рами, а панель – з кількох плит зі змонтованими апаратами і приладами на спільній металевій рамі. Станції керування у вигляді панелей і блоків разом з допоміжним електрообладнанням.

Щити станції керування – це повністю закінчений комплектний пристрій, при встановленні якого на місці виконують тільки під'єднання живильних і відхідних кабелів і проводів та міжсекційні з'єднання. При встановленні ЩСК необхідно розмістити панелі так, щоб забезпечити двостороннє обслуговування апаратів і приладів. Ширина проходу має бути за щитом не менше ніж 0,8 м, лицевої сторони при дворядному розміщенні щита не менше ніж 1,5 м, при однорядному – 1,2 м [7].

### **5.7 Монтаж розподільних пристроїв напругою до 1000В**

Щити і пульти виготовляють відповідно до призначення, конструкції і способів обслуговування, проте загальні принципи монтажу однакові для всіх.

Монтаж щитів виконують у дві стадії.

На першій стадії одночасно з будівельними роботами електромонтажники встановлюють передбачені проектом закладні частини в будівельні конструкції або здійснюють нагляд за їх установленням, прокладають труби до щитів, або пультів, готують траси електропроводок і мережі заземлення. До початку монтажу щитів необхідно закінчити провідку мережі освітлення, прокласти магістраль заземлення і встановити опорні конструкції для прокладання і кріплення проводів і кабелів, що приєднуються до щитів та шаф.

Після закінчення оздоблювальних робіт і приймання приміщення під монтаж виконують роботи другої стадії: встановлюють щит, прокладають кабелі по підготовлених трасах, монтують кабельні муфти, приєднують кабелі і проводи. При підготовці щита до встановлення виконують розміточні роботи. У ПУЕ наведено допустимі відстані в електроприміщеннях, які необхідно дотримувати при монтажі щита.

Вихідними мітками для встановлення щитів і пультів є мітки чистої підлоги. Щит або пульт установлюють на фундаментну раму, закріплену болтами в бетонну підлогу. Блоки щитів і пультів установлюють на фундаментну раму, вивіряють у горизонтальній та вертикальній площині за шнуром і виском і тимчасово закріплюють на рамі.

Після встановлення, з'єднання та вивірювання всіх панелей остаточно закріплюють щит або пульт болтами і додатково приварюють у кількох точках для забезпечення надійного заземлення.

Щити і пульти можна прикріплювати також зварюванням до попередньо закладених будівельних елементів. Незнімні електроконструкції приварюють, знімні прикріплюють болтами. Після встановлення та закріплення щита або пульта монтують збірні шини і розгалуження від них. Шини можна збирати та закріплювати на ізоляторах, якщо на контактних поверхнях немає вм'ятин, раковин, нерівностей, задирок, тріщин та інших дефектів. Помічені дефекти усувають повторною обробкою. Шини з'єднують електрозварюванням або болтами. Однополюсні шини випробовують з усіх сторін, а в багатопольосних – тільки зовнішні поверхні пакета. Гайки болтів розміщують з боку, зручного для спостереження і підтягування.

Після складання, вивірювання та закріплення щита або пульта на фундаментній рамі встановлюють апарати. Монтаж апаратів

складається з огляду кожного встановлення і приєднання до нього проводів або кабелів. Усі ключі, кнопки і ручки керування підписують, що вказує на операцію, для якої вони призначені (наприклад “Увімкнено”, “Вимкнено”); на сигнальних апаратах надписи показують характер сигналу. Прилади встановлюють вертикально за виском, за винятком приладів спеціального типу, призначених для монтажу в горизонтальному або похилому положенні.

Далі перевіряють відповідність виконаних монтажних робіт технічним умовам і нормам. Проводять детальний зовнішній огляд, електричні та механічні випробування. Опір ізоляції всіх вторинних кіл одного приєднання вимірюють мегомметром 500...1000 В і він повинен бути не менше ніж 0,5 МОм. Механічну міцність кріплення рубильників і перемикачів перевіряють 30-разовим вмиканням і вимиканням. Надписи про призначення наносять чорною фарбою по трафарету із задньої сторони панелей. З лицьової сторони панелей надписи розміщують у рамках під приводами.

Монтаж щитів, ввідних пристроїв, шаф складається з таких операцій: розмітки, встановлення і вивірювання рами; встановлення на раму блоків щита; з'єднання юлоків між собою і закріплення їх на рамі; під'єднання проводів і кабелів; заземлення. Щити, ввідні пристрої, щитки встановлюють за виском або за рівнем строго вертикально. Поверхові та квартирні щитки при встановленні в нішах закріплюють по розпірних болтах або закладених деталях, а також дюбелями-гвинтами.

Сучасна конструкція поверхових розподільних щитів дає змогу встановлювати їх до початку оздоблювальних робіт. Щитки мають спеціальний контактний пристрій для приєднання до магістралі без їх розрізування. У нішах щитки закріплюють чотирма розпірними болтами, що розміщені на шасі, після чого прокладають проводи магістралі.

## **5.8 Техніка безпеки під час монтажу розподільних пристроїв**

Перш ніж приступитися до монтажу електроустановки в розподільних пристроях, канали й прорізи в перекриттях закривають тимчасовими суцільними щитами заподлицо з підлогою, а самі щити ретельно підганяють, щоб вони не могли перекинутися. Монтажні

прорізи, необхідні для такелажу важкого встаткування, обгороджують знімним поруччям [8].

Переміщення, підйом і установку електроустаткування підстанцій роблять із максимальним застосуванням механізмів. Заготовлені в майстерні пакети збірних шин залежно від їхніх розмірів і маси піднімають на конструкції за допомогою талів, блоків і лебідок.

Щоб уникнути поранення рук при монтажі ошиновки із фланців ізоляторів, болтів, шпильок перед їхньою установкою на конструкціях розподільного пристрою видаляють заусенці.

Після монтажу збірних шин не допускається використовувати їх для закріплення такелажних пристосувань або конструкцій, а, також включати під напругу для подачі тимчасового живлення на потреби будівництва (наприклад, для живлення зварювальних трансформаторів).

Забороняється залишати інструмент на верхніх частинах конструкцій розподільних пристроїв, тому що при падінні він може нанести ушкодження працюючий унизу.

Роз'єднувачі й електроконструкції масою 30 кг піднімають тільки механізмами й спеціальними пристосуваннями. Піднімальні троси й стропи не можна кріпити за ізолятори, контактні деталі або шляхом пропущення тросів через отвори настановних лабетів. Піднятий роз'єднувач варто негайно закріпити й тільки після цього можна зняти стропи. Не можна кріпити встаткування або окремі його елементи тимчасовими дротовими підвісками й іншими випадковими кріпильними матеріалами. Переміщення, підйом і установку роз'єднувачів і інших апаратів типу, що рубає, роблять у положенні «Включене». При монтажі однополюсних роз'єднувачів необхідно точно й надійно відрегулювати зачеплення замка для запобігання мимовільного викидання ножа. Вивіряють, наприклад, роз'єднувачі й ізолятори й підганяючи отвору, не дозволяється перевіряти збіг отворів руками. При установці привода до роз'єднувачів його варто брати за корпус, а не за рукоятку. Регулювання роз'єднувачів треба виконувати вдвох. Включення й відключення роз'єднувача приводом роблять тільки по команді щоб уникнути защемлення рук.

Підйом, переміщення й установку вимикачів напругою вище 1 кВ і автоматів, постачених зворотними пружинами або механізмами вільного розчіплювання, роблять у положенні «Відключене». Вимикачі

з натягнутими або стислими пружинами, що відключають, піднімають або переміщують тільки в тому випадку, якщо ці пружини постачені надійними стопорними пристосуваннями. Щоб уникнути поранення знімати ці стопорні пристосування треба обережно.

Перед регулюванням апаратів, зчеплених з електромагнітним, електродвигуновим або пневматичним приводом, треба зняти рукоятку ручного керування.

Більшу небезпеку при монтажі представляє мимовільне відключення вимикача внаслідок випадкового роз'єднання механізму вільного розчіплювання привода (наприклад, під дією поштовху або струсу). Для того щоб механізм вільного розчіплювання мимовільно не спрацював, між важелем, що відключає, і корпусом привода закладають клин або встановлюють тимчасовий стопорний болт. По закінченні робіт ці стопорні пристосування знімають.

При заливанні маслом масляних вимикачів і інших маслонаповнених апаратів у приміщенні розподільного пристрою в безпосередній близькості від місця заливання масла не можна працювати з паяльними лампами й іншими вогневими приладами. Для зливу масла й заливання його в апаратуру варто користуватися тільки металевою тарою — скляну тару застосовують для відбору проб масла на хімічний аналіз.

При сушінні ізоляції вимикача індукційним методом корпус вимикача необхідно надійно заземлювати. При монтажі трансформаторів струму й напруги вторинні обмотки повинні бути закорочені й заземлені.

Підйом реакторів роблять спеціальними пристосуваннями, тому що закріплювати троси за колонки реактора або за обмотку забороняється.

Під час регулювання повітряних вимикачів сторонні особи не повинні наближатися до вимикача ближче 30-50 м щоб уникнути поранення осколками при розриві порцелянових ізоляторів. Випробування апарата супроводжуються сильним звуковим ефектом, схожим на вибух або постріл, про що попереджають всіх працюючих на відкритій підстанції.

Якщо при налагоджувальних роботах виникає необхідність наблизитися до вимикача або піднятися на нього для виконання тої або іншої операції по регулюванню, це можна зробити тільки в проміжках

між операціями при знятому оперативному струмі. При цьому в розподільних шаф вимикача чергує спеціально проінструкований працівник для того, щоб ніхто не зміг оперувати вимикачем. При провадженні робіт на вимикачі небезпечно стояти під ножем віддільника. Виконувати які-небудь роботи в розподільній шафі не можна, якщо при цьому ведуть роботи на самому вимикачі [7].

При монтажі відкритих підстанцій підйом колон порталів роблять автокраном. Зачіпляють їхніми стропами потрібно вище центра ваги, щоб при підйомі колона приймала положення, близьке до вертикального. Тимчасові розчалування кріплять до надійних опор або спеціально закладеним у землю якорям. Після ретельної вивірки вертикального положення й опускання колони на фундамент закріплюють гайки фундаментних болтів.

Працювати на конструкціях відкритих розподільних пристроїв без запобіжного поясу не допускається. Для більшої безпеки роботи монтаж ошиновки відкритих розподільних пристроїв виконують до монтажу встаткування.

При складанні гірлянд підвісних ізоляторів для ошиновки встановлюють замки й шплінти заводського виробництва. Застосовувати замітники (вигнутий дріт і ін.) забороняється. Підйом гірлянд роблять знизу вручну або лебідкою за допомогою монтажного ролика.

Під час монтажних робіт оперативні цілі знеструмлюють, а вставки запобіжників всіх ланцюгів керування знімають. Для того щоб випробувати вимикач від оперативного струму, треба встановити вставки, але при цьому попередньо видалити всіх осіб, що не беруть участь у випробуванні. Для перевірки одночасності замикання контактів повинні вживатися лампи напругою 12 У.

Для горизонтального переміщення камер комплектних розподільних пристроїв (КРУ), блоків збірних розподільних пристроїв щитів, важких апаратів і вузлів ошиновки усередині приміщення застосовують спеціальні візки, рольганги й поворотні опори.

Монтаж комплектних підстанцій зводиться до такелажу окремих елементів. Очевидно, що безпека їхнього монтажу в основному аналогічна безпеці такелажу.

## 6 МОНТАЖ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

### 6.1 Технологічна послідовність операцій

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

Монтаж електричних машин, що поступили в зібраному виді, роблять в наступному порядку: установка на фундамент; вивіряння; монтаж напівмуфт і центрування валів; перевірка пригону вкладишів підшипників; заливка бетонною сумішшю фундаментних плит і болтів; перевірка центрування валів після доливки бетонної суміші; під'єднання зовнішніх кабелів, монтаж повітроохолоджувачів, маслопроводів і заземлення; установка захисних кожухів, щитів і обгороджувачів [2].

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

## 6.2 Вимоги до монтажу електродвигунів

Згідно з вимогами ПУЕ [1] електродвигуни і апарати повинні бути встановлені в такий спосіб, щоб виключити можливість потрапляння на їх обмотки води, мастил, емульсій тощо, а вібрація обладнання, фундаментів і частин будівлі не перевищувала допустимих меж.

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

Частини електродвигуна, що обертаються, і частини, що з'єднують електродвигуни з механізмами (*муфти, шків*) повинні мати огороження від випадкових торкань. Ширина проходів між фундаментами або корпусами електродвигунів, електродвигунами і частинами приміщення або обладнання повинна бути не менше 1 м. Допускається звуження проходів між виступаючими частинами машин і будівельними конструкціями до 0,6 м на довжині не більше 0,5 м.

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

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

Електродвигуни змінного струму напругою до 1000 В вмикають без сушіння, якщо обмотка статора має опір не менше 0,5 МОм при температурі 10-300С. При меншому значенні; опору ізоляції сушать струмом. Сушіння обмоток припиняють, якщо опір ізоляції незмінний протягом трьох годин.

### 6.3 Підготування електродвигунів до монтажу

Перед початком монтажу необхідно виконати перевірку комплектності обладнання, цілісності корпусів двигуна, шаф, відсутність механічних пошкоджень, корозії, перевірити наявності паспортів та технічної документації, відповідність паспортних даних.

Об'єм і зміст документації, яку розробляє організація, що виконує монтаж електричної машини, визначається потужністю та габаритами машини [3-5].

*Перед монтажем* ознайомлюються з паспортними даними електричної машини з метою відповідності її напрузі електромережі, потужності, максимальному моменту, умовам навколишнього середовища.

*Перевіряють відповідність* напруги і частоти мережі номінальній напрузі і частоті двигуна, вказаним на табличці. Для двигуна із сполученням фаз обмотки “ $\Delta/Y$ ”, схема з'єднання обмотки статора, напруга і частота для підключення до мережі вказані в паспорті.

Сам двигун необхідно очистити від пилу, антикорозійного покриття, та транспортувальних матеріалів. Перевірити опір ізоляції обмотки мегоометром. А також перевірити, чи вільно обертається ротор. Найменший допустимий опір ізоляції 1 МОм. Двигун, що має менший опір, необхідно піддати сушці, при цьому температура обмотки не повинна перевищувати 100°C; виміряти опір кола терморезисторів (для двигунів зі вбудованим температурним захистом) при короткочасній подачі напруги постійного струму не більше 7,5 В. Опір кола терморезисторів температурного захисту повинен бути в межах від 120 до 600 Ом при температурі навколишнього середовища від 0 до 40°C; перевірити ширину вибухонепроникної щілини між кришкою і корпусом коробки виводів; перевірити, чи вільно обертається ротор двигуна (обертання від руки).

Підготувати фундамент, на який буде встановлено електропривід, для забезпечення жорсткого кріплення та відсутності вібрацій. Також необхідно перевірити підготовку кабельних трас, заземлення та місць для встановлення апаратури керування.

До початку монтажу повинні бути перевірені наявність і готовність до роботи підйимально-транспортних засобів, таких як лебідки, блоки, домкрати, катки.

***Встановити і закріпити двигун на місці експлуатації. Виконати занулення і заземлення двигуна згідно з ПУЕ-2007.***

Закріпити кабель в кабельному вводі. При цьому повинні бути передбачені додаткові заходи, що запобігають розтягуючим зусиллям, скручуванню і висмикуванню кабеля з кабельного введення (окрім випадку трубної проводки кабеля). Перевірити надійність з'єднання жил кабеля до прохідних затисків в коробці виводів.

***З'єднати двигун з приводним механізмом.***

При з'єднанні двигуна з приводним механізмом необхідно забезпечити співвісність валів, що сполучаються. Деталі, що встановлюються на вал двигуна, повинні бути динамічно відбалансовані з напівшпонкою. У двигунах з двома робочими кінцями валу загальне навантаження на обидва кінці валу не повинне бути більше номінального.

***Підключити двигун до мережі.*** Пуск двигуна здійснюється безпосередньо включенням на повну напругу мережі за допомогою апаратів ручного або дистанційного керування. Перший пробний пуск двигуна робиться, по можливості, без навантаження. Після запуску двигуна слід переконатися у відсутності ненормальних шумів і підвищеної вібрації. Для зміни напрямку обертання необхідно поміняти місцями будь-які два струмопровідні проводи кабеля живлення.

## 6.4 Підготовка фундаменту

Монтаж двигунів здійснюється згідно з проектом. Приміщення і фундамент під двигуни приймається за спеціальним актом. Площа приміщення повинна забезпечувати можливість виконання операцій по монтажу електричних машин [6].

Фундаменти під електродвигуни (рисунок 6.1) виконують з бетону, каменю, перепаленої цегли на цементному розчині, їхні розміри залежать від маси двигуна, стану ґрунту, ступеня промерзання (для зовнішніх установок).

Бетонні фундаменти під електродвигуни влаштовують у землі. Для цього риють котлован прямокутної форми, глибина якого повинна

бути такою, щоб фундамент лежав не на насипному ґрунті, а на материку (глибину фундаментів звичайно приймають 0,5...1,5 м). Розміри його в плані приймають відповідно до розмірів фундаментної плити, показів із припуском 50...250 мм на сторону.

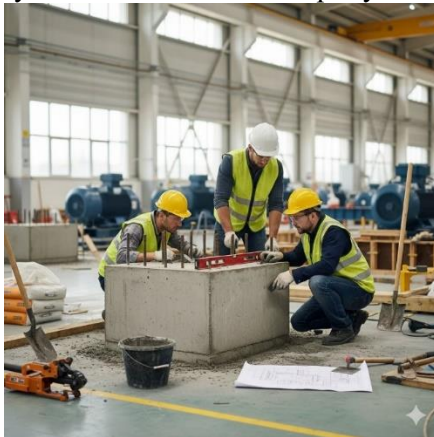


Рисунок 6.1 – Підготовка фундаменту під електродвигун

Фундаменти електричних машин не повинні доторкатись до фундаментів колон та інших несучих конструкцій будівлі, щоб їм не передавалась вібрація машин. Проходи для обслуговування між корпусами двигунів не вужче, ніж 1 м.

Під час приймання фундаменту перевіряють: відповідність проекту; відповідність габаритних розмірів; стан фундаменту; розміщення і габаритні розміри анкерних болтів (рисунок 6.2).



Рисунок 6.2 – Встановлення двигуна на фундамент

Двигун установлюють на фундамент через 10... 15 днів після заливання. Електродвигуни піднімають і встановлюють на фундаменти за допомогою кранів, талів, лебідок, блоків і інших механізмів [2].

### 6.5 Установка двигуна на опорну основу

Вибір місця установки електродвигуна є одним з основних питань при монтажу електроприводу. Приводні електродвигуни можуть установлюватися безпосередньо на робочій машині або окремо від неї. До опорної підстави вони кріпляться за допомогою лап станини або фланців. Якщо електродвигун входить у конструкцію машини, то його установка, з'єднання з приводним органом, вивірення з'єднання, підключення виводів обмоток і апаратурі керування проводяться безпосередньо на заводах-виробниках робочої машини або агрегату, що поставляються звичайно без розбирання. Великогабаритні робочі машини і механізми можуть поставлятися на місця установки вузлами, де проводиться їхнє складання. При цьому монтаж електродвигуна не становить складності: визначене і підготовлене місце його установки, виготовлені кріпильні деталі, деталі з'єднання з приводним органом та інше.

У ряді випадків приводний електродвигун встановлюється окремо від робочої машини або механізму на литі чавунні плити, полозки, зварні рами, фундаменти тощо. Усередині будинку вони можуть установлюватися на будівельних деталях (стінах, стелях).

**До частин будинків безпосередньо електродвигуни не кріпляться.** Спочатку на стіні або стелі закріплюють сталеві конструкції у вигляді зварних із сталевого кутка кронштейнів, полозків та ін. Такі конструкції можуть виготовлятися на заводі і входити в комплект постачання машини або установки. При розмітці отворів на стіні або стелі передбачається така установка конструкцій, щоб вісь вади електродвигуна знаходилася в горизонтальній (вертикальній) площині і була паралельна поверхні стіни або стелі (рисунок 6.3).

Кріплення металевих конструкцій до будівельних деталей виконують за допомогою болтів, під які у стінах просвердлюють наскрізні отвори. З зовнішньої сторони стіни під головку болта підкладають шайбу. Електричні двигуни масою до 60 кг можуть кріпитися за допомогою анкерних болтів, вмурованих у цегельні або

бетонні стіни цементним розчином. Для установки на опорні підстави електродвигуни піднімають за допомогою вантажопідіймальних машин і механізмів.

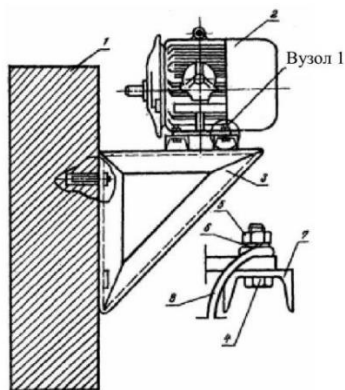


Рисунок 6.3 – Встановлення електродвигуна на кронштейні

Перед установкою двигуна на опорну підставу потрібно насадити на кінець вала півмуфту, шків або шестерню. Операцію необхідно виконувати за допомогою спеціального пристосування з натяжним гвинтом. Вал електродвигуна попередньо очищають від бруду, старого мастила, фарби або іржі тканиною, змоченої гасом. Залишки іржі видаляють шліфуванням за допомогою наждакового паперу № 00 або № 000, змазаного мінеральною олією. Після повного очищення вала його поверхню протирають тканиною насухо, змащують тонким шаром мінеральної олії, закладають шпонку і шпоночну канавку і надівають захисну кришку вентилятора. Поперечину пристосування впирають у торець вала, а на протилежний кінець його тиском насаджують шків або півмуфту.

Шківів і напівмуфт знімають із валів електродвигунів за допомогою спеціальних скоб або універсальних зйомників. Вони дозволяють захоплювати деталь як із зовнішньої, так і з внутрішньої сторони і розвивати тягове зусилля до 20 кг. Використання пристосувань для зняття і насаджування шківів, півмуфт та ін. дозволяє всі горизонтальні зусилля, що виникають при цьому, передати в осьовому напрямку на вал, а не на підшипники.

## 6.6 Способи передачі обертального руху від електродвигуна до робочої машини

Залежно від призначення і конструкції електричних машин і механізмів, а також від вимог до їх валів застосовують **основні види з'єднань**: за допомогою муфт; редукторів; шківів; пасів; шестерень (рисунок 6.4).



Рисунок 6.4 – Варіанти з'єднань електроприводів з механізмами

З'єднання валів за допомогою муфт:

- жорстке з'єднання (для забезпечення роботи валів без зміщення) виконують за допомогою фланців або жорстких муфт;
- напівжорстке з'єднання (для з'єднання валів турбогенераторів з валами парових турбін) виконують за допомогою зубчато-пружних муфт (муфти змінної жорсткості);
- еластичне з'єднання (при можливості бокових або кутових зміщень валів) виконують за допомогою пружних втулко-пальцевих муфт.

Для передачі обертального моменту від електродвигуна до робочої машини можуть використовуватися різноманітні пристрої, що передають: механічні, гідравлічні, електромагнітні.

За призначенням, принципом дії і конструкцією муфти класифікують:

- муфти з постійним зчепленням валів електродвигуна і робочої машини (глухі, пружні, рухливі й ін.);
- фланцеві поперечно-стяжні муфти. Є найбільш поширеними з групи глухих муфт.

Глуха муфта (рисунок 6.5) складається з двох півмуфт, одна з яких насаджена на вал електродвигуна, а інша - на вал робочої машини або механізму. Обидві півмуфти з'єднуються безпосередньо за допомогою болтів. Пружні муфти можуть бути металевими або неметалевими. У якості перших використовують сталеві пружини або сталеві пружинні стрижні, пластини або пакети пластин.

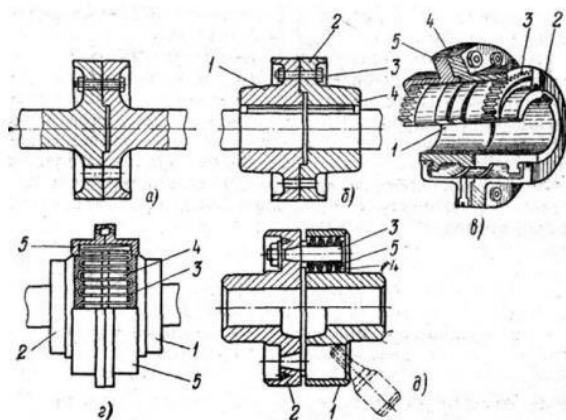


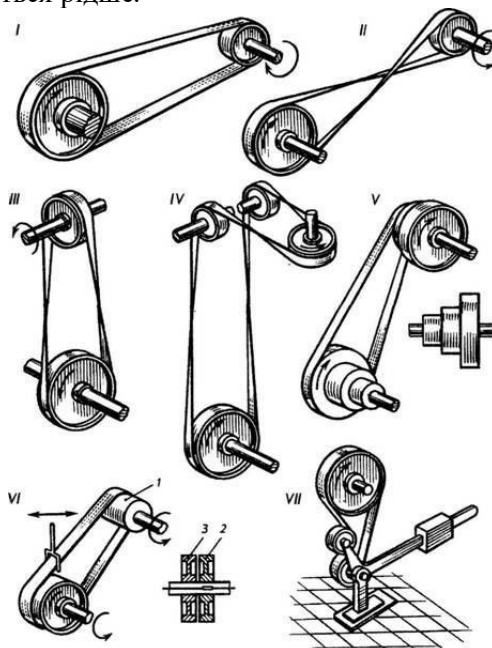
Рисунок 6.5 – Жорстка муфта

Неметалевим пружним елементом в основному є гума або шкіра, що володіє високою еластичністю. Муфти з пружними металевими елементами більш довговічні, мають менші розміри, але більшу вартість, ніж муфти з неметалевими пружними елементами.

Ремінні передачі (рисунок 6.6) застосовують при деякій відстані між осями електродвигуна і робочої машини або при неоднаковій частоті обертання. Передачі цього виду мають простоту, плавність ходу, безшумність роботи, малі початкові витрати.

Недоліками ремінних передач є великий надлишковий тиск на вали, мала компактність, мінливість частоти обертання за рахунок прослизання ремня і невисокий ККД.

Плоскоремінна передача одержала поширення у вигляді відкритої, або прямої, передачі. Вона застосовується, коли вали електродвигуна і машини паралельні й обертаються в одну сторону. Інші види плоскоремінної передачі - перехресна, напівперехресна, кутова - зустрічаються рідше.



*відкрита передача I; перехресна передача II; напівперехресна передача III; кутова передача IV; передача зі ступінчастими шківками V; передача з холостим шківком VI; передача з натяжним роликком, VII.*

Рисунок 6.6 – Види ремінних передач

Правильне з'єднання кінців ремня і монтаж передачі забезпечують повільність ходу, безшумність роботи і довговічність.

Клиноремінна передача одержача велике поширення завдяки технічним перевагам перед плоскоремінною. Вона має більшу тягову спроможність при меншій ширині шківки, велике передатне число, менший тиск на вали двигуна і машини, неспадання ремня при перевантаженнях та ін. Клинові ремні водонепроникні, передача може працювати при великій вологості повітря. Вартість клиноремінної

передачі дещо вища в порівнянні з плоскоремінною, а термін служби клинових ременів менший.

### **6.7 Вивіряння положення валів електродвигуна та робочої машини**

Для нормальної роботи електроприводу кожний вид механічних передач, що з'єднують вали електродвигуна і робочої машини, у процесі монтажу потребує відповідної наладки або вивіряння. Полягає вона в тому, щоб домогтися необхідного розташування електродвигуна щодо робочої машини. Взаємне розташування їх визначається видом передач. Різні передачі вивіряють різними способами [7].

Для нормальної роботи електроприводу потрібне взаємне розташування електродвигуна і робочої машини, при якому осі їхніх валів повинні лежати на одній прямій лінії. Таке вивіряння передач часто називають центрівкою. Домогтися точної відповідності цим вимогам буває важко. Тому допускаються деякі відхилення від них. До високошвидкісних електроприводів і жорстких з'єднань (наприклад, за допомогою муфт) ставляться більш жорсткі вимоги, ніж до низькошвидкісних електроприводів або до еластичного (пружного) з'єднання. Так, для поперечно-стяжної муфти при синхронній частоті обертання  $3000 \text{ хв}^{-1}$  допускаються осьові зазори  $0,04...0,05 \text{ мм}$ , тоді як при частоті обертання  $1500 \text{ хв}^{-1}$  -  $0,08...0,11 \text{ мм}$ . Для яружних втулочно-гіальцьових муфт радіальні зсуви допускаються в межах  $0,3...0,6 \text{ мм}$ , а кутові (осьові) - до  $1 \text{ мм}$ .

**Основні способи і технічні засоби вивіряння передачі оберտального моменту:** центрувальні скоби; щупи; з використанням однієї пари радіально-осьових скоб; з використанням двох пар радіально-осьових скоб; центрування валів по півмуфтах; пристрій с використанням стрічкового або електромагнітного притискача; центрування способом “обходу однієї точки”; центрування валів електричних машин і машин із зубчастими передачами при наявності проміжного валу; візуальне центрування валів за допомогою центропошукача.

#### **Установка і вивіряння підшипникових стояків**

Машини, що пройшли контрольну зборку на заводі, мають отвори у фундаментних плитах для установки і кріплення підшипникових

стояків. У машинах, що не пройшли заводської зборки, необхідно розмітити фундаментні плити і просвердлити в них отвори для кріплення стояків.

У місцях установки підшипникових стояків на фундаментну плиту укладають регулювальні металеві підкладки і ізолюючі прокладення під одним або двома стояками відповідно до настановних креслень заводу-виготівника.

### *Центрування валів електричних машин*

Центрування валів (рисунок 6.7) включає дві основні операції: вивіряння осі загального валу (вивіряння лінії валів) і усунення бічних і кутових зміщень валів машин, що сполучаються, і механізмів.



Рисунок 6.7 – Центрування положення валів електродвигуна та робочої машини

## 6.8 Монтаж апаратури керування і захисту

До апаратури керування відносяться магнітні пускачі, контактори, реле, перетворювачі частоти, реостати, кнопкові пости, кінцеві вимикачі та інші елементи автоматики [6, 7].

Пускорегулюючі апарати повинні бути міцно закріплені і встановлені вертикально. Рубильники, перемикачі, запобіжники і блоки рубильник - запобіжник монтують на розподільних щитах і силових шафах (рисунок 6.8).



Рисунок 6.8 – Монтаж апаратури керування електроприводу

Контактні ножі апаратів при включенні повинні торкатися контактних стоек з обох сторін по всій лінії. При цьому відпружування контактних пластин стоек при вході в них ножа повинно бути добре помітно на око.

Магнітні пускачі встановлюють на силових розподільних збірках, на розподільних щитах або окремо на конструкціях, що прикріплюються до стін (рисунок 6.9).

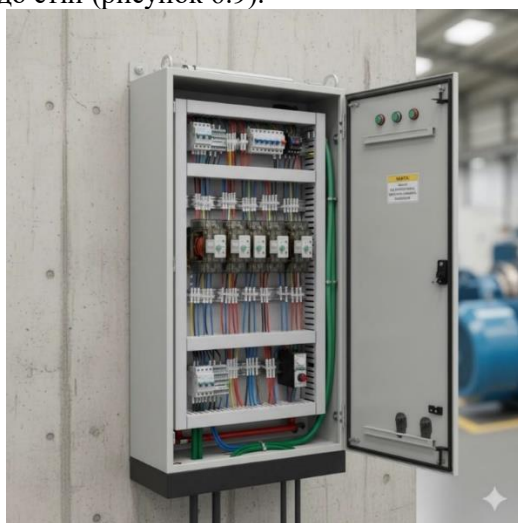


Рисунок 6.9 – Встановлення магнітних пускачів у розподільному щиті

Розміри провалу і натискання головних і допоміжних контактів перевіряють і регулюють відповідно до вказівок підприємств-виробників. Якщо при включенні магнітного пускача чуто сильне гудіння його магнітної системи, усувають наступні можливі несправності: недостатнє затягування гвинтів, що кріплять сердечник, пошкодження короткозамкнутого витка, надмірне натискання контактів.

У реверсивних пускачах перед включенням в роботу ретельно перевіряють роботу блокування, що запобігає можливості одночасного включення силових контактів прямого і зворотного ходу.

При монтажі усієї необхідної апаратури необхідно дотримуватись схеми електричних з'єднань, забезпечувати надійний контакт у всіх з'єднаннях, маркування проводів та їх ізоляцію.

Особлива увага приділяється системам захисту від перевантажень, коротких замикань і заземленню корпусів електрообладнання.

## 7 МОНТАЖ ВІДКРИТИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ УЛАШТУВАНЬ

### 7.1 Відкрита електропроводка

Відкриту електропроводку, як правило, монтують в тих випадках коли немає можливості зробити її схованою [4, 5].

Наприклад: в дерев'яному будинку, по металічних конструкціях (ангари, гаражі), потрібно підключити станок, обладнання, потрібно встановити розетку або вимикач, а виготовлення штроби є недоцільним, в нежилых приміщеннях, де відкрита проводка не буде заважати естетичному оформленню приміщення, в будь-яких приміщеннях, де немає необхідності ховати проводку.

Відкрита електропроводка має ряд своїх недоліків і переваг. Ось основні з них:

- проводи і розподільчі коробки заважають правильно підібрати дизайн інтер'єру.
- при відкритій електропроводці проводи охолоджуються гірше ніж під шаром штукатурки.
- монтується дана електропроводка значно швидше.
- її можна легко замінити або модернізувати.

Відкриту електропроводку не рекомендується монтувати без спеціального захисту. Це може бути кабельний канал, гофрована труба (металорукав або ПВХ-рукав), плінтусний короб, металева труба, ПВХ труба тощо. Вони захищають проводку від механічних пошкоджень, а металева труба є негорючою. Також при монтажі електропроводки по дерев'яним конструкціям слід вибирати гофровані труби, ПВХ труби та кабельний канал з високими показниками негорючості. Такі матеріали зі звичайними характеристиками не підходять для дерев'яних конструкцій. Плінтусний короб не слід використовувати по дерев'яним конструкціям.

Монтаж відкритої електропроводки відрізняється від схованої тільки тим що всі елементи проводки знаходяться на зовні.

## 7.2 Порядок робіт при монтажі відкритої проводки

1. Починається монтаж з проектування схеми електропроводки та розмітки.

Розмітка відкритої проводки нічим не відрізняється від розмітки схованої проводки. Кріпильні роботи. Монтаж проводів.

2. Монтаж розподільчих коробок. Розподільчі коробки кріпляться до поверхні дюбелями або саморізами, все залежить від типу стіни. Можуть бути круглими або прямокутними (рисунок 7.1).

3. Встановлюємо електрощит. В даній ситуації нам також знадобиться зовнішній електрощит.



Рисунок 7.1 – Приклади відкритих розподільчих коробок

Розподільний електрощит (рисунок 7.2) встановлюється та кріпиться дюбелями або саморізами рівно по горизонталі та вертикалі на висоті 1,5-1,7 м від підлоги. На дерев'яній поверхні щит повинен бути металевим або кріпитися на азбест, текстоліт або металеву пластину. Азбест - токсичний матеріал, тому його краще використовувати в нежилых приміщеннях.



Рисунок 7.2 – Відкриті щитові

4. Встановлюємо розетки і вимикачі. Розетки і вимикачі повинні бути накладними. Монтуються досить просто за допомогою дюбелів або саморізів, щоб їх встановити не потрібно підрозетників. На дерев'яних поверхнях вони також повинні ізолюватися від дерева або відповідати високим параметрам щодо негорючості (рисунок 7.3).



Рисунок 7.3 – Вигляд монтажу розетки та вимикача в одній рамці

5. Прокладання проводки. Кабель та провід доцільніше прокладати після того, коли змонтовані щиток, розподільні коробки, розетки та вимикачі, так як це полегшить їх монтаж та підвищить естетичність, оскільки буде видно реальні розміри. Розглянемо основні методи прокладання кабелю та проводу.

Плінтусний короб (рисунок 7.4). Різновидів такого плінтусу є багато, але завдання в них одне – скрити зовнішню проводку. Пускаємо до розетки або до вимикача провід по плінтусу, а там де необхідно пройти двері, провід ховаємо за обналічкою. А від плінтусу до розетки, вимикача, люстри провід прокладаємо іншими методами які ми далі розглянемо.

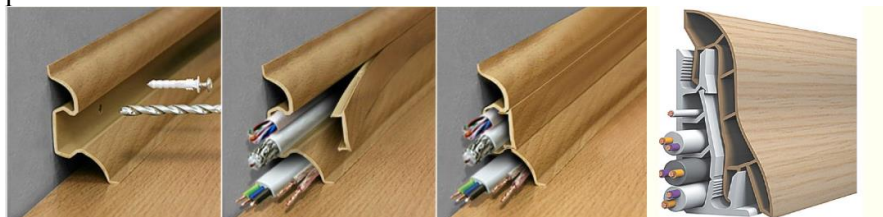


Рисунок 7.4 – Приклад прокладки проводів у плінтусі

Гофрована труба (рисунок 7.5). Прокладати проводку в гофрованій трубі є досить надійно але не естетично. Тому монтують таку проводку, як правило, в нежилых приміщеннях . Гофротруба не підтримує горіння і її можна монтувати навіть на нерівні поверхні. Кріпиться до поверхні за допомогою кліпс або обійм. Бувають пластикові гофротруби і металічні. Там де необхідно більшу міцність там використовують металічну гофровану трубу. В гофрованій трубі є сталевий дріт, до якого кріпиться провід і затягується в гофру. Далі по наміченій лінії кріпляться кліпси або обійми дюбелями або саморізами в залежності від матеріалу поверхні і в них вставляється гофрована труба з проводом.



Рисунок 7.5 – Гофрована труба

Кабельні канали (пластиковий короб, футляр). Вони мають ряд переваг: гарний естетичний вигляд, не підтримують горіння, з легкістю можна модернізувати проводку. І недоліки: в нових будинках із бруса їх монтувати одразу не можна, потрібно чекати поки брус висохне, так як при висиханні брус викривляється, що може спричинити розтріскування та відривання короба. Складно кріпити на нерівні поверхні. Кабельний канал кріпиться до поверхні саморізами, дюбелями або на рідкі цвяхи. Все залежить від типу поверхні. Спочатку кріпиться основа каналу, вкладається провід, кабель або декілька, а потім закривається кришкою, причому потрібно поступово вклати провід чи кабель і закривати кришкою, в іншому випадку провід може випасти.

До кабельних каналів продається безліч аксесуарів. Це внутрішні і зовнішні кути, закінчення, з'єднувачі, трійник роз'ємний, повороти на різні градуси тощо [5].



Рисунок 7.6 – Кабельні канали

### 7.3 Відкрита електропроводка в приміщенні

Електропроводки плоскими проводами забороняється виконувати при відкритому прокладанні у пожежонебезпечних приміщеннях та на чердаках, при відкритому та схованому прокладанні у вибухонебезпечних, особливо сирих приміщеннях та у приміщеннях з хімічно активною середою, а також у дитячих та лікувальних закладах, клубах, спортивних спорудах.

При відкритому прокладанні по стінах і стелях слід дотримуватися архітектурних ліній приміщень, прокладаючи провід на відстані не менше 20 мм від карнизів, що виступають декоративними елементами. У приміщеннях, обклеєних шпалерами, верхній горизонтальний провід прокладають вище від шпалер.

При відкритій прокладці провід прикріплюють до опорної поверхні приклеюванням, гвинтами або скобами. Його прибивають до опорної конструкції по середній лінії розділювальної плівки дроту з відстанню між точками кріплення 120—200 мм з діаметром гвинта від 1,4 до 3 мм [5].

### 7.4 Тросові електропроводки

Тросовими електропроводками називаються відкриті електропроводки, виконані спеціальними тросовими проводами або ізованими та захищеними проводами та кабелями, прикріпленими до сталевго троса.

Тросову проводку використовують у приміщеннях промислових підприємств зі складною конструкцією будівельної частини, де через

наявність великої кількості різних трубопроводів, колон, ферм та балок важко виконати проведення іншого типу.

Тросові електропроводки монтують з найбільшим ступенем індустріалізації у дві стадії. Це найдешевші електропроводки і вони мають обмежене число кріплень на одиницю довжини. Тросові електропроводки монтують у приміщеннях з будь-яким середовищем, обираючи проводи та кабелі для цієї середовища.

Залежно від умов прокладання, кріплення ліній та місць встановлення світильників використовують три варіанти попереднього заготівлі тросових проводок:

1) заготовляють на всю проектну довжину лінії несучий трос із закріпленими на ньому проводами та кабелями або тросовими проводами з натяжним пристроєм, кінцевими петлями, відгалужувальними коробками та приєднаною освітлювальною арматурою (без скла); виконують те саме, крім приєднання освітлювальної арматури; те саме, що й у першому варіанті, але постачається секціями з подальшим з'єднанням секцій на об'єкті монтажу.

Для влаштування тросових проводок використовують спеціальні проводи з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією і з несучим тросом (АРТ, АВТ, АВТВ) або з підсилим несучим тросом АВТВУ). Крім звичайних, застосовують також ізольовані проводи АПР(ПР), АПВ(ПВ) або легкі неброньовані кабелі АВРГ(ВРГ), АВВГ(ВВГ), АНРГ(НРГ), із трьома — чотирма стумопровідними жилами перерізом до 16 мм<sup>2</sup>.

Тросову проводку заготовляють у МЕЗ індустріальними методами. У майстерні відрізок троса або проволочи відповідної довжини натягують між двома опорами на висоті 1—1,5 м від підлоги.

На закріпленому таким чином тросі підвішують проводи, монтують освітлювальну арматуру та приєднують розгалуження від лінії до затискачів світильників. На одному кінці троса закріплюють гак, а на іншому — гак із натяжною гайкою, необхідний для регулювання натягу троса при закріпленні його в цеху. Заготовлену в майстерні лінію тросової проводки змотують у бухту та транспортують на місце монтажу. За допомогою блоків і напрямних її піднімають нагору і закріплюють. Перед встановленням на проектну висоту встановлюють кінцеві та проміжні деталі та підвіски для кріплення несучого троса, підтримуючих конструкцій та кронштейнів для

світильників та інших апаратів. Потім піднімають електропроводку на проєктне місце, закріплюють трос одним кінцем за анкерну конструкцію, з'єднують його з проміжними підвісками, попередньо натягують і насаджують на інший анкерний гак. Натягування виконують вручну при прогонах до 15 м, а за більших прогонів — лебідкою. Після цього залишково натягують несучий трос і всі металеві деталі лінії та приєднують лінію до джерела живлення (рис. 3.8.). Натяг до установленної стрілки провисання несучий трос залишково закріплюють на всіх проміжних точках до підвісок і розтяжок. Стріла провисання має становити 100—150 мм для прогону 6 м і 200—250 мм для прогону 12 м.

Несучий трос заземлюють у двох точках на кінцях лінії. Усі оголені частини троса, натяжні пристрої, тросові затискачі, анкери, вертикальні підвіски, відтяжки змащують технічним вазеліном.

Для монтажу тросової проводки на першому етапі встановлюють на стінах та конструкціях будівлі гаки для підвішування троса. При відстані між опорами, що перевищує 12 м, трос додатково підвішують до балок або ферм будівлі. У виробничих приміщеннях з нормальним середовищем допускається використання троса в якості нульового робочого проводу в груповій мережі освітлення системи із заземленою нейтраллю, якщо трос не перебуває в безпосередній близькості від частин будинків або горючих конструкцій.

## 7.5 Зовнішня електропроводка

Електропроводки, що прокладаються по зовнішніх стінах будинків і споруд, а також між будинками на опорах (не більше чотирьох прольотів по 25 м кожний), називаються зовнішніми. Ці електропроводки можуть виконуватися проводами й кабелями і можуть бути відкриті та сховані [5].

До зовнішніх електропроводок належать також і вводи в будинки та споруди від повітряних ліній електропередач, що з'єднують розгалуження від цих ліній до внутрішньої електропроводки, починаючи від ізоляторів, встановлених на зовнішній поверхні стіни чи даху будинку, до затискачів ввідного пристрою.

Якщо зовнішню електропроводку прокладають незахищеними ізольованими проводами, їх розміщують так, щоб вони були

недоступні, на безпечній відстані для людей, наприклад, з балкона, лоджії, тераси. Так, при горизонтальному прокладанні під покрівлею, балконом чи терасою ця відстань повинна бути не меншою ніж 2,5 м, над вікнами — 0,5 м, під вікнами і балконом — 1 м; при вертикальному прокладанні — не менше 0,75 м до вікна і 1 м до балкона. Проводи прокладають від землі на відстані не меншій 2,75 м.

Якщо проводи підвішують на опорах, біля будинків, то відстань до балконів і вікон повинна бути не меншою 1,5 м при невеликому їх відхиленні. Якщо прольоти між опорами становлять до 6 м, то відстань між проводами повинна бути не меншою 0,1 м, при прольоті більше 6 м — не менше 0,15 м. В усіх випадках відстань від проводів до стін і опорних конструкцій не повинна бути меншою 50 мм.

Під покрівлями житлових, громадських будинків і глядацьких споруд не можна прокладати зовнішню електропроводку (винятком є вводи у будинки і розгалуження до них). Вводи у будинки прокладають через стіни в ізоляційних трубках. Допускається виконувати ці вводи через покрівлі у сталевих трубах, в торгових павільйонах, кіосках, пересувних будках й інших спорудах невеликої висоти, на покрівлях яких виключене перебування людей. При цьому відстань від проводів до покрівлі повинна бути не меншою 0,5 м. Зовнішня електропроводка по покрівлях житлових, громадських будинків та глядацьких споруд не допустима.

Проводи й кабелі в трубах, коробах і гнучких металевих рукавах прокладають так само, як внутрішню електропроводку в сирих і особливо сирих приміщеннях, причому в усіх випадках з ущільненням місця з'єднання та розгалуження.

## 8 МОНТАЖ УСТАНОВОК ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ТА НИЗЬКОВОЛЬТНИХ КОМПЛЕКТНИХ ПРИСТРОЇВ

### 8.1 Класифікація та основні характеристики світильників

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

*Світильник* – світловий прилад, перерозподіляючий світло лампи всередині значних тілесних кутів (до  $2\pi$ ).

*Прожектор* – прилад перерозподіляючий світло лампи всередині малих кутів.

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

У світильників прямого світіння (П) відносне значення потоку в нижню напівсферу  $\Phi > 80\%$ , у світильників переважно прямого світіння (Н) –  $\Phi = 60 \dots 80\%$ , світильників розсіяного світіння (Р)  $\Phi = 60 \dots 40\%$ , у світильників переважно відбитого світіння (В)  $\Phi = 20 \dots 40\%$  та у світильників відбитого світіння (О)  $\Phi < 20\%$ .

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

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

Світильники характеризуються наступними основними світлотехнічними показниками: світло розподілення, ККД, захисним кутом [8].

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

$$\eta_{\text{св}} = \frac{\Phi_{\text{св}}}{\Sigma\Phi_{\text{л}}}$$

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

## 8.2 Загальні характеристики опромінювачей

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

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

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

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

В інфрачервоних опромінювачах використовують лампи розжарювання спеціальної конструкції та темні випромінювачі типу

ТЕН (трубчасті електронагрівачі), які не створюють видимого випромінення.

### **8.3 Стробоскопічний ефект та способи його усунення**

Стробоскопічний ефект в люмінесцентних лампах визивається частими (100 раз в секунду) невлотимими для бачення миганнями в такт з коливанням змінного струму в освітлювальній мережі, що може призвести до викривлення дійсної картини руху освітлювального приладу.

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

### **8.4 Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами**

Групові щітки, від яких починається групові освітлювальні мережі, повинні розміщатися в приміщеннях, зручних для обслуговування [6].

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

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

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

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

Групові лінії можуть бути одно, двох, або трьохфазними. Останні обов'язкові, коли чередування фаз в лінії використовується для зменшення пульсації освітленості. Трифазні групи можуть прийняти

втричі більше навантаження, та обслужити в три рази більше світильників ніж однофазні.

Частіше лампи вмикаються в мережу трифазного струму по схемі зірка, чи наприклад коли від мережі 380/220 В живляться лампи 380 В, – по схемі трикутник (рисунок 8.1).

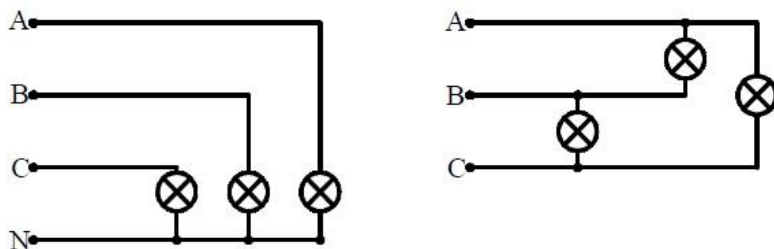


Рисунок 8.1 – Схема вмикання ламп (а) зірка, (б) трикутник

### 8.5 Складання плану освітлювальної мережі приміщень сільськогосподарських споруд

Електричні мережі взагалі, та особливо освітлювальні мережі, є найбільш розповсюдженим видом інженерних комунікацій, так як вони прокладаються в усіх приміщеннях. За характером та призначенню вони повинні відповідати цілому ряду вимог [8]:

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

## 8.6 Організація монтажу систем освітлення

Значна частка електромонтажних робіт пов'язана з електровстановлювальними виробами:

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

Монтаж внутрішньої проводки умовно ділять на дві стадії:

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

До підготовчих робіт належать:

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

Розмітка є відповідальним видом підготовчих електромонтажних робіт.

Етапи розмітки:

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

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

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

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

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

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

Установка люмінесцентних світильників в лінію здійснюється за допомогою монтажних коробів КЛ-1 і КЛ-2. У коробі закріплюються утримувачі світильників, які можуть переміщуватися уздовж корпусу. В місцях розривів між світильниками щілини в коробі закривають кришками. Заломлені всередину краї короба утворюють два канали, в яких прокладають дроти, що живлять світильники. Проводи робочого і аварійного освітлення прокладаються в різних каналах одного короба. Для кріплення коробів передбачений набір різних кріпильних деталей: підвіси, кронштейни, скоби.

Для установки світильників на світлотехнічних містках застосовують поворотні кронштейни, за допомогою яких здійснюється поворот світильника в положення для обслуговування. Для забезпечення швидкого знімання світильників для чищення або ремонту приєднання світильників до мережі рекомендується проводити за допомогою штепсельних з'єднань Електронастановні вироби (розетки, вимикачі) для відкритої установки вмонтовують на дерев'яних або пластмасових підрозетниках, а для прихованої установки – в універсальних монтажних коробках.

Штепсельні розетки встановлюються: - у виробничих приміщеннях на висоті 0,8 – 1,0 м, при підведенні живлення зверху допускається установка на висоті 1,5 м; - у суспільних і житлових

будівлях залежно від оформлення інтер'єру, але не вищі 1 м, допускається їх установка в спеціально пристосованих для цього плінтусах; - у школах, дитячих установах та інших приміщеннях для дітей – на висоті 1,8м.

Вимикачі для світильників загального освітлення встановлюють на висоті від 0,8 до 1,7 м від підлоги, а в школах, дитячих установах та інших приміщеннях для перебування дітей – на висоті 1,8 м. Допускається установка вимикачів під стелею з керуванням за допомогою шнура. Вимикачі, встановлювані в приміщенні поблизу дверей, рекомендується розміщувати з боку дверної ручки. Монтаж освітлювальної установки має свої особливості, оскільки монтажні роботи часто суміщені з будівельними або ведуться безпосередньо в діючих приміщеннях, тобто в обмежених умовах. Безпека роботи в цих умовах залежить в першу чергу від дотримання технології монтажу, визначеної в проєкті виконання монтажних робіт, правильною організацією праці і безумовним виконанням всіх вимог охорони праці, зокрема специфічних для даного вигляду робіт.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видпнмицтво «Форт», 2017. - 760 с.
2. Експлуатація та монтаж електрообладнання: методичні вказівки для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Експлуатація та монтаж електрообладнання» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / [уклад.: Р. В. Телюга, О.А.Козловський, В. В. Зінзура]. - Кропивницький: ЦНТУ, 2018 – 200 с.
3. Технологія електромонтажних робіт. Методичні рекомендації до вивчення курсу лекції для здобувачів вищої освіти освітнього ступення «Бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання/ укладачі: О.С. Садовий, В.А. Мардзявко, А.Ю. Руденко.
4. Технологія монтажу електрообладнання промислових підприємств: навч. посібник / За ред. І. М. Григоренка. – К.: Ліра-К, 2021.
5. Технологія електромонтажних робіт: підручник / В.В. Чорна, С.В. Чорний. – Х. : Компанія СМІТ, 2014. – 288 с.
6. Монтаж енергообладнання та систем керування. Частина І : навч. посіб. для студ. ВНЗ / М. П. Кунденко та ін. Харків: ХНТУСГ, 2017. 282с.
7. Монтаж та налагоджування електромеханічних пристроїв : навч. посіб. /Грабков В. В. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2011. 173 с.
8. Електробезпека: Підручник / С.В. Панченко, О.І. Акімов, М.М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 295 с.