

Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлєв

МОНТАЖ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ КЕРУВАННЯ



Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлєв

МОНТАЖ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

*Рекомендовано Міністерством аграрної політики України
як підручник для студентів аграрних вишніх навчальних закладів
I–II рівнів акредитації зі спеціальності 5.10010102 "Монтаж,
обслуговування та ремонт електротехнічних установок
в агропромисловому комплексі"*

Київ
Аграрна освіта
2009

УДК 621.3.061

*Рекомендовано Міністерством аграрної
політики України (листя № 717118-1-28
від 20.11.2009 р.)*

Рецензенти.

Савченко П.І., доктор технічних наук, професор Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка;

Дордига В.Т., кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри АСВ Таврійського ДАТУ

Решак А.М., викладач електротехнічних дисциплін ВП НУБіП України "Немішайівський агротехнічний коледж"

Куценко Ю.М., Яковлев В.Ф. Монтаж електрообладнання і систем керування / За заг. ред. проф. Яковлева В.Ф. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 348 с.

ISBN № 978-966-7906-61-0

Розглянуто найбільш суттєві питання, що пов'язані з монтажем електричного обладнання в сільському господарстві: нормативна документація та загальні питання планування і проектування електромонтажних робіт, технологія монтажу сучасного електроустановлення, питання монтажу засобів автоматизації, наведено технологію монтажу повітряних ліній із самонесучими ізолюваними проводами, монтаж трансформаторних підстанцій.

У додатках наведено технічні дані нової комутаційної та захисної апаратури.

Буде корисним для інженерно-технічних працівників, які пов'язані з монтажем електротехнічного устаткування.

ISBN № 978-966-7906-61-0

© Куценко Ю.М., Яковлев В.Ф.,
2009

З М І С Т

Передмова	9
Розділ 1 Загальні вимоги до монтажу електричного обладнання та засобів автоматизації	11
1.1 Основні нормативні документи на проведення електромонтажних робіт	11
1.2 Проект виробництва робіт	13
1.3 Мережеве планування електромонтажних робіт	14
1.4 Організація пускних, налагоджувальних робіт	19
1.4.1 Загальні положення до організації пускноналагоджувальних робіт	19
1.4.2 Налаштування і випробування пристроїв захислення	22
1.4.3 Вимірювання опору розтікання струму	24
1.4.4 Вимірювання напруги дотику	26
1.4.5 Перевірка наявності кола між землею і заземлювальними елементами	27
1.4.6 Перевірка опору петлі фаз-нейтраль Z_n	28
1.5 Класифікація електроустановок за призначенням, родом установки, класом напруги	30
1.6 Класифікація електроустановок, електричних приміщень за умовами середовища та ступенем ураження електричним струмом	31
1.7 Монтаж пристроїв управління та захисту	33
1.7.1 Загальні положення	33
1.7.2 Монтаж комутаційних та ручних апаратів	33
1.7.3 Монтаж апаратів дистанційного управління	37
1.7.4 Монтаж апаратів захисту	39
1.8 Основні правила виконання електричних схем	44
1.8.1 Загальні вимоги до виконання електричних схем	44
1.8.2 Основні типи схем	44
1.8.3 Послідовність виконання схем і'єднань згідно з електричними схемами	48
Розділ 2 Технологія монтажу електропроводок	53
2.1 Аналіз систем електропостачання споживачів	53
2.1.1 Вимоги правил до електроустановок житлових, громадських, адміністративних і побутових будівель	53
2.1.2 Характеристика вплив заземлення	55
2.2 Визначення електропроводок. Класифікація електропроводок	57

2.3 Вибір виду проводки. Технічні вимоги до монтажу електропроводок	59
2.4 Умови вибору та вибір площі перерізу провідників для контакту проводок	66
2.5 Способи прокладки відкритих та прихованих проводок	69
2.5.1 Сучасні матеріали та компоненти для монтажу електропроводки	70
2.5.2 Традиційна форма прихованого монтажу електропроводки	74
2.5.3 Сучасний підхід з використанням ПВХ-труб	75
2.5.4 Традиційна форма монтажу накладним способом	76
2.5.5 Сучасний підхід до монтажу накладним способом з використанням твердої ПВХ-труби (на базі лінійки "Експрес")	77
2.5.6 Методика електромонтажу в твердих гладких ПВХ-трубах	77
2.5.7 Штукатурне облицювання	80
2.5.8 Шафи та корпуси	86
2.6 Виконання вводів	88
2.6.1 Основні вимоги щодо захисту низьковольтних комплектних розподільних пристроїв	88
2.6.1.1 Захист ізоляцією частин, які перебувають під напругою ..	88
2.6.1.2 Захист огороження та оболонками	88
2.6.1.3 Захист за допомогою електричних кіл захисту	89
2.6.2 Ввід електропроводки у приміщення	92
2.6.2.1 Особливі вимоги	93
2.6.2.2 Електричний монтаж штукатурою	94
2.6.2.3 Склад і розміщення вимикачів	94
2.6.3 Монтаж низьковольтних комплектних пристроїв	96
Розділ 3 Технологія монтажу електроприводів	99
3.1 Поняття електроприводу	99
3.1.1 Основні характеристики двигунів	99
3.1.2 Технічні характеристики	103
3.1.3 З'єднання обмоток електродвигунів і позначення їхніх виводів	103
3.1.4 Вибір електродвигунів	107
3.2 Вимоги до монтажу електродвигунів	108
3.3 Підготування електродвигунів до монтажу	109
3.4 Монтаж електродвигуна на опорну основу	111
3.4.1 Підготовка фундаменту	111
3.4.2 Установка двигуна на опорну основу	112
3.5 Способи передачі обертового руху від електродвигуна до робочої машини	114

3.6 Визірвання положення валів електродвигуна та робочої машини	118
Розділ 4 Монтаж установок для освітлювання, опромінювання та електронагрівальних установок	122
4.1 Основні характеристики освітлювальних та опромінювальних приладів	122
4.1.1 Світильники	123
4.1.2 Опромінювачі	124
4.2 Особливості монтажу установок освітлення з лампами розжарювання	124
4.3 Особливості та будова світильників з люмінесцентними трубчатими лампами низького тиску	126
4.3.1 Види люмінесцентних ламп	126
4.3.2 Конструкція світильників	128
4.4 Спеціальні лампи для ІЧ-опромінення	129
4.4.1 Монтаж стаціонарних опромінювальних установок	129
4.4.1.1 Опромінювач типу КУФ-1М	130
4.4.1.2 Опромінювач типу ОТ6-40	132
4.5 Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами	134
4.5.1 Загальна характеристика	134
4.5.2 Технічні умови для шинних систем "Басбар"	136
4.5.3 Послідовність монтажу групових ліній освітлення	137
4.6 Особливості монтажу електроустаткування у вибухонебезпечних зонах і пожежобезпечних приміщеннях	139
4.6.1 Монтаж тросових проводок у вибухонебезпечних зонах	142
4.6.2 Випробування освітлювальних електроустановок	145
4.7 Монтаж електронагрівальних установок	145
4.7.1 Основні відомості	145
4.7.2 Монтаж електронагрівальних установок	149
4.7.3 Вимоги техніки безпеки при виконанні електромонтажних робіт	151
Розділ 5 Монтаж засобів автоматизації	154
5.1 Призначення та класифікація станцій керування, штирів і пультів керування	154
5.2 Технологія монтажу засобів автоматизації, захисту і сигналізації	154
5.2.1 Монтаж засобів автоматизації	154
5.2.2 Монтаж засобів захисту	156
5.2.3 Монтаж засобів сигналізації	157

5.3 Розмітка місць установки апаратури, ревізія електроапаратів	158
5.4 Виконання електроприводів всередині шаф та штиків керування	160
5.5 Маркування проводів та кабелів	161
5.6 Застосування пристроїв захисного відключення у системах розземлення нейтралі TN-C, TN-C-S, IT, TT, TN-S	161
5.6.1 Призначення, класифікації	161
5.6.2 Застосування пристроїв захисного відключення	162
5.6.2.1 Вибір перерізу провідників	162
5.6.2.2 Система TN-S	162
5.6.2.3 Система TN-C	163
5.6.2.4 Система TT	164
5.6.2.5 Система IT	165
5.6.2.6 Система TN-C-S	166
5.6.3 Монтаж схем підключення ПЗВ	167
Розділ 6 Технологія монтажу повітряних ліній електропередач	171
6.1 Класифікація ліній за призначенням, 30 класом напруги Визначення повітряної лінії (ПЛ)	171
6.1.1 Класифікація	171
6.1.2 Визначення	171
6.2 Основні конструктивні елементи повітряних ліній	175
6.2.1 Проводи	175
6.2.2 Розташування проводів на опорах ПЛ до 1 кВ	175
6.2.3 Розташування проводів і тросів та відстані між ними на ПЛ вище 1 кВ	176
6.2.4 Ізолятори і арматура	176
6.2.5 Фундаменти	176
6.3 Типи опор	176
6.4 Улоштування повітряних ліній електропередач із самонесучими ізольованими проводами	178
6.4.1 Загальні вимоги	178
6.4.2 Кліматичні умови	180
6.4.3 Габарити, перетини і зближення	182
6.5 Технологія монтажу ПЛ	183
6.5.1 Технологічні операції по монтажу ПЛ	183
6.5.2 Кліматичні умови монтажу СП	183
6.5.3 Розкочування СП	184
6.5.4 Натягування та закріплення СП на опорах	186
6.5.5 Монтаж відгалужень до вводів в будівлі	187

6.5.6	Заземлення нульової жила СІП і металоконструкцій опор ..	138
6.5.7	Кількісний склад бригади з монтажу СІП	138
6.6	Захист ліній від атмосферних перенапруг	190
6.6.1	Заземлення ПЛ до 1 кВ	190
6.6.2	Захист ПЛ вище 1 кВ від перенапруг	192
6.7	Технологія монтажу повітряних ліній з ізолюваними проводами	194
6.7.1	Характеристика опор	194
6.7.2	Натягування, вітування і прийом стріл прогину проволів і тросів	195
6.7.3	Кріплення проводів і тросів на опорах анкерного типу	199
6.7.4	Кріплення проводів і тросів на проміжних опорах	201
6.7.5	Розробка технологічної карти монтажу проводів ПЛ	201
Розділ 7 Монтаж кабельних ліній		204
7.1	Визначення кабельної лінії (КЛ). Області анкористання	204
7.2	Підготовчі роботи	204
7.3	Вибір траси ліній	205
7.4	Монтаж кабелів, кабельних муфт та воронок	206
7.4.1	Монтаж в траншеях	206
7.4.2	Монтаж кабельних ліній у виробничих приміщеннях	207
7.4.3	Маркування кабельних ліній	207
7.5	Використання безнагрівних технологій	208
7.5.1	Загальні відомості	208
7.5.2	Муфта холодної усадки Quick Splice 1000	210
7.5.3	Муфти серії QT II	213
7.5.4	З'єднувачна муфта 92-AG61 I-I	215
Розділ 8 Монтаж трансформаторних підстанцій		220
8.1	Основна характеристика трансформаторних підстанцій	220
8.1.1	Класифікація виконань та основні технічні дані КТП	221
8.2	Монтаж комплектної трансформаторної підстанції	223
8.2.1	Конструкція та робота комплектної трансформаторної підстанції	223
8.2.2	Встановлення комплектної трансформаторної підстанції ...	227
8.2.2.1	Конструкція фундаменту та опорних конструкцій	227
8.2.2.1	Послідовність монтажу КТП	228
8.2.3	Встановлення силового трансформатора	230
8.2.4	Технологія монтажу вторинних кіл КТП	230
8.2.5	Установка приладів	232
8.2.6	Монтаж запобіжників	233
8.2.7	Монтаж роз'єднувачів та приводу до нього	234

8.3 Монтаж заземлювальних пристроїв ТП 10/0,4 кВ	234
8.3.1 Загальні відомості	234
8.3.2 Основні типи заземлювачів	235
8.3.3 Технологія монтажу пристроїв заземлення	237
8.4 Модернізація коміртки розподільного пристрою 10 кВ	239
8.4.1 Загальні відомості	239
8.4.1.1 Конструкція вакуумного вимикача	240
8.4.2 Технологія монтажу при виконанні модернізації обладнання коміртки	243
8.4.2.1 Огляд конструкція монтажний комплект	243
8.4.2.2 Підготовка до монтажу комплексу модернізації	244
8.4.3 Монтаж вакуумного вимикача	247
8.4.4 Настроювання елементів комплексу модернізації	252
8.4.5 Установки елементів блокування	255
8.4.5.1 Підключення шфлі вторинних з'єднань на вкатному елементі	256
8.4.5.2 Монтаж і настроювання блокування вкатного елементу	257
Розділ 9 Організація та виконання електромонтажних робіт. Заземлення і занулення в електроустановках	263
9.1 Основні поняття про заходи захисту людей і тварин від ураження електричним струмом	263
9.2 Заземлення у сільських електроустановках	264
9.3 Занулення у сільських електроустановках	267
9.4 Пристрої вирівнювання електричних потенціалів	268
9.5 Застосування мотуї напруги	270
9.6 Блокування в електроустановках	272
Література	275
Додатки	281

ПЕРЕДМОВА

Агропромисловий комплекс України має ряд основних завдань, що стоять перед ним. Головним з них є виробництво високоякісної продукції в необхідній кількості для населення та для потреб харчової і переробної промисловості. Допомогти вирішити це завдання може тільки використання нових технологій, рівень яких передбачає високі ступені механізації, електрифікації та автоматизації технологічних процесів. Це, в свою чергу, потребує широкого застосування електричної енергії для безпосереднього впливу на продукцію. Її перетворення в інші види енергії, транспортування та розподіл. Більша частина електротехнологічного обладнання сільськогосподарського виробництва має в своєму складі силові обладнання, зокрема, електричний привід машин та механізмів, електронагрівальні, освітлювальні та опромінювальні установки. У зв'язку з постійною розробкою нових видів електросилового обладнання, засобів автоматизації, комутаційної та захисної апаратури виникає необхідність у підготовці кваліфікованих кадрів, що володіють новими методами виконання електромонтажних робіт з використанням найсучаснішого обладнання та матеріалів.

Головний напрям подальшого розвитку електромонтажних робіт – застосування нової техніки, широке впровадження прогресивних технологій, промислових методів монтажу, які забезпечують більш швидке введення об'єктів в експлуатацію та підвищення продуктивності праці.

Науково-технічний прогрес сприяє кількісним і якісним змінам в електротехнічному обладнанні. Створені високопродуктивні машини і механізми, що дозволяють значно полегшити та прискорити виконання складних робіт з будівництва трансформаторних підстанцій, повітряних та кабельних ліній.

На сучасному етапі промисловість випускає нову, більш складну апаратуру керування і захисту, встановлювальні проводи з вогнестійкою ізоляцією для відкритого і схованого прокладення, більш технологічні кріпильні вироби. Для правильного вирішення завдань, що пов'язані з монтажем електричного обладнання в сільському господарстві, інженер повинен мати теоретичні знання та вміння творчо використовувати їх у практичній діяльності.

В даному посібнику розглянуто найбільш суттєві питання, що пов'язані з монтажем електричного обладнання в сільському господарстві: нормативна документація та загальні питання планування і проєктування електромонтажних робіт, вимоги до виконання електричних схем, технологія монтажу електропроводок, електроприводів, установок для освітлювання, опромінювання та електронагріву, питання монтажу засобів автоматизації, технологія монтажу повітряних та кабельних ліній трансформаторних підстанцій, питання організації та виконання електромонтажних робіт з підземлення і з'єднання в електричних установках. В додатках наведено технічні дані нової комутаційної та захисної апаратури.

РОЗДІЛ I

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МОНТАЖУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1. Основні нормативні документи на проведення електро- монтажних робіт

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

1. Про електроенергетику: Закон України від 16.10.1997 р. № 575/97-ВР (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 1, ст. 11)

2. Правила устроївства електроустановок. – Х: Издательство "Индустрия", 2007. – 416 с.

3. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок Електрообладнання спеціальних установок. – К.: ВП "ГРАНІМА", 2001. – 117 с

4. ДСТУ EN 50086-1:2004 Системи кабелепроводів для електричних установок. Частина 1. Загальні технічні вимоги.

5. ДБН А. 2.2-1-2003 Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування.

6. ДБН А. 2.2-3-2004 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.

7. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

8. Державні санітарні норми і правила захисту населення від електромагнітних випромінювань (Київ, УНГЦ МОЗ, 1996).

9. СОУ – Н ЕЕ 21.262-2008 Кліматичне забезпечення будівництва та експлуатації електричних мереж. – К.: ОЕП "ТРИФРЕ", 2008. – 35 с

10. Відомчі інструктивні вказівки, монтажні інструкції заводів-виробників обладнання.

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

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

Стандартизація – це встановлення і застосування правил із метою упорядкування діяльності проєктних і будівельних організацій на користь і при угоді всіх зацікавлених сторін, зокрема для досягнення загальної оптимальної економії при дотриманні умов експлуатації і високій безпеці.

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

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

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

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

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

Єдина модульна система (ЄМС) служить базою стандартизації й уніфікації в проєктуванні і будівництві. ЄМС – це сукупність правил взаємозв'язки усіх розмірів елементів будинків, будівельно-монтажних виробів і устаткування на базі основного модуля, рівного 100 мм (позначається буквою М). Для визначення розмірів будинків, помешкань, розривів і іншого обладнання встановлена шкала основного модуля: 60М (6000мм), 30М; 15М; 12М; 6М; 3М. Для

визначення розмірів допусків, кріплень, покриттів та іншого установлення шкали механічного модуля: 1/2М; 1/3М; 1/10М; 1/20М; 1/50М; 1/100М.

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

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

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

1.3 Проєкт виробництва робіт

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

Проєктно-кошторисною документацією називають техніко-економічну документацію, яка визначає об'єм, послідовність і вартість будівництва об'єкту.

До складу проєкту зазвичай входять:

1. Склад проєкту.
2. Відомість документів, на які є посилання
3. Загальні вказівки.
4. Розрахунок зовнішнього контуру заземлення
5. Загальна однолінійна принципова схема електроживлення.
6. Однолінійні схеми шитів живлення і силових шитів.
7. Плани силових мереж.
8. Плани зовнішніх кабельних ліній.
9. Плани мереж освітлення.
10. Схеми системи зрівнювання потенціалів.
11. Специфікація матеріалів і устаткування.

1.3 Мережеве планування електромонтажних робіт

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

- визначення замовником проєктної організації, яка розроблятиме на договірних умовах із замовником відповідну проєктну документацію;

- подання замовником власнику мереж заявка про приєднання його електроустановки до електричної мережі, документів, необхідних для вичіпці технічних умов приєднання та оплати замовником вартості вичіпці технічних умов приєднання;

- підготовка власником електричних мереж проєкту договору про приєднання та технічних умов приєднання.

Після складання проєкту електропостачання він повинен бути узгоджений в службах Енергонадзора і Енергозбуту.

Для узгодження проєкту потрібні наступні основні документи:

- довідка ЕП. Акт розмежування балансової приналежності;
- свідоцтво про реєстрацію (для юридичних осіб);
- договір оренди житлового приміщення, довідка про приватизацію житлового приміщення (для фізичних осіб);
- технічні умови або довідка на приєднання потужності до мережі електропостачальної організації "Обленерго".

Регламент робіт при виконанні проєкту, монтажу і налагодки об'єктів енергозабезпечення і автоматизації агропромислових підприємств включає в себе:

Підготовчі роботи:

1. Проведення передпроєктного обстеження, оцінка складності і об'єму робіт.
2. Вибір необхідного устаткування, узгодження із замовником технічних вимог до устаткування.
3. Розробка технічних пропозицій (ТП) і попередніх принципових схем.
4. Узгодження ТП із замовником і розробка технічного завдання (ТЗ).
5. Узгодження ТЗ із замовником, субпідрядними організаціями.
6. Калькуляція вартості устаткування, виходячи з узгоджених із замовником умов і об'ємів.
7. Розрахунок кошторисів на виробництво.
8. Формування комерційної пропозиції на основі калькуляції устаткування і кошторисних розрахунків на виконання робіт.

9. Підписання договірної документації.

10. Замовлення на постачання необхідного устаткування.

Проектування:

1. Розробка принципів і монтажних схем, конструктивних рішень.

2. Випуск комплексу проекційної документації і узгодження із замовником.

3. Проведення експертизи проєкту і узгодження зі службами нагляду.

4. Оформлення фінансових документів.

5. Шеф-нагляд на об'єкті.

Монтаж загальні питання:

1. Підготовчі роботи на об'єкті, розробка плану виробництва, узгодження із замовником і субпідрядниками термінів і умов проведення монтажу.

2. Демонтаж старого устаткування і підготовка об'єкту під монтаж.

3. Постачання устаткування для монтажу на об'єкті.

4. Монтаж устаткування, шеф-нагляд за роботою субпідрядників.

5. Щомісячне оформлення "Акту виконаних робіт і інших фінансових документів", контроль проведення оплат, зокрема субпідрядним організаціям.

Монтаж електричних силових кіл:

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

Після узгодження приступають до виконання електро-монтажних робіт.

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

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

До складу випробувань входить [11,12]:

- перевірка стану елементів заземлюючих пристроїв електроустановок;

- перевірка наявності кола і вимрювання перехідних опорів між заземлювачами і провідниками, що заземлюються, устаткуванням

(елементами), що заземляється, і заземлюючими провідниками:

- вимірювання питомого опору ґрунту;
- вимірювання опору заземлюючих пристроїв всіх типів;
- вимірювання опору петлі "фаза-нуль" в установках напругою до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю;
- вимірювання опору ізоляції кабелів, обмоток електродвигунів, апаратів, вторинних кіл і електропроводок, електроустаткування напругою до 1 кВ;
- перевірка спрацьовування захисту при системі живлення із лінійною голубляючою нейтраллю;
- перевірка і випробування уставок автоматичних вимикачів ліній живлення та пристроїв захисного відключення;
- перевірка спрацьовування захисту, виконаного плавкими вставками в електроустановках до 1 кВ, калібрування плавких вставок;
- перевірка автоматичних вимикачів в електричних мережах напругою до 1 кВ на спрацьовування по струму;
- вимірювання перехідних контактів і опорів обмоток електричних машин і трансформаторів;
- вимірювання опору постійному струму обмоток силових трансформаторів і масляних вимикачів;
- випробування підвищеною напругою кабельних ліній і електроустаткування напругою до 1 кВ;
- випробування і вимірювання характеристик трансформаторів напруги і трансформаторів струму напругою до 1 кВ;
- перевірка пристроїв роз'єдну захисту, автоматики і телемеханіки;
- перевірка схем аварійного освітлення;
- вимірювання опору розтіканню струму заземлюючого пристрою;
- перевірка схем блискавкозахисту.

Після проведення лабораторних вимірювань приступають до огляду об'єкту представником (інспектором) "Енергонагляду"

Документація для здавання:

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

Перелік документів:

- проект електропостачання, виконаний організацією, що має

ліцензію і копію ліцензії проектної організації;

- комплект сертифікатів на змонтоване електроустаткування;
- договір з організацією на проведення монтажних робіт і ліцензія цієї організації;
- акт про приймання та здачу робіт за цим договором;
- технічний звіт лабораторії електричних вимірювань про проведені випробування, виконані організацією, і її ліцензія на право проведення випробувань, а також свідоцтво лабораторії, яке видає Енергонаглядом.

- договір на обслуговування електроустаткування з організацією (та її ліцензія) або договір з приватною особою – електриком 4–5 групи з посвідченням Енергонагляду

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

На підставі акту складається договір електропостачання з Енергозбутом.

Інспектор Енергозбуту перевіряє правильність монтажу приладів обліку і щитових Іх, після чого дозволяється використання електроенергії.

Виробничими інженерної підвільними виробництва у спеціалізованих організаціях і постійно її виконання підвищують продуктивність праці та якість електротехнічних робіт, скорочують строки виконання робіт. Розглянемо структуру електромонтажної організації, в загальну структуру входять диспетчерська служба, групи проектувальників, керування виробничо-технологічної комплектації, пускачологожувального керування, керування механізації, центральні майстерні електромонтажних запобігаль, житлово-експлуатаційна контора, навчальний центр, експериментально-технологічна ділянка, електротехнічна лабораторія (ЕТЛ) (рисуюнок 1.1), лабораторія економічного аналізу (рисуюнок 1.2)

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



Рисунок 1.1 – Електротехнічна лабораторія



Рисунок 1.2 – Схема загальної структури електромонтажної організації

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

1.4 Організація вузьконалагоджувальних робіт

1.4.1 Загальні положення по організації вузьконалагоджувальних робіт

Вузьконалагоджувальні роботи (ВНР) в енергоустановках є спеціалізованою, завершальною частиною електро-монтажних робіт

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

Від того, наскільки правильно організовані ВНР, залежить своєчасність забезпечення енергією теле-електро-, тепло-, газо-, пневмо- та ін.) проектного об'єкту, а від якості цих робіт – економічність і безперервність роботи даного об'єкту.

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

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

Типова структура організації вузьконалагоджувальних робіт представлена на рис. 1.3.

У межах вузьконаладжувальної організації створюються групи або бригади за функціональними ознаками, тобто за видами робіт, які вони виконують: налагодження контрольно-вимірювальних приладів і автоматики, випробування ізоляцій, налагодження електротехнічного устаткування (електроприводів, електротехнологічних, освітлювальних і опромінювальних установок та ін.), налагодження систем сигналізації і телемеханіки, налагодження і випробування пристроїв зчленення та ін. Як правило, в складі організації є електровимірювальна лабораторія (рис. 1.2) і майстерня, в яких зберігається, ремонтується,

перевіряється і настраюється увесь парк електровимірвальних приладів і випробувального обладнання. Технічний кабінет призначений для проведення занять з підготовки спеціалістів і проведення видів пусконаладжувальних робіт, інструктажів, зберігання необхідної технічної літератури і проєкційної документації.

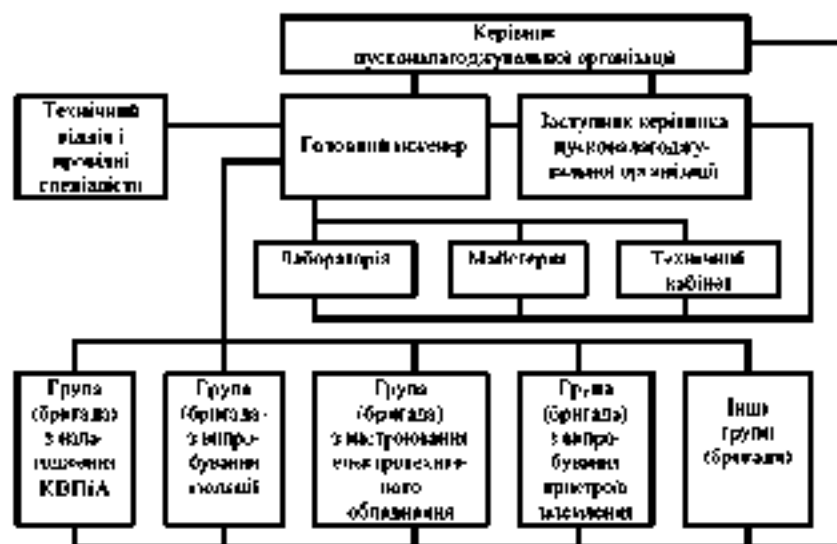


Рисунок 1.3 – Типова структура пусконаладжувальної організації

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

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

Основними етапами ПНР є:

- підготовка до виконання ПНР включає:

а) вивчення і аналіз проєкту, внесення виправлень у відповідні схеми з метою виключення переробок схем після монтажу;

б) складання проекту виробництва ЛНР (визначення об'єму майбутніх ПНР, чисельність і кваліфікація технічного персоналу, організація підготовки персоналу);

в) складання, узгодження профілю ПНР, підбір необхідної нормуючої і регламентуючої документації;

г) підготовки парку КВП для проведення вимірювань і випробувань;

д) забезпечення керівником на місці проведення робіт необхідних для цього умов (визначення приміщень для зберігання КВП, перевірки і налаштування окремих блоків та ін.);

- виконання ПНР, що включає:

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

б) роботи, що проводяться спільно з монтажем (перевірка відповідності встановленого електроустаткування проекту, його комплектності і справності; перевірка монтажу вторинної комутації, перевірка заземлювальних пристроїв);

- роботи, що виконуються після закінчення монтажу:

а) перевірка правильності монтажу первинних і вторинних кіл;

б) перевірка широтури, приладів, блоків захвоту та ін. із з'ясування необхідних характеристик;

в) проведення випробувань ізоляції силових кіл, розподільних пристроїв та іншого електроустаткування;

г) подача напруги на схему управління, захвоту і сигналізації;

д) перевірка функціонування окремих елементів схем, вузлів і схеми в цілому;

е) підготовка документації (протоколи випробувань і наладки, тієї, що дає підставу для подачі енергії за постійною схемою).

З моменту подачі напруги (енергоносін) є оперативної і силовій кола, за постійною схемою на електроустановку вводиться експлуатаційний режим.

- роботи, що виконуються після введення експлуатаційного режиму:

а) апробація електроприводів в ручному (або місцевому) режимі;

б) комплексно апробовані схем без навантаження з імітацією можливих режимів для перевірки спрацювання захвоту, блокувань, сигналізації;

в) регулювання і настроювання електрообладнання на холостому ході (х.х.) і під навантаженням відповідно до заданих

(проектних) технологічних режимів:

- г) дати основних характеристик роботи блоків, пристроїв;
- д) закінчення обробки звітної документації.

- *приймання* - *здача муск налагоджувальних робіт виконавцям*;

а) оформлення спеціальним актом передачі замовнику документації по ПНР:

1) протоколи перевірки і наладки елементів управління, автоматизації і сигналізації;

2) протоколи випробування і впробави високовольтного ЕТО та ін.;

3) протоколи випробувань електроприводів технологічних установок;

4) протоколи перевірки заземлювальних пристроїв;

5) протоколи перевірки опору ізоляції;

6) протоколи перевірки ЕУ високого тиску та ін.

Всі виявлені в ході ПНР дефекти і несприятелі записуються в журнал "Дефекти проекту, монтажу і устаткування", який повинен зберігатися у керівника ПНР.

Як в процесі проведення ПНР, так і при подальшій експлуатації електроустановки, для визначення його технічного стану, виявлення несправних вузлів застосовується система технічного діагностування.

1.4.2 Налагодження і випробування пристроїв заземлення

Заземлювачні пристрої електроустановок повинні відповідати вимогам забезпечення захисту людей від ураження електричним струмом, захисту електроустановок, а також забезпечення експлуатаційних режимів роботи [54].

Пристрої заземлення складаються із основних елементів: ґрунту, штучного заземлювача, природного заземлювача, заземлювальної магістралі і провідників, які з'єднують окремі заземлювачі між собою і обладнанням, яке підлягає заземленню.

Для визначення технічного стану заземлювального пристрою, правильного вибору і настройки захисно-відключаючих пристроїв виконують основні види робіт:

- вимірюють опір розтікання струму заземлювача R_1 і напругу дотyku $U_{\text{дотк}}$;

- перевіряють наявність кола між заземлювачем і заземлювальними елементами (відсутність обривів і незадовільних

контактів у заземлювальному провіднику);

- перевіряють певний опір петлі "фаз-нуль" Z_0 .

Відповідно до вимог ПУЕ [53] опір розтінання R_0 для приєднання нейтралі генераторів і трансформаторів повинен бути не більш ніж 2 Ом для установок напругою 660/380 В, 4 Ом для установок напругою 380/220 В, 8 Ом для установок напругою 220/127 В. При цьому R_0 штучний заземлювач, який підключений до пристрою повинен бути не більш ніж 15 Ом для установок напругою 660/380 В, 30 Ом для установок напругою 380/220 В, 60 Ом для установок напругою 220/127 В. Якщо питомий опір ґрунту ρ перевищує 100 Ом·м допускається встановити норми збільшувати в $\rho/100$ разів, але не більш ніж 10 разів.

Для електроустановок напругою вище 1000 В зі струмами замикання на землю $I_f \leq 500$ А повинна дотримуватись умова, Ом:

$$R_0 \leq \frac{250}{I_f} \quad (1.1)$$

Для електроустановок, які використовуються одночасно і до 1000 В, Ом:

$$R_0 \leq \frac{125}{I_f} \quad (1.2)$$

Для електроустановок напругою вище 1000 В зі струмами замикання на землю $I_f > 500$ А, Ом:

$$R_0 \leq 0,5 \quad (1.3)$$

Допустима напруга дотику $U_{\text{доп}}$ В електроустановках вище 1000 В визначається тривалістю його впливу.

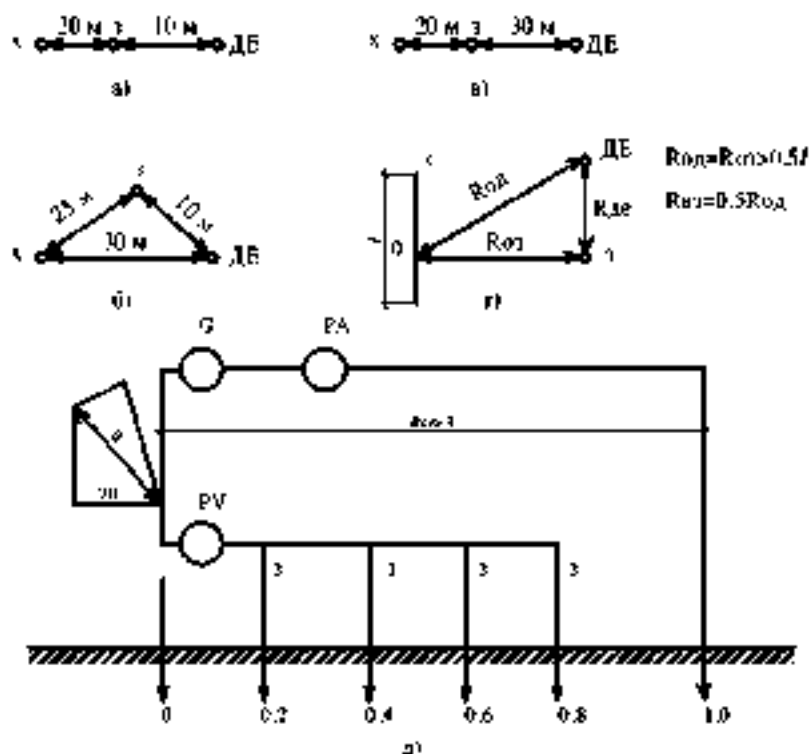
Таблиця 1.1 – Тривалість впливу напруги

Найменування	Величина					
	0,1	0,2	0,5	0,7	1	1...3
Тривалість впливу t						
Найбільш допустима напруга дотику, В	500	400	200	130	100	65

У цьому випадку обмежується також і напруга на заземлювальному пристрої: $U_f < 10$ кВ. Тільки в окремих випадках може бути призначена допустимою напруга більш ніж 10 кВ, але при цьому повинні бути дотримані заходи, які виключають виник потенціалу зі нещільних електроустановок.

1.4.3 Вимірювання опору розтікання струму

Вимірювання виконуються за допомогою вимірювача М-116 ідентично з методикою, яка наведена в [43]. Для вимірювання на глибину не менш ніж 0,5 м залуковуються додаткові заземлювачі у вигляді сталевих стрижнів або труб діаметром до 50 мм, які розташовуються за схемою рисунку 1.4 а, г.



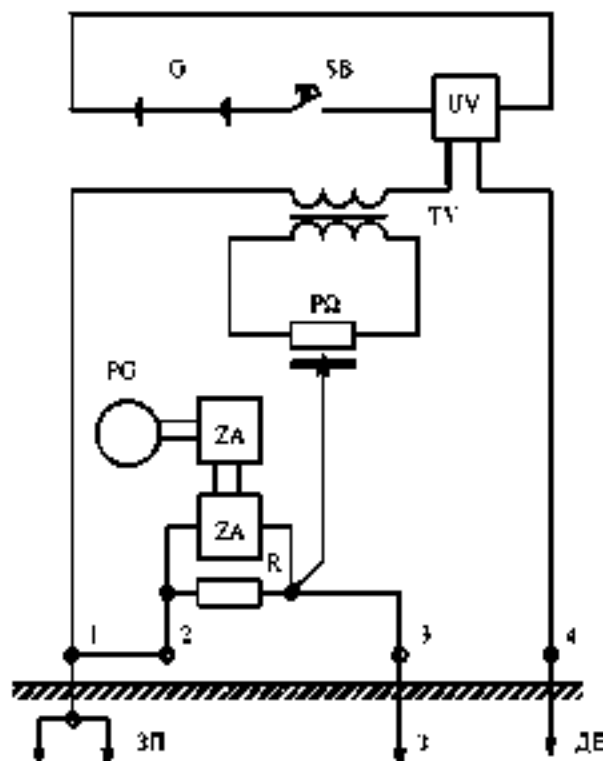
а, б – одиночні заземлювачі, г – заземлювані смуги, заземлювачі, які займають значні площі, ДБ – допоміжний електрод, з – потенційний електрод

Рисунок 1.4 – Схема розміщення електродів для вимірювання опору розтікання струму заземлювачів і заземлювальних пристроїв

Стрижки повинні бути очищені від фарби, а в місці підключення ієднувальних провідників також від іржі. Вимірник при випробуваннях розташовують поблизу відводу від випробувального заземлювача.

При випробуваннях заземлювач, який має більші розміри (100 см і більш по діагоналі), додаткові електроди розташовують по однопromеневому схемою, як показано на рисунку 1.4 д.

Схема вимірювання опору розтікання струму за допомогою приладу М-416 наведена на рисунку 1.5.

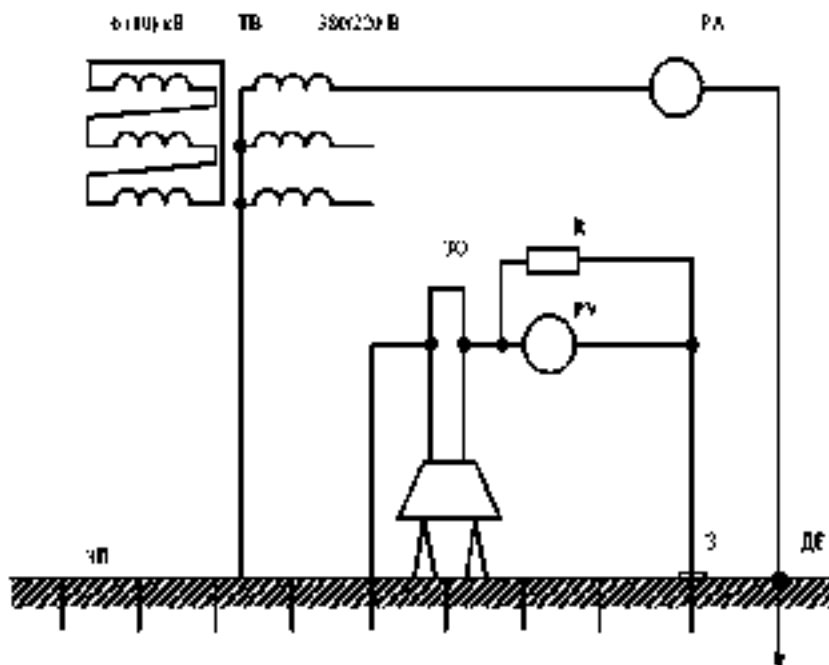


G – батарея; SB – кнопка; UV – перетворювач; TV – трансформатор; PG – гальванометр; UW – підсилювач; ZA – фільтр; R – резистор; ДЕ – допоміжний електрод; З – зонд; ЗП – заземлювальний пристрій; шкала, Ом

Рисунок 1.5 – Схема вимірювання опору розтікання струму за допомогою вимірника М-416

1.4.4 Вимірювання напруги дотику

Напругу дотику можна виміряти методом амперметра-вольтметра (рисунк 1.6). Сила струму витoku із заземлювального електроду вимірюється амперметром РА, а напруга дотику – вольтметром РV, який підключається до заземлювального обладнання "ЗО" і потенційного електроду "З". У якості електроду "З" використовують металеву пластину розміром 25 x 25 см, яка накладається на рівну поверхню землі на відстані 60 см від "ЗО". Землю під електродом рекомендується сарожити на глибину 2.. 3 см. Для забезпечення надійного контакту електрод "З" навантажують масою 30 кг.



ТВ – трансформатор власних потреб; ЗП – заземлювальний пристрій; ЗО – заземлювальне електроустаткування; ДБ – допоміжний електрод; З – потенційний електрод; R – резистор

Рисунок 1.6 – Вимірювання напруги дотику методом амперметра-вольтметра

Резистор R вибирають таким чином, щоб сумарний опір резисторів і вольтметра імітував опір людини і складав $1 \pm 0,05$ кОм.

Опір розраховують за формулою:

$$R = \frac{1000}{R_p - 1000} \quad (1.4)$$

Вимірювальний струм і межа вимірювання приладів PA і PV повинні бути такими, щоб стрілка приладів відхилялась не більш ніж на 2/3 шкали.

У якості додаткового електрода можна використовувати зовнішні заземлювачі, наприклад, заземлювальний пристрій опору повітряної лінії, яка відключена від напруги.

При відсутності таких заземлювачів рекомендується занурити на глибину 1...2,5 м декілька вертикальних стрижневих заземлювачів на відстані 3-5 м один від одного і з'єднати їх між собою. При питомому опорі ґрунту до 100 Ом зазвичай достатньо двох-трьох стрижневих заземлювачів.

До виконання вимірювань необхідно впевнитись у відсутності сторонніх струмів у ґрунті, які можуть давати похибки. Похибки вимірюються вольтметром PV при відсутності вимірювального струму через ДЕ. Якщо вони великі, необхідно взяти заходів до їх зменшення. При протіканні струму витоку вольтметр повинен вимірювати величину, яка повинна перевищувати величину похибки не менш ніж в 10 разів.

1.4.5 Перевірка наявності кола між заземлювачем і заземлювальними елементами

Перевіркою встановлюється цілість провідників, які з'єднують апаратуру з контуром заземлення, надійність болтових з'єднань, а також наявність у кожного апарата безпосереднього зв'язку з магістральним заземленням і заземленими металевими конструкціями. Значення опору зв'язку не нормуються, але практично встановлено, що якісне підключення до заземлювача забезпечується при величині опору не більш ніж 0,05 Ом. Вимірювання опору зв'язку можна виконувати різними методами, зокрема методами постійного струму і методом амперметра-вольтметра (рисунк 1.7).

1.4.6 Перевірка опору неплі фаза-нейтралі Z_n

Вимірювання виконуються в електроустановках до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю. Перевірка виконується для найбільш віддалених потужних електроприймачів, але не менш ніж для 10% від їх загальної кількості.

Перевірку можна виконувати розрахунками за формулою:

$$Z_{\text{нов}} = Z_n + \frac{Z_{\text{т}}}{3}, \quad (1.5)$$

де Z_n - повний опір проводів петлі фаза - нейтралі;

$Z_{\text{т}}$ - повний опір силового трансформатора живлення струму змикання на корпус.

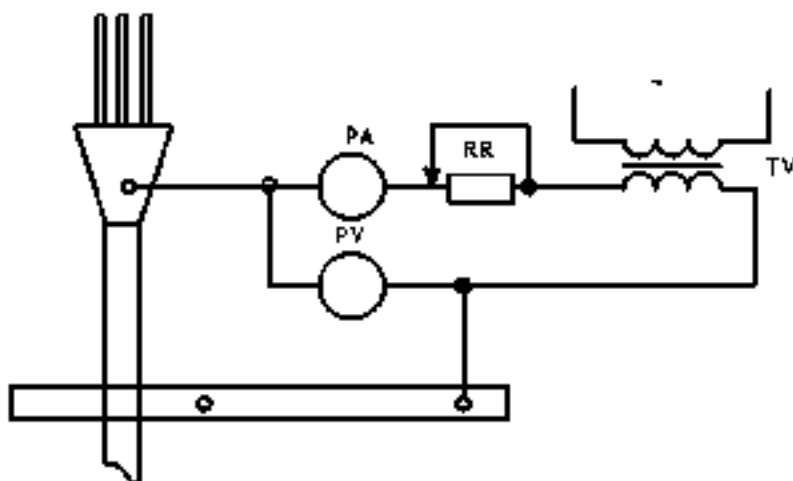


Рисунок 1.7 – Вимірювання опору зв'язку методом амперметра-вольтметра

Для алюмінієвих і мідних проводів можна прийняти $\lambda_0 = 0,6$ Ом/км.

За величиною $Z_{\text{нов}}$ визначається струм однофазного короткого замикання:

$$I_k = \frac{U_p}{Z_{\text{нов}}} \quad (1.6)$$

Якщо при розрахунках кратність струму однофазного замикання на землю на 30% перевищує допустимі кратність, то можна обмежитись розрядником. Якщо ні, необхідно провести вимірювання за схемою, яка представлена на рисунку 1.8.

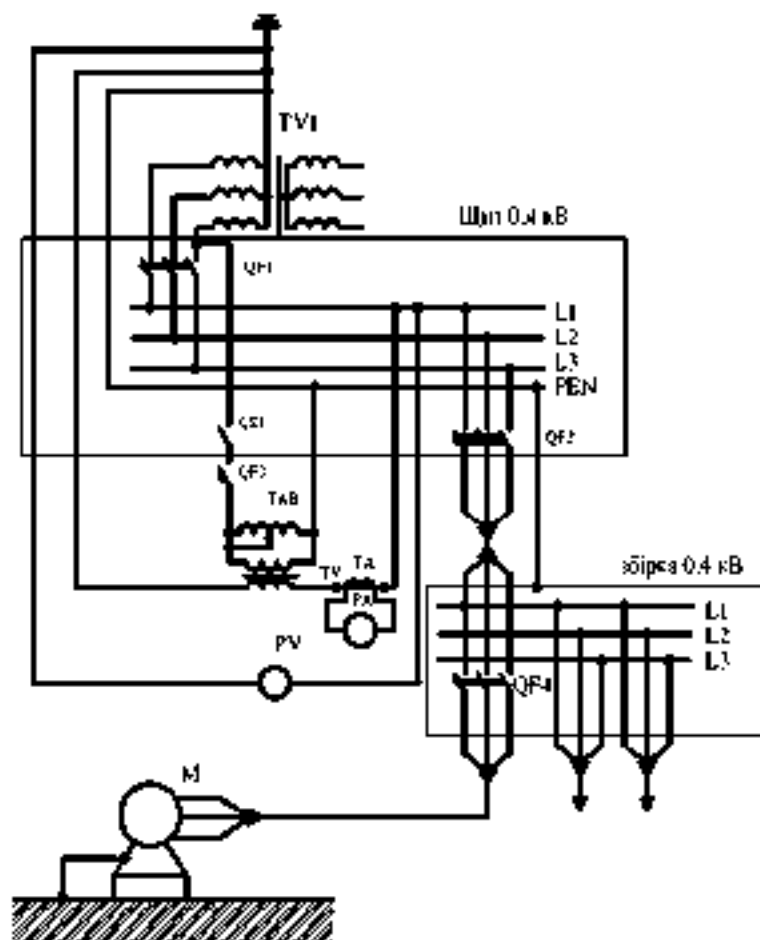


Рисунок 1.8 - Вимірювання опору петлі фаза-нейтраль

У схемі вимірювання силовий трансформатор TV1 не бере участі і в розрахунках враховується за довідниковими даними. Навантажувальний трансформатор TV2 і вольтметр PV підключаються за приблизним від трансформатора захисним апаратом. На рисунку 1.8 показані два досліді. K1 – в кінці лінії, яка забезпечує живлення потужний споживач; K2 – в кінці лінії найбільш віддаленого споживача. Для другого досліді вмикають рубильник QS; струм при цьому повинен бути менше номінальної вставки вимикача QF4.

Із досліді визначають:

$$Z_n = \frac{U_{cr}}{I_{cr}} \quad (1.7)$$

$$I_c = \frac{U}{Z_n} + \frac{Z_n}{3} \quad (1.8)$$

Дослідом не враховується опір оштовки від трансформатора до автоматичного вимикача QF1 і самого автоматичного вимикача. Однак практична похибка незначна і компенсується тим, що в розрахунках Z_{max} виконується арифметичне, а не геометричне сумування Z_n і $Z_n/3$.

Для контролю опору фаза-нейтраль в мережах промислової частоти 380 В \pm 10% використовується прилад М-417, який дозволяє виконувати вимірювання без відключення об'єкта, що досліджується. Даний прилад дає точні вимірювання для електричних каб. які містять головним чином активні опори.

1.5 Класифікація електроустановок за призначенням, родом установки, класом напруги

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

Електроустановки за умовами електробезпеки розподіляють Правилами на електроустановки до 1 кВ і електроустановки понад 1 кВ.

За ступенем захисту від зовнішнього середовища ЕУ розділяють на:

- відкриті, або зовнішні, що не захищені будівлею від атмосферного впливу. Електроустановки, які захищені тільки навісами, сітчастими опорозахисними розглядають як зовнішні;

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

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

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

За умовами навколишнього середовища приміщення, у яких розташовуються електроустановки, *розділяють на вісім категорій:*

1) *сухі приміщення* – відносна вологість повітря не перевищує 60%. До них відносяться опіловні приміщення, гуртожитки, школи, житлові будинки, контори. При відсутності у них температури вище 35°C (*крім було 30°C*) постійно або протягі доби, відсутні технологічна пилюка, активне хімічне середовище, вогне- та вибухонебезпечні речовини – нормальні приміщення.

2) *волого приміщення* – пара або волога, що конденсується, відшмається лише тимчасово, у невеликих кількостях, відносна вологість більша 60%, але не перевищує 75%. Це зали італень, складові кілітня, кухні житлових будинків;

3) *сирі приміщення* – відносна вологість довгостроково перевищує 75%.

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

5) *пилоті приміщення* – приміщення, в яких за умовами виробництва викидається технологічна пилюка у такій кількості, що може осідати на проводи, проникати всередину машин, апаратів і т.д.: приміщення для подрібнення сухих концентрованих кормів, комбикормові заводи, склади цементу й інших силучих негорючих матеріалів;

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

7) *приміщення з шкідливо активними або агресивними середовищем* – приміщення, в яких постійно або тривалий час утримуються агресивні пари, газн, рідини, які утворюють відкладення або швиль, що

руйнують ізоляцію і струмопровідні частини електрообладнання.

До помешкань відносяться склади мінеральних добрив, тваринницькі приміщення при відсутності в них установок мікроклімату.

Відносно небезпечки утримує людей електричним струмом розрізняються:

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

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

- вологості або струмопровідного пилю;
- струмопровідних підлог (металеві, земляні, залізобетонні);

- високої температури;

- можливості одночасного дотику людини до частин металоконструкцій, будинків, технологічних апаратів, механізмів, які з'єднані з землею і до металевих корпусів електроустаткування;

- *особливо небезпечні приміщення* характеризуються наявністю однієї з умов:

- підвищеної вологості;
- значно активного або органічного середовища;
- одночасної наявності двох і більш умов підвищеної небезпечки.

Території розміщення зовнішніх установок прирівнюються до особливо небезпечних приміщень

Категорії розміщення електрообладнання:

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

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

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

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

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

1.7 Монтаж пристроїв управління та захисту

1.7.1 Загальні положення

За призначенням електричні апарати розподіляють на групи:

- *апарати управління:*

- контролери, командоапарати, рубильники і перемикачі, реостати, контактори та магнітні пускачі;

- *апарати захисту:*

- запобіжники, автоматичні вимикачі, долаткові пристрої модульної серії, вимикачі змінного струму високої напруги, обмежувачі перенапруг, вимикачі диференціальні (ВД1-63) та інші;

- *пристрої релейного захисту:*

- трансформатори струму, трансформатори напруги, мікропроцесорні та мікроелектронні пристрої захисту (MICOM, АВВ, Энергомашвин, Київприлад та інші).

За робочою напругою: низьковольтні до 1000 В та високовольтні понад 1000 В. Низьковольтні апарати умовно розподіляють на апарати неавтоматичної дії, дистанційної та автоматичної дії, релейні.

1.7.2 Монтаж комутаційних та ручних апаратів



Рисунок 1.9 – Загальний вигляд рубильника

Для сільськогосподарського обладнання характерна невелика кількість вмикачів-вимикачів протягом строку служби. Тому у низьковольтних комплектах пристроїв встановлюють комутаційні апарати з мінімальною стійкістю проти спрацювання.

Комутаційна апаратура. Рубильники призначені для неавтоматичного включення

електричних кіл без навантаження і електроспоживачів невеликої потужності в пристроях розподілу електричної енергії. Основними елементами рубильника є рухомі ножі, контактні стійки (тубки), шарпирні стійки, рукоятка [2, 3, 35, 37, 69].

Рубильники серії Р (рисунок 1.9) і *перемички РЕ19* (ТУ 3424-00)-05832917-98) призначені для неавтоматичної комутації силових електричних кіл з номінальною напругою до 660 В змінного струму частотою 50 Гц і до 440 В постійного струму в пристроях для розподілу електричної енергії. Монтаж виконують на жорстку опорну конструкцію гнітцями.

Перемички пакетні серії ПАП призначені для комутації електричних кіл змінного струму частотою від 50 до 400 Гц із номінальною робочою напругою від 24 до 500 В. Вони можуть використовуватися як ввідні вимикачі, перемички силових кіл, а також для керування асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором. Спрощування пакетного вимикача здійснюється при повороті ручки. Вимикач постачається з пристроєм, що гасить дугу, і механізмом, що забезпечує прискорення замигання і розмигання рухливих контактів із нерухомими контактами. Пакетні вимикачі і перемички здатні розривати номінальний струм, а пакетно-кулачкові допускають аварійне вимикання дев'ятикратного номінального струму. Для керування АД пакетні вимикачі необхідно вибирати за пусковим, а пакетно-кулачкові за номінальним струмом двигуна.

Перемички працюють при температурі навколишнього середовища від плюс 40°C до мінус 50°C. Монтаж виконують на жорстку опорну конструкцію гнітцями.

Пускачі магнітні вібростійкі типу ПНВ та ПНВС, ПРКТ-16(32)-3МТ (рисунок 1.10) призначені для пуску безпосереднім вимиканням у мережу і зупинки трифазних асинхронних двигунів з к.з. ротором потужністю до 4,5 кВт при напрузі 380 В та 50 Гц (ПНВ) та для пуску і зупинки однофазних к.з. двигунів з пусковою обмоткою потужністю до 0,6 кВт при напрузі 380 В (ПНВС). Середній полюс пускача ПНВС призначений

для комутації пускової обмотки однофазного АД. Керування пускачами здійснюється кнопками "Пуск" і "Стоп". Монтаж виконують на вертикальну жорстку опорну підставу.



Рисунок 1.11 – Загальний вигляд кулачкового перемикача серії AS-12, AS-16, AS-20 компанії "ДКС України"

Під час монтажу перемикачі можна розміщувати у будь-якому положенні, за винятком перемикачів із фронтальним фланцем (ступінь захисту IP54, які монтують горизонтально (допустиме відхилення до $\pm 30^\circ$).



Рисунок 1.12 – Загальний вигляд вимикача-роз'єднувача ВН-32 та вимикача навантаження серії АМ3203D компанії "ДКС України"

Пакетні перемикачі (рисунок 1.11) призначені для нечастої комутації електричних кіл змінного струму частотою від 50 до 400 Гц із номінальною робочою напругою від 24 до 500 В. Можуть використовуватися як ввідні вимикачі, перемикачі головних кіл і як пускові апарати для асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором. Спрацьовування пакетного вимикача здійснюється при повороті ручки. Вимикач постачається пристроєм, що гасить дугу, і механізмом, що забезпечує прискорення замикання і розмикання рухливих контактів із нерухомими контактами [69, 75, 76].

Вимикач-роз'єднувач (ВН-32) (рисунок 1.12), завдяки своїй конструкції (подвійний розрив кола), дозволяє практично виключити пробій і перекриття дугою по ізоляції, навіть при тривалій експлуатації і сильному забрудненні.

Він призначений для комутації змінних активних і індуктивних навантажень, вже захищених від над-

струмів іншими комутаційними апаратами. Апарат допускає комутацію електричних кіл при помірних перевантаженнях.

Область застосування ВН-32 – обліково-розподільне устаткування житлових і громадських будівель і споруд, де передбачається необхідність в оперативному відключенні від мережі окремих груп електроспоживачів або ділянок електричного кола (наприклад, в поверхових щитах замість пакетних вимикачів). Вимикач-роз'єднувач не має власного споживання електроенергії і є електромеханічним пристроєм ручного управління. Передбачено одно-, дво-, три-, чотириполюсне виконання.

Принцип роботи: при переводі рукоятки управління із положення “ВИКЛ” в положення “ВКЛ” відбувається замикання мережі за допомогою місткового контакту.

Монтаж ВН-32 проводять на 35 мм монтажну DIN-рейку.

Кнопки управління (рисуюнок 1.13) призначені для оперативного управління магнітними пускачами (контакторами) і реле автоматики. Кнопкові пости серії ПКЕ працюють в колах змінного струму напругою 660 В частотою 50 Гц та постійного струму напругою 400 В. Номінальний струм контактів 10 А. Робоче положення у просторі – будь-яке.

Світлосигнальні індикатори серії AD-22DS (рисуюнок 1.14) призначені для індикації стану електричних кіл. Застосовують в електрощитах, промисловому устаткуванні і на об'єктах енергопостачання. Їх конструкція проста і надійна, різноманітні кольорні варіанти світлофільтрів дозволяють найефективніше компонувати щити і панелі. Всі вироби скла-



Рисуюнок 1.13 – Загальний вигляд кнопки управління серії АВТС компанії “ДКС України”



Рисуюнок 1.14 – Загальний вигляд світлосигнального індикатора серії ALIL2 компанії “ДКС України”

даються з двох вузлів – модуля, що управляє (сигнального), і швидкознімної контактної головки.

Монтаж і демонтаж виробів (типу AD-22DS) виконують встановленням виробів в стандартні отвори діаметром 22,3 мм на жорсткій металевій панелі, захищеній від прямих сонячних променів, попадання струменів дощів і хімічних реагентів. Для залобігання попаданню рідини всередину механізму всі вироби забезпечені гумовими кільцями ущільнювачів.

Підключення провідників проводять через гвинтові затискачі з тарічастими шайбами.

Шляхові вимикачі серії ВП21 призначені для комутації електричних кіл керування за рахунок дії керуючих упорів у певних точках шляху контролюваного об'єкта. Безконтактні шляхові перемикачі серії БКВ 260 призначені для контролю положення механізму або окремих його вузлів. Монтаж виконують за робочу поверхню у будь-якому положенні.

1.7.3 Монтаж апаратів дистанційного управління



Рисунок 1.15 – Загальний вигляд малогабаритного контактора серії КМІ

Контролери використовують для одночасного переключення у декількох колах, а також для пуску, регулювання та зупинки електричних машин.

Магнітні пускачі і контактори призначені для дистанційного пуску безпосереднім підключенням до мережі, зупинки і реверсування трифазних асинхронних електродвигунів із короткозамкненим ротором при напрузі до 660 В змінного струму 50 і 60 Гц. У сільському господарстві використовують основи серії пускачів: ПМЛ, ПМЕ, ПМА, ПМ та контакторів ПАЕ, КТ5000, ВП6000, КМІ [3, 36,

57, 69, 74, 75, 76.).

Контактори (наприклад, серії КМН) (рисунк 1.15) дозволяють дистанційно керувати колами освітлення, виконувати комутацію трифазних конденсаторних батарей і первинних обмоток трифазних низьковольтних трансформаторів.

Магнітний пускач є електромагнітним апаратом змінного струму, магнітна система якого розділена на дві частини: нерухому із Ш-подібним якорем, еластично закріплену на підставі, і рухому з системи контактів для комутації силового кола. Управління роботою магнітного пускача виконується за допомогою багатоякіткової котушки, яка розташована на середньому стрижні нерухомої частини Ш-подібної магнітної системи.

Принцип дії: при протіканні струму по котушці під впливом електромагнітного поля втягуюча котушка притягає якор до осердя і переміщує рухому систему разом із розміщеними на ній рухомими контактами, які замикають коло електричної установки.

При цьому замикається магнітна система і долається протидія зворотної пружини з пружини контактних мистків. Для уникнення детонації передбачені масивні короткозамкнені алюмінієві кільця, які закріплені у полюсах виконавчих нерухомої частини магнітної системи.

Контакти магнітних пускачів за призначенням класифікують на головні і допоміжні контакти. Головні контакти призначені для керування установкою, яку підключають до мережі, і розраховані на її номінальний струм; допоміжні контакти призначені для керування сигнальними лампами, електромагнітними реле, котушками магнітних пускачів і розраховані на менші струми. Допоміжні контакти за характером роботи розподіляють на замикаючі і розмикаючі. Для керування магнітними пускачами застосовують кнопочні станції. На підфітах (кнопочках) розташовуються групи контактів, що розмикають і замикають коло котушки магнітного пускача.

Котушка магнітного пускача надійно працює при напрузі 85...105% від номінальної напруги. При зниженні напруги в мережі нижче 35... 40% від номінальної напруги пускач виключається, а при відновленні напруги до величини номінального значення включення не відбувається, чим здійснюється мінімальний захист споживача. Якщо напруга в мережі цілком зникає, а потім з'являється, в цьому випадку пускач запобігає мимовільному запуску двигунів (нульовий захист). Якщо магнітний пускач оснащений тепловим реле, то в цьому випадку забезпечується захист споживача від перевантаження.

У схемах управління електроприводами або системах управління мікропроцесорної техніки застосовують реле проміжні серії РПЛ при напрузі 440 В постійного струму і 660 В змінного струму частотою 50 і 60 Гц. Номінальний струм контактів 16 А [64].

При необхідності збільшення кількості допоміжних контактів на кожен пускач можна установлювати 2- та 4-контактні приставки (наприклад, серії ПКЛ) або приставки бокові серії ПКБ. Монтаж виконують на жорстку опорну конструкцію гвинтами або на 32 мм DIN-рейку.

Пневматичні приставки затримки часу (наприклад, серії ПВЛ) забезпечують можливість мати контакти із затримкою часу від 0,1 до 180 с.

Для обмеження комутаційних перенапруг, які виникають при відключенні пускача на котушках управління, випускаються обмежувачі перенапруг ОПН.

Робоче положення – кріплення на вертикальній площині виводами котушки вгору. Допускається відхилення від робочого положення до 20° у будь-який бік.

1.7.4 Монтаж апаратів захисту



Рисунок 1.16 – Загальний вигляд рильбового плавкого запобіжника

Запобіжники з плавкими вставками (рисунок 1.16) серії ПН, ПР призначені для захисту електричних кіл і електроустановок від дії струмів короткого замикання і тривалих струмів перевантаження [3, 54, 69]. Запобіжники різняться конструкціями, номінальною напругою, номінальними струмами запобіжників і плавких вставок до них.

Запобіжники плавкі серії ПН57У призначені для захисту електричних кіл при коротких замиканнях у напівпровідникових перетворювачах та інших комплексних пристроях, які містять силові напівпровідникові прилади [69].

Принцип дії запобіжника полягає в розплавленні вставки з міді, цинку або спеціального сплаву при протіканні по ній струму, що перевищує номінальний.

Монтаж запобіжників необхідно виконувати згідно з вимогами габаритно-установочних креслень і діючими "Правилами будови електроустановок" [53].

Положення запобіжників у просторі – будь-яке, крім положення під плоскою закріплення. Підключення зовнішніх провідників до запобіжників на струми від 31,5 до 400 А слід виконувати мідними кабелями або шинами.

Автоматичні вимикачі

(рисунк 1.17) забезпечують захист електричних мереж від перевантажень і струмів короткого замикання шляхом відключення навантаження, для виконання оперативного управління ділянками електричних мереж, а також для пуску, зупинки трифазних асинхронних електродвигунів [3, 32, 40, 45, 69, 76].

За наявністю розчіплювачів вони бувають: з фазними електромагнітними, комбінованими, електромагнітним розчіплювачем у нульовому проводі, розчіплювачами мінімальної напруги, дистанційним розчіплювачем, мікропроцесорними розчіплювачами та без розчіплювачів.

Автоматичні вимикачі серії BA51, AE20, A3700, АП-50 та інші призначені для

ручних вмикачів і вмикачів електроустановок; забезпечують автоматичне відключення електроустановок при виникненні струмів



Рисунок 1.17 – Загальний вигляд автоматичного вимикача

перевантаження і струмів короткого замикання. Тепловий розчіплювач захищає електричну установку від тривалої дії струмів перевантаження. Розчіплювач захищає коло за допомогою біметалічної пластини, яка вигинається при нагріванні її струмом, що перевищує припустимий. У деяких автоматичних вимикачах для захисту від перевантажень застосовується напівпровідниковий розчіплювач. Електромагнітний розчіплювач захищає електроустановку від струмів короткого замикання. Розчіплювач спрацьовує при протіканні по котушках струмів короткого замикання і впливає на засувку рухливими осердями. Крім згаданих типів розчіплювачів застосовуються також розчіплювачі незалежної дії, мінімальної напруги та інші. Автоматичні вимикачі постачаються решітками, які гасять дугу, і механізмом, що прискорює замикання і розмикання контактів. Монтаж виконують на жорстку опорну конструкцію гвинтами.



Рисунок 1.18 – Загальний вигляд мікропроцесорного розчіплювача автоматичного вимикача

Мікропроцесорний розчіплювач (рисунок 1.18), який використовується у вимикачах ВА-88-43, забезпечує точність і надійність, можливість оперативного налаштування у процесі експлуатації, що дає можливість повністю інтегруватися в логіку, яка керується і яку застосовують в системах контролю енергозабезпечення.

Взаємна узгодженість характеристики електротеплової і електромагнітної систем розчіплювача дозволяють включати ці апарати в комплексні системи розподілу і захисту електричних мереж. Вимикачі мають ха-

рактеристики класу В, С, D.

Принцип дії: при перевантаженнях у колі, що захищається, струм, який протікає, нагріває біметалічну пластину. При нагріванні пластинка вигинається і впливає на важіль вільного розчіплювача. При короткому замиканні у колі, що захищається, струм при протіканні крізь котушку електромагніта автоматичного вимикача, багаторазно

зростає, відповідно, зростає магнітне поле, яке переміщує осердя, що впливає на важіль вільного розчилювача. У обох випадках рухомий контакт відходить від нерухомого, автоматичний вимикач відключається і відбувається розрив кола. Таким чином електричне коло захищається від перевантажень і струмів короткого замикання.

Монтаж виконують на 35 мм монтажну DIN-рейку для вимикачів серії ВА47...100. Робоче положення вимикача (серії ВА16) в просторі на вертикальній площині: вертикально написом "1" вгору, горизонтально – написом "1" вправо або вліво. Допускається відхилення від робочого положення до 10° у будь-якій бік.

Диференціальні автоматичні вимикачі (рисунк 1.19) (АД-12, АД-14) забезпечують ефективний захист людини від ураження електричним струмом у випадку дотику до струмопровідних частин або елементів електрообладнання, яке може потрапити під напругу у результаті ушкодження ізоляції струмопровідних частин. При цьому



Рисунок 1.19 – Загальний вигляд диференціального автоматичного вимикача

дифавтомат забезпечує ефективний захист електрообладнання від струмів короткого замикання і струмів перевантаження. Крім того, у ряді виконань АД-12 і АД-14 передбачено захист від імпульсних струмів перенапруги у мережі.

Конструкція диференціального автомата – це поєднання двох функціональних вузлів: електронного модуля диференціального захисту і автоматичного вимикача. Електронний модуль складається із диференціального трансформатора струму, електронного підсилювача з ступеневим пристроєм, виконавчого електромагніту скидання.

Монтаж виконують на 35 мм монтажну DIN-рейку, положення вертикальне.

Вимикачі диференціальні ВД1-63, ПЗВ-2001, ПЗВ-2002 призначені для захисту людини від ураження електричним струмом у випадку його дотику до струмопровідних частин або елементів електрообладнання, яке може попасти під напругу у результаті ушкодження ізоляції. При використанні вимикача ВД1-63 необхідно послідовно з ним встановити автоматичний вимикач ВА 47-29 або ВА 47-10.

Монтаж виконується на 35 мм монтажну DIN-рейку у дво- і чотириполюсному виконанні.

Електротеплові реле серії РТЛ, РТТ89, РТТ, ТРН призначені для захисту електроустановок від тривалої дії струмів перевантажень [3, 57, 64, 74, 75]. Реле складається з нагрівального елемента з біметалічною пластинкою і контакту, який розмикає коло, з кнопкою звороту. Струм перевантаження, протікаючи по нагрівальному елементові, нагріває біметалічну пластину, що впливає на контакт, який розмикає коло. Контакт розмикає коло і виключає магнітний пускач, а отже, і керований ним струмоприймальник. Струм спрацьовування реле визначається номінальним струмом змінного нагрівального елемента. Крім того, конструкція електротеплового реле передбачає регулювання струму вставки в межах плюс-мінус 20% щодо номінального струму нагрівального елемента, розташованого в ньому.

При роботі теплове реле не повинно спрацьовувати при силі струму $1,05I_n$ неспрацьовування протягом 50 хвилин і спрацьовувати при збільшенні сили струму до $1,2I_n$ неспрацьовування протягом 20 хвилин. Повернення теплового реле у початковий (робочий) стан здійснюється кнопкою на теплому реле.

Реле мають обмежену термічну стійкість при наскрипних струмах короткого замикання і тому використовуються лише спільно із опаратами, які захищають електроустановку від струмів короткого замикання.

Робоче положення у просторі – вертикальне, регулятором струму неспрацьовування вперед, кришкою вгору.

При монтажі допускається відхилення від робочого положення до 15° реле серії РТТ, РТЛ; 10° реле серії ТРН у будь-якій бік. Додатково промисловість виробляє клемники КРЛ, які дають змогу встановлювати реле серії РТЛ на 35 мм монтажну DIN - рейку.

1.8 Основні правила виконання електричних схем

1.8.1 Загальні вимоги до виконання електричних схем

До складу проєктної документації поряд з іншими документами входять електричні схеми. Для виконання електричних схем необхідно дотримуватися вимог державних стандартів: ГОСТ 2.701-84 (1991) ЕСКД. Схеми. Види та типи; ГОСТ 2.702-75 (2007) ЕСКД. Правила виконання електричних схем; ГОСТ 2.709-80 (2007) ЕСКД. Обозначения условные применяемых и контактных соединений электрических элементов оборудования и участков цепей в электрических схемах; ГОСТ 2.710-81 (2001) ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах; ГОСТ 2.414-75 (2007) ЕСКД. Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов; ГОСТ 2.415-68 (2002) ЕСКД. Правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками; ГОСТ 2.705-70 (2007) ЕСКД. Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками.

1.8.2 Основні типи схем

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

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

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

На **принциповій електричій схемі** зображують усі електричні елементи або пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також елементи (роз'єми, заліскачі тощо), якими закінчуються вхідні і вихідні кола. На схемі допускається зображати з'єднувальні і монтажні

елементи, що встановлюються у виробі із конструктивних міркувань. На схемах показують елементи, розмішені у вимкненому стані. Допускається деякі елементи зобразити у вибраному робочому положенні із зазначенням на полі схеми режиму, для якого ці елементи показані.

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

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

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

Схеми принципів можуть виконуватись суміщенням (різше) і розділеним способом. При суміщеному способі складові частини елементів або пристроїв розміщують на схемі у безпосередній близькості один від одного. Рекомендуються при виконанні схем розташовувати елементи, що входять в одне коло, послідовно один за одним по прямій, а окремі кола – поряд, у вигляді паралельних горизонтальних або вертикальних рядків.

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

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

На схемах силових кіл змінного струму від джерел живлення позначають L1, L2, L3 або A, B, C (фазні провідні) і N (нульовий провід), а наступні ділянки кіл – додаванням порядкового номера ділянки:

перша фаза – L11, L12, L13 і т.д. або A1, A2, A3;

друга фаза – L21, L22, L23 і т.д. або B1, B2, B3;

третя фаза – L31, L32, L33 і т.д. або C1, C2, C3 і т.д.

На схемах силових кіл постійного струму ділянки кіл позитивної полярності позначають непарним числами, а негативної –

парними. Поларність вхідних ділянок позначають L+ та L- або "+" і "-", а середній провід трипровідної мережі постійного струму – буквою M.

Ділянки кіл керування позначаються арабськими шифрами зліва направо і зверху вниз. У позначення кіл можна вводити букву, яка характеризує їх функціональне призначення. У шостому випадку послідовність чисел встановлюють у межах функціонального кола. Допускається у позначенні вторинних кіл вилучати позначення фаз, наприклад, A411, A412, A413 – ділянки вторинного кола трансформатора ТА1, фази А; C411, C412 – ділянки вторинного кола трансформатора струму ТА1, фази С; N411 – нульовий провід.

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

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

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

Схема з'єднань (виконується за ГОСТ 2.702-75 (2007) показує з'єднання складових частин виробу і визначає проволон, шквотні, кабелі, якими здійснюються ці з'єднання, а також місця їх приєднань і вводу. На схемі з'єднань пристроїв, що входять у склад виробу, позначаються у вигляді прямокутників або зовнішніх окреслень, а елементи пристроїв – у вигляді умовних графічних позначень.

Таблиця 1.2 – Функції пристроїв

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

Зображення пристрою на схемі з'єднань повинно відповідати дійсному його розглядуванню у виробі. На зображенні пристроїв повинні бути обов'язково позначені вхідні і вихідні елементи (клемні колодки, вивідні контакти та ін.). Їх маркування повинно відповідати зовнішньому, а за його відсутності повинно бути присвоєно маркування проектувальника, яке повинно дотримуватись на усіх видах документів, у яких позначенні дані пристроїв.

Приклад. L11=A2≡T(45-QF3:1) означає, що провід L11 (також і маркуванням ділянки кола на принциповій схемі) підключений до контакту 1 автоматичного вимикача QF3, розташованого на конструктивній площі 5 функціональної групи T1 виробу A2 (щита керування).

У випадку, якщо в одному пристрої (наприклад, панелі керування) розміщено обладнання, яке відноситься до декількох виробів (ліній, трансформаторів, електролімгуній та ін.), переліковим номером кожного апарата або приладу в чисельнику пропоставляють порядковий номер, присвоєний даному виробу. Слід мати на увазі, що порядкові номери апаратом і приладам присвоюються у межах кожного виробу. Наприклад, поряд з автоматичним вимикачем QF1, який має п'ятий порядковий номер і відноситься до другого та третього виробів, повинні бути у чисельнику пропоставлені позначення, відповідно $\frac{0205}{QF1}$ і $\frac{0305}{QF1}$.

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

Схема розташування визначає відносне розташування складових частин виробу, а при необхідності також джгутів, проводів, кабелів, трубок, провідів тощо. Схеми користуються при розробці інших конструкторських документів, а також при експлуатації і ремонті виробів. Схеми розташування складаються відповідно до вимог ГОСТ 2.702-75 (2007).

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

1.8.3 Послідовність виконання схем з'єднань згідно з електричними схемами

Приклад: За наявною принциповою схемою керування електричного водонагрівача (рисунком 1.20) скласти схему з'єднань. Позначення елементів на схемах: SB1 і SB2 – кнопки “Пуск” і “Стоп”; KL – проміжне реле; QF – автоматичний вимикач; Z – датчик температури; KM – магнітний пускач, HL – сигнальна лампа.

У схемі автоматичного керування використовують терморегулятор ТР-200. Максимальний струм контактів ТР-200 “У” складає 0,2 А. Тому, для посилення контактів температурного реле, в схемі

використовують проміжне реле KL. При викликанні автоматичного вимикача QF і натисканні кнопки SB1 замикається коло проміжного реле KL, яке своїм замикаючим контактом подає живлення на котушку нагнітного пускача KM, що замикає свої контакти. На електродні нагрівача подається напруга мережі. По досягненні заданої температури води розмикаються контакти терморегулятора SK. При цьому коло котушки реле KL не отримує живлення, а його контакти розмикають коло котушки пускача KM. Процес нагрівання води припиняється.

На принциповій схемі друкують позиційні позначення, що використовуються при упорядкуванні монтажною схемою.

Порядок складання електричної схеми з'єднань

1. На основній принциповій схемі зробити маркування всіх кіл (силових кіл і кіл керування).

2. Накреслити панель шифри керування, де розмістити всі необхідні апарати в зручній для монтажу послідовності. Апарати зображуються прямокутниками або зовнішніми обрисами, що повторюють контури апаратів.

3. На всіх апаратах зобразити точками вивідні клеми.

4. Клеми на апаратах необхідно пронумерувати арабськими цифрами або позначити їх так, як вони позначені на реальних апаратах. З метою пояснення приналежності виводів окремих елементів апарата необхідно усередині прямокутників накреслити умовні графічні позначення цих елементів (котушок, контактів, нагрівальних елементів тощо).

5. З правої сторони або поверх усіх апаратів показати їхні позиційні позначення, яке написане в колі. У чисельнику даного позначення потрібно написати порядковий номер апарата відповідно до його розташування на схемі з'єднань, а в знаменнику – позиційне позначення апарата відповідно до позиційного позначення його на принциповій схемі.

6. Накреслити лінії прокладки джгутів.

3 PEN ~ 50 Гц 220/380 В

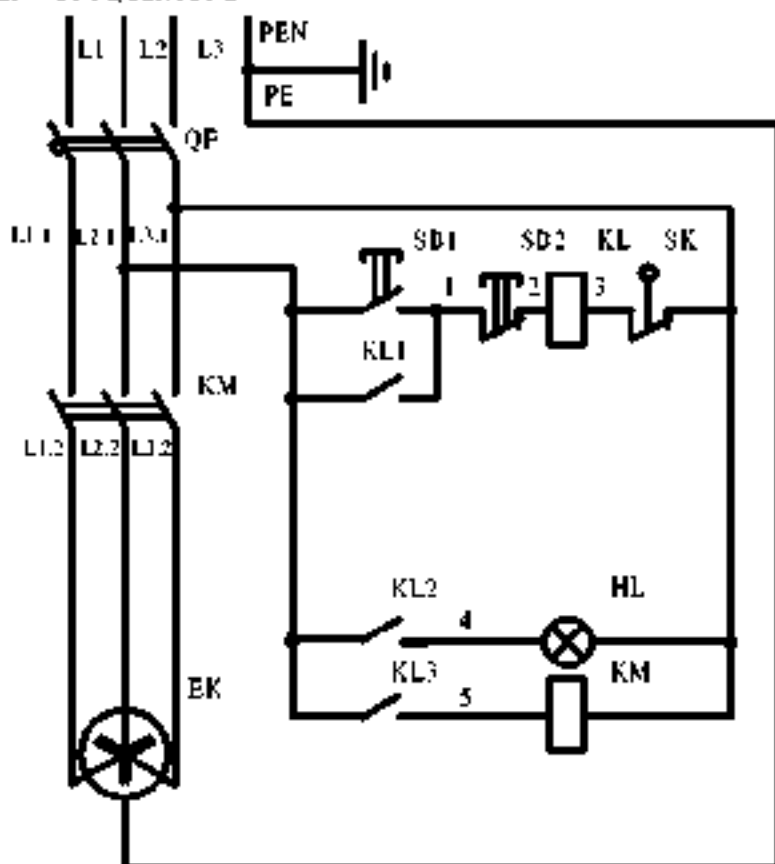


Рисунок 1.20 – Схема електрична принципова керування електричним водонапірним насосом

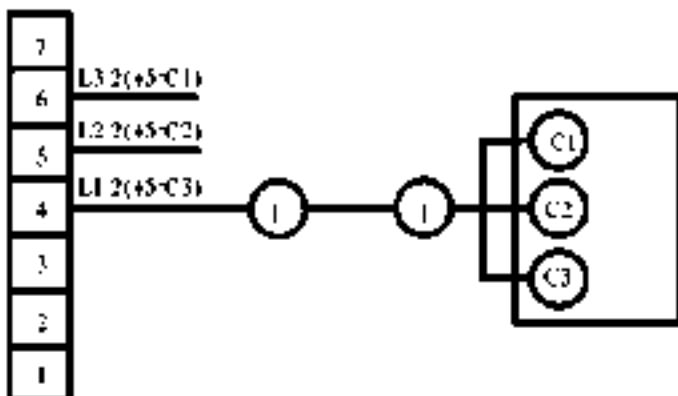


Рисунок 1.21 – Схема електрична з'єднань (частини схеми)

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

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

Таблиця 1.3 – Умовні позначення адресного маркування

Тип умовного позначення	Символ, що кваліфікує	Найменування
Позначення конструктивного розташування (місце розташування)	+	Плюс
Позвідічне позначення	-	Мінус
Позначення електричного контакту	.	Двокрапка
Адресне позначення	{ }	Круглі дужки

Наприклад, запис на ділянці проводу, що має вигляд L2 (+ 7-15), означає, що провід під номером L2 пішов за адресою до 7-го апарату і приєднаний на цьому апараті до 15-го контакту. При цьому слід пам'ятати, що до однієї клем (затискача) приєднувати можна не більш двох проводів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Перерахуйте нормативну документацію при виконанні електромонтажних робіт.
2. В чому полягає мережеве планування електромонтажних робіт?
3. Яка послідовність двостаййного проектування?
4. Що входить до структури проєкту виробництва робіт?
5. Як класифікують електроустановки за призначенням, роком установки, класом напруги?
6. *Які існують класифікації виконання і категорії розміщення електрообладнання?*
7. Які існують ступені захисту електрообладнання?
8. Які вимоги до монтажу комутаційних та ручних апаратів?
9. Які вимоги до монтажу апаратів дистанційного управління?
10. Які вимоги до монтажу апаратів захисту?
11. Які вимоги наводяться стандартами до виконання електричних слем?
12. Яка мета пускавладгодувальних робіт?
13. Перерахуйте основні етапи пускавладгодувальних робіт.
14. Які види робіт передбачає підготовка до виконання ПНР ?
15. Які види робіт передбачає виконання ПНР?
16. Які види робіт виконуються після закінчення монтажу?
17. Які види робіт виконуються поза зоною монтажу?
18. Які види робіт виконуються спільно з монтажем?
19. Що називається експлуатаційним режимом ?
20. Які види робіт виконуються після введення експлуатаційного режиму?
21. Яким чином здійснюється приймання-здача ПНР ?

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ЕЛЕКТРОПРОВОДІВ

2.1 Аналіз систем електропостачання споживачів

2.1.1 *Вимоги правил до електроустановок житлових, громадських, адміністративних і побутових будівель*

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

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

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

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

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

У будинках необхідно використовувати кабелі і проводи з мідними жилами. У житлових будинках зйменшений допустимий переріз мідних провідників повинен відповідати таблиці 2.1. Мережі живлення і розподільні допускається виконувати кабелями і проводами з алюмінієвими жилами, якщо їх розрахунковий перетин 16 мм² і більше. Живлення окремих електроприймачів, що відносяться до інженерного устаткування будинків (насоси, вентилятори, калорифери, установки кондиціонування повітря та ін.), можуть виконуватися кабелем з алюмінієвими жилами перетином не менше 2,5 мм². У житлових будинках прокладка вертикальних ділянок розподільної мережі повинна виконуватися по сходових клітках приховано (у каналах, трубах, коробах відповідно до вимог НАПБ 01.001). Забороняється прокладка вертикальних ділянок загальнобудинкової розподільної мережі усередині квартир. Допускається прокладка проводів і кабелів ліній живлення квартир разом з проводами і кабелями групових ліній робочого освітлення сходових кліток, поверхових коридорів та інших приміщень усередині будинків в загальній трубі, в загальному коробі або каналі з негорючих або важкодоступних будівельних конструкцій з помірно дымоутвореністю згідно з ГОСТ 12.1.044. Мережу від поверхового розподільного щитка до квартир слід виконувати в окремій трубі або каналі, тобто окремо від групової мережі інших квартир. Допускається прокладка до 12 проводів групових мереж квартир житлових будинків в одному каналі на заміну вимог пункту 2.1.15 ПУЕ.

2.1.2. Характеристика видів заземлення

Умовні позначення систем заземлення:

- перша буква – стан нейтралі джерела відносно землі:

T – заземлена нейтраль;

I – ізольована нейтраль.

- друга буква – стан відкритих провідних частин щодо землі:

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


N – відкриті провідні частини, приєднані до глухозаземленої нейтралі джерела живлення,

S – нульовий робочий (N) і нульовий захисний (PE) провідники розділені,

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

Графічне позначення провідників

n –  нульовий робочий (нейтральний) провідник.

PE –  захисний провідник (заземлювальний провідник, нульовий захисний провідник, захисний провідник системи зрівнювання потенціалів):

PEN –  суміщений нульовий захисний і нульовий робочий провідники.

Типи мереж:

Система заземлення TN-C

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

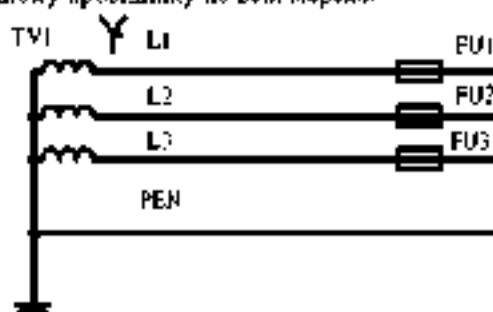


Рисунок 2.1 – Система заземлення TN-C

Система заземлення TN-S

Нульовий робочий і нульовий захисний провідники прокладають окремо по всій мережі.

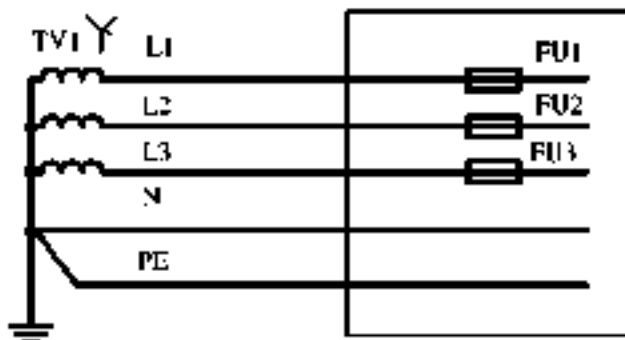


Рисунок 2.2 – Система заземлення TN-S

Система заземлення TN-C-S

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

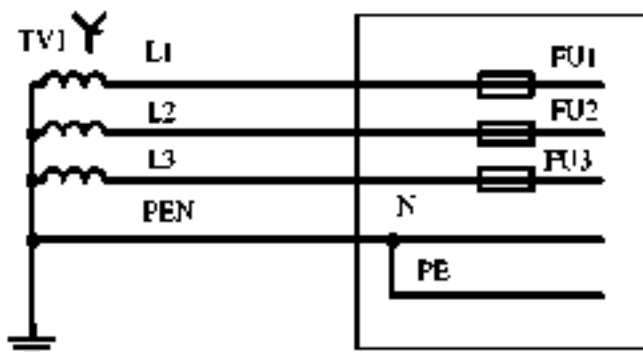


Рисунок 2.3 – Система заземлення TN-C-S

Система заземлення IT

Відкриті провідники частини електроустановки заземлені.

Нейтраль джерела живлення ізолюється від землі або заземлена через великий опір.

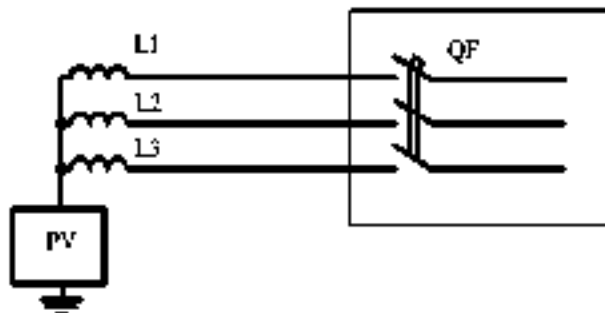


Рисунок 2.4 – Система заземлення IT

Система заземлення TT

Нейтраль джерела живлення глухо заземлена, а відкриті проводні частини електроустановки заземлені за допомогою заземлювального пристрою, який електрично незалежний від глухозаземленої нейтралі джерела живлення.

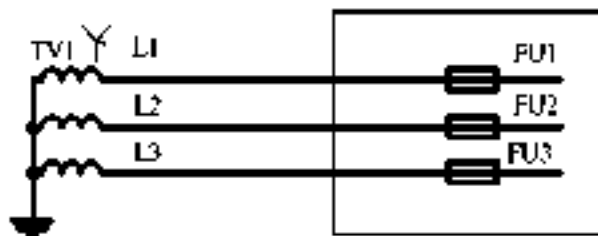


Рисунок 2.5 – Система заземлення TT

2.2 Визначення електропроводок. Класифікація електропроводок

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

Електропроводки розділяються на такі види:

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

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

При відкритій електропроводці застосовуються такі способи прокладки проводів і кабелів:

- безпосередньо по поверхні стін, стелі, на струнках, тросах, роликах, ізоляторах;
- у трубах, коробах, гнучких металевих рукавах;
- на лотках;
- в електротехнічних плінтусах і шишвах (напінниках);
- вільною підв'язкою то ін.

Відкрита електропроводка може бути ступінчастою, нерівномірною і перемітною.

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

При схованій електропроводці застосовуються такі засоби прокладки проводів і кабелів:

- у трубах, гнучких металевих рукавах;
- коробах, замкнених каналіях і пустотях будівельних конструкцій;
- борознах, що штукатурюються;
- під штукатуркою, а також замоноличуванням у будівельні конструкції при їхньому виготовленні.

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

Зовнішня електропроводка також може бути відкритою і схованою.

Основами металевими елементами конструкції при виконанні зовнішньої електропроводки є наступні:

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

Струною, як несучим елементом електропроводки, називається сталевий дрот, нагагнутий впритул до поверхні стін, стелі тощо. Струна призначена для кріплення до неї проводів, кабелів або пучків проводів.

Смугою, як несучим елементом електропроводки, називається металевий смуга, закріплена впритул до поверхні стіни, стелі, вона

призначена для кріплення до неї проводів, кабелів або їхніх пучків.

Троси, як несучий елемент електропроводки, називається сталевий дріт або сталевий канат, які натягнуті в повітрі, призначені для підвіски до них проводів, кабелів або їхніх пучків.

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

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

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

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

2.3 Вибір виду вивалки. Технічні вимоги до монтажу електропроводки

Сільськогосподарські приміщення відрізняються рядом специфічних особливостей:

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

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

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

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

Нульові робочі приладівки повинні мати ізоляцію, рівнящину ізоляції фазних провідників.

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

Таблиця 2.1 – Вибір виду електропроводок, способів прокладки

Умови навколишнього середовища	Вид електропроводки	Проводи та кабелі
1	2	3
Викрито		
Сухі і вологі (котельні, електрошитові, небезпечний склад)	На роликах і клинцях	Незахищені одножильні АПВ – (2-120 мм ²)
Сухі	На роликах і клинцях	Скручені двожильні
Приміщення усіх видів із зовнішніми установками	На ізоляторах (роликах) у місцях, де виключена можливість потраплення дощу або снігу	Незахищені одножильні проводи АПН – гумова ізоляція в негорючій гумовій оболонці
Зовнішні установки	Бе посередньо по поверхні стін, стель, за струнах, смугах та інших несучих конструкціях	Кабель в неметалевій і металевій оболонці АВРГ агресивне середовище, каналі
Приміщення усіх видів	Тек	Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	На лотках і в коробах	Те ж
Зовнішні установки	На тросах	Спеціальні проводи з несучим тросом Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій і металевій оболонці. АВТО – ізоляція із полівинілхлоридного пластику, несучим тросом
Сховані електропроводки		
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	В неметалевих трубах із матеріалів, крім гирля (несомозпугаючий поліетилен). Виключення: 1. Забороняється застосування ізоляційних труб з металевим оболонкою у сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках 2. Забороняється застосування сталених труб і сталених глухих коробів з товщиною стінок 2 мм і менше у сирих, особливо сирих і зовнішніх установках	Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій і металевій оболонці

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Сухі, вологі і сирі приміщення	Замонументуванням у будівельні конструкції при їх виготовленні	Незахищені проводи
Відкриті і сховані електропроводи		
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	В металевих глухих рукавах. В сталевих трубах і глухих сталевих коробах. В металевих трубах і неметалевих глухих коробах із важкозаймистих матеріалів. В ізоляційних трубах з металевою оболонкою	Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій оболонці
Виключення:		
	<p>1. Забороняється застосування ізоляційних труб з металевою оболонкою у сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках.</p> <p>2. Забороняється застосування сталевих труб і сталевих глухих коробів з товщиною стінок 2 мм і менше у сирих, особливо сирих і зовнішніх установках</p>	

Для стаціонарних електропроводок повинні застосовуватись переважно проводи та кабелі з шкільними жилами, за винятком:

- проводів у горючих приміщеннях;

- від постійного і змінного струму у межах штових пристроїв, а також внутрішніх схем з'єднань приводів викидків, роз'єднувачів та ін. згідно з пунктом 3.4.12;

- для монтажу освітлювальної арматури загального призначення, настільних, переносних, а також світильників місцевого призначення;

- електропроводки у кімнатах, рідкоємих, кіл пожежної та охоронної сигналізації,

- у вибухонебезпечних зонах класів В-І і В-Іа.

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

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

Технічні умови на монтаж

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

Згідно з Правилами (53) у місцях з'єднання, відгалуження і приспінання жили проводів або кабелів повинні бути передбачені запаси проводу (кабелю), що забезпечує можливість повторного з'єднання, відгалуження або приспінання.

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

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

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

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

Проходи небронованих кабелів, захищених і незахищених проводів крізь негорючі стіни і микповерхові перекриття необхідно виконувати у відрізках пластмасових труб, а крізь горючі – у відрізках сталевих труб. Відкриті проходи проводів і кабелів через зовнішні стіни приміщень, внутрішні стіни сирих, особливо сирих, димних і приміщень із хімічно активним середовищем, а також через стіни ніж опалюваними і неопалюваними приміщеннями необхідно ущільнювати легкозаймистими матеріалами (наприклад, шлюкватю). Ущільнення виконують після прокладки проводів. Відкриті проходи через внутрішні стіни приміщень із нормальними умовами середовища можуть не ущільнюватися. Проходи електропроводів у сталевих коробах через прорізи у стінах необхідно закладати цементним розчином. Внутрішню порожнину коробки в місцях проходів його через зовнішні стіни приміщень, внутрішні стіни сирих, особливо сирих, пильних і приміщень із хімічно активним середовищем, а також через стіни

між опалюваними і неопалюваними приміщеннями необхідно ушільнювати (наприклад, шпаклювати). Ушільнення виконують на глибину не менше 150 мм із кожної сторони стіни.

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

Місця з'єднання і відгалужень проводів і кабелів не повинні відчути механічних зусиль і мати рівношлісну поляшку з поляшкою жил цих проводів і кабелів.

У побутових кімнатних аварійних, генераторських і виробничих приміщеннях, а також у житлових і громадських будівлях змінного струму доцільно не захищати від механічних ушкоджень.

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

У сталевих та інших механічно стійких трубах, рукавах, коробках, лотках і замкнених каналах будівельних конструкцій булінків допускається спільна прокладка трьохфазів і кабелів (за винятком внаслідок резервності всіх кіл одного агрегату):

1. Силових і контрольних кіл декількох машин, пультів тощо, пов'язаних технологічним процесом.

2. Кіл, що живлять складний світильник.

3. Кіл декількох груп одного виду освітлення (робочого або аварійного) із загальним числом проводів у трубі не більше восьми.

4. Освітлювальних кіл до 42 В з колами вище 42 В за умови виводу проводів кіл до 42 В в окрему голяшлісну трубу.

2.4 Умови вибору та вибір площі перерізу провідників для монтажу проводок

Тривало допустимі струми по проводні і кабелі електропроводок повинні вибиратись згідно з Правилами [53] з урахуванням температури навколишнього середовища, способу прокладки та потужності навантаження споживачів.

Перерізи заземлювальних і нульових захисних провідників повинні бути обрані згідно з вимогами глави 1.7 Правил [53].

Заборонено використовувати скляну або віткриву прокладку проводів по поверхнях, які нагріваються. При склюванні прокладок проводів у зоні гарячих трубопроводів, опалювальних мереж температура навколишнього повітря не повинна перевищувати 35 °С.

Перерізи струмопровідних жила проводів і кабелів в електропроводах повинні бути не менше наведених в таблиці 2.2. Перерізи жил для зарядки освітлювальних апаратів повинні прийматись згідно з Правилами [53].

Нульові робочі провідники повинні мати площу, рівношну ізоляції фазних провідників.

Розглянемо приклад вибору проводів освітлювальної мережі для виробничого приміщення млину.

Приміщення млину збудовано з цегли та збірних бетонних конструкцій з температурою повітря тилке 16 °С і відносною вологістю 45%. Приміщення відноситься до шкільних, оскільки за умовами виробництва виділяється технологічний пил у такій кількості, що може осідати на проводах і проникати усередину машин і апаратів.

Таблиця 2.2 – Найменші перерізи жил проводів і кабелів в електропроводах

Провідники	Переріз жил, мм ²	
	мідні	алюмінієві
1	2	3
Шнури для приєднання побутових електроприймачів	0,35	-
Кабелі для приєднання переносних і пересувних електроприймачів у промислових установках	0,75	-
Скручені двожильні проводи і багатодруговинні жилтани для стаціонарної прокладки на розлітках	1	-

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
Незахищені ізолювані проводи для стаціонарної електропроводки усередині приміщень: - безпосередньо по основах, на роликах, клинцях, трісках - на лотках, коробах до гвинтових записачів - на ізоляторах	1 1 1,5	2,5 2 4
Незахищені проводи у зовнішніх електропроводах: - на стінах, в одні від ПЛ - під навісами на роликах	2,5 1,5	4 2,5
Захищені і незахищені у будівельних каналах	1	2

За ступенем ураження людей електричним струмом відносяться до особливо небезпечних приміщень, оскільки має наявність одночасно двох факторів підвищеної небезпечності: струмопровідної підлоги і струмопровідного вилу.

Має відноситися до пожежонебезпечної зони класу П-ІІ приміщення, в просторі якого можуть накопичуватися і виділятися горючі пилюки або волокна.

Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електричних машин повинні бути підвищеною надійності проти вибуху. Допускається застосування електрообладнання без засобів вибухозахисту для апаратів і приладів, що не іскрять і не нагріваються вище плюс 80°C в оболонці зі ступенем захисту не менше IP54 [12].

Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту електричних світильників повинні бути підвищеною надійності проти вибуху з видом захисту "п". Дозволяється застосовувати світильники, в яких відсутні засоби вибухонебезпеки за умови, що максимальна температура поверхні світильника не перевищує значень, які наведені в таблиці 1 ГОСТ 22782.0. Ступінь захисту – IP54. Умови використання таких світильників повинні бути узгоджені в установленому порядку. Світильники із люмінесцентними лампами відповідно до ГОСТ 17667 повинні мати ступінь захисту не нижче IP53.

Електропостачання складових необхідно виконувати від мережі з глухозаземленою нейтраллю 380/220 В з системою заземлення TN-C-S.

Джерелом живлення для освітлення приміщення млину є лампа ЛБ-58. Для лампи даного типу застосовуємо світильник типу ЛПП-05УЕх-2х58-025 [30] (рисунок 2.6). Світильник призначений для загального освітлення вибухонебезпечних зон класів 1,2 і пожежо-небезпечних зон класів II-1, II-2. Корпус світильника виготовлений із еструдованого алюмінієвого профілю, відбивач – із полірованого алюмінієвого листа високої чистоти фірми “Alapod”. Група механічного виконання – М1 за ГОСТ 17516.1-90. Монтаж виконується на монтажний профіль. Ступінь захисту IP65, рівень іExедііСТ5. Рекомендована висота встановлення 2–5 м. Маса – 14 кг.

Для прокладки проводу освітлювальної мережі в трубах застосовуємо кабель марки ПВВГ, який має 4 жили. Силовий кабель з мідними жилами, з ізоляцією із сильнозшитого поліетилену в ПВХ-оболонці. Кабель характеризується пониженою пожежонебезпекою. Кабель виконаний згідно з ГОСТ 16442-80.



Рисунок 2.6 – Ескіз світильника ЛПП-05УЕх

Умова вибору перетину жили кабелю:

$$I_{\text{доп}} < I_{\text{доп}}, \quad (2.1)$$

де $I_{\text{доп}}$ – розрахунковий (номінальний) струм, який протікає по одній жилі кабелю. Визначається навантаженням споживачів, у даному випадку $I_{\text{доп}} = 7,6$ А;

$I_{\text{доп}}$ – тривало допустимий струм жили кабелю, А.

Приймаємо перетин жили кабелю $1,5 \text{ мм}^2$ з $I_{\text{доп}} = 15$ А. Згідно з умовою (1) застосовуємо кабель марки ПвВГ $4 \times 1,5$. Виробник – Запорізький завод кабельно-провідникової продукції “Крок-ІТ”.

2.5 Способи прокладки відкритих та прихованих проводок

Основними вимогами до якісного монтажу електропроводки є:

- висока якість матеріалів та електромонтажних робіт;
- надійність і захищеність від механічних та хімічних факторів, що можуть впливати на її функціональність;
- гнучкість та можливість прокласти додаткові лінії мережі або їх зміну в разі необхідності.

Перед монтажем електропроводки старанно вивчають проектну документацію, складають лімітні картки на необхідні матеріали й устаткування, підбирають потрібний інструмент, пристосування, підготовляють складські приміщення.

Монтаж електропроводки виконується індустріальними методами, що дозволяє досягти високої продуктивності праці, скорочення термінів введення об'єкта в експлуатацію, зниження вартості електромонтажних робіт. Під час монтажу широко використовуються уніфіковані вузли і деталі, засоби малої механізації, що полегшують працю і підвищують якість виконання робіт.

Монтаж електропроводки розділяють на дві стадії.

На першій стадії виконуються підготовчі роботи.

- розмітка місць установки світильників, вимикачів, штепсельних розеток групових щитків та ін.;
- розмітка місць прокладки проводів по стінах і стелях, проходів через стіни, підлогу і стелі, місць установки роликів і відгалужених коробок;
- пробивання гнізд для кріпильних деталей і пробивання проколів; установка ізолюючих опор або прокладка труб

Під час монтажу схованих електропроводок до складу підготовчих робіт входить огляд борозен і каналів під електропроводку, ниш під установку щитків, перевірка їхньої відповідності проекту, розмітка місць установки струмоприймачів, установка відгалужувальних коробок і коробок під вимикачі і штепсельні розетки, прокладка і кріплення проводів на стінах і стелях. Ці роботи виконуються одночасно з будівельними, що дозволяє своєчасно виявляти й усувати можливі неполадки.

На другій стадії виконуються основні роботи після певного закінчення будівельних і оздоблювальних робіт.

2.5.1 Сучасні матеріали та компоненти для монтажу електропроводки

Закрите акціонерне товариство "ДКС" впроваджує сучасні матеріали і компоненти для встановлення прихованої і зовнішньої електропроводки. Системи електропроводки "ДКС" відповідають "Правилам улаштування електроустановок". Принципи побудови систем "ДКС" відповідають вимогам пожежної безпеки, легкості заміни кабельної проводки, експлуатації в різних середовищах [31, 55]. Система "Октопус" (рисунок 2.7) призначена для прихованої електропроводки всередині житлових і робочих приміщень.

Складові системи "Октопус":



Рисунок 2.7 – Система прихованої проводки "Октопус"

- труба гофрована гнучка з самозатужуючого ПВХ-пластикату;
- труба гофрована гнучка з ПНТ;
- розгалужувальні та встановлювальні коробки;
- гнучка гофрована дво-стінна труба з ПНТ/ПВТ;
- аксесуари.

Система зовнішньої проводки "Експрес 4/ Експрес 6" (рисунок 2.8) на основі жорстких гладких і гнучких армованих труб виробництва компанії "ДКС".

"Експрес 4" забезпечує ступінь захисту IP 40. Дозволяє прокладати кабель усередині сухих і незаплених приміщень.

"Експрес 6" забезпечує ступінь захисту до IP 65 (а у поєднанні з системою "RamBox" – IP67). Призначена для прокладання у вологих і заплених приміщеннях, а також на відкритому повітрі.

Система складається з жорстких пластикових труб (гладких), армованих труб (гнучких), корпусу



Рисунок 2.8 – Система зовнішньої проводки "Експрес 4/ Експрес 6"

сів накладних (навісних) щитків, транзитних (розгалужувальних) коробок, аксесуарів сполучення та кріплення, а також корпусів для зовнішнього монтажу електровстановлювальних виробів.

Складові системи "Експрес 4/ Експрес 6":

- жорстка гладка труба з самозатухаючого ПВХ - пластикату;
- гнучка армована труба з самозатухаючого ПВХ - пластикату;
- навісні щитки;
- розгалужувальні коробки;
- корпуси для зовнішнього монтажу електровстановлювальних

виробів;

- аксесуари.

Система комплектується електровстановлювальними виробами серії "VIVA" виробництва ЗАТ "ДКС" (додаток Г1).

Система зовнішньої провідки "IN-LINER" на основі кабельних каналів.

"IN-LINER" (рисунок 2.9) – несуча система для зовнішньої провідки в адміністративних приміщеннях, що складається з пластикових каналів, сполучних і розгалужувальних аксесуарів, елементів кріплення електровстановлювальних виробів, зокрема телефонних (Rj-11) і комп'ютерних (Rj-45) розеток. Відрізняється широким набором габаритів і спеціально розроблена для застосування у складі СКС (структурованої кабельної системи).



Рисунок 2.9 – Система зовнішньої провідки на основі кабельних каналів "IN-LINER"

Дозволяє здійснювати встановлення у короб телекомунікаційних роз'ємів більшості виробників СКС (додаток Г1).

Складові системи "IN-LINER": пластикові канали; аксесуари.

Нові кабель-канали "IN-LINER FRONT" з примусовим розділенням силових і сигнальних ліній виробництва компанії "ДКС" (додаток Г1).

Складові системи "IN-LINER FRONT":

- пластикові канали;
- аксесуари.

Система "Evolution/ art" (рисунок 2.10) призначена для зовнішньої проводки в адміністративних, житлових і представницьких приміщеннях. Складається з пластикових каналів, сполучних і розгалужувальних аксесуарів, елементів кріплення електровстановлювальних виробів, зокрема телефонних (Rj-11) і комп'ютерних (Rj-45) розеток. Є три типорозміри корпуса – з трьома відділеннями, з трьома відділеннями та притискачем ковровіну, з п'ятьма відділеннями (для різних видів кабелю). Колір лінійних елементів і аксесуарів може обиратися відповідно до смаку замовника з наступних: білого, чорного, коричневого. Відзначається високою естетикою виконання.



Рисунок 2.10 – Система зовнішньої проводки в адміністративних, житлових і представницьких приміщеннях "Evolution/art"

для інсталяції як у корпуса, так і самостійно. Система "BRAVA" призначена для встановлення у гіпсокартонні, цеглині та бетонні стіни. Система "BRAVA" є універсальним рішенням для комплектації кабельних каналів системи "In-Liner", кабельних каналів з роздільними кришками системи "In-Liner Front", а також для всіх продуктів системи "Evolution/art".

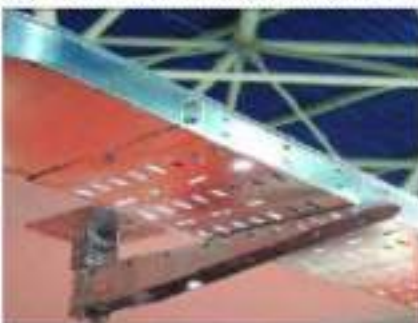


Рисунок 2.11 – Несуча система для зовнішньої проводки у промислових і підсобних приміщеннях "SS COMBITECH"

Складові системи "Evolution/art":

- канали-плінтуси;
- башточка "TOR";
- колона "BIS".

Серія "BRAVA" – універсальна система електровстановлювальних виробів кріплення електровстановлювальних виробів системи "In-Liner Front", а також для всіх продуктів системи "Evolution/art".

Складові системи "BRAVA":

- вимикачі (однополюсні, інфрачервоні, двополюсні, вимикачі типу "кнопка");
- інвертори;
- перемикачі;
- розетки (електричні розетки з шторками, телевізійні, телефонні, комп'ютерні);

- адаптери;
- каркаси;
- рамки;
- додаткові аксесуари.

Система "S5 COMBITECH" (рисуюнок 2.11) – несуча система для зовнішньої проводки у промислових і підсобних приміщеннях, а також в інших приміщеннях великої площі. Складається з перфорованих та неперфорованих каналів, горизонтальних і вертикальних аксесуарів, а також елементів кріплення до поверхонь будь-якої спрямованості. Основна функція системи металевих лотків –



Рисуюнок 2.12 – Несуча система "F5 COMBITECH"



Рисуюнок 2.13 – Кабеленесуча система та комутаційні елементи "QUADRO"

постійно утримувати і захищати кабель. При використанні неперфорованих лотків, кришок, спеціальних пластини-накладок на стіжках та бандажної стрічки дозволяє досягти IP 44 (додаток Г1).

Можливе виготовлення з оцинкованої сталі за методом Сендзіміра, зі сталі гарячого цинкування або із нержавіючої сталі.

Складові системи "S5 COMBITECH":

- металевий лоток перфорований;
- металевий лоток неперфорований;
- горизонтальні та вертикальні аксесуари для металевих лотків;
- монтажні аксесуари;
- система захисту IP44.

Система проводки "F5 COMBITECH" (рисуюнок 2.12) складається з дротових лотків, монтажних аксесуарів.

Основні характеристики: легкість конструкції; простота монтажу системи; природна

вентиляція кабелів; зниження економічних витрат; сумісність з іншими кабеленесучими системами; немає необхідності у великій кількості аксесуарів.

Система "QUADRO" (рисунк 2.13) – кабеленесуча система та комутаційні елементи для електроустановок і щитів керування (щодоок ГД).

Складові "QUADRO" – перфоровані коробки і аксесуари до них: кабельні хомути, монтажні інструменти кабельні наконечники, системи "Сваборіак" для маркування провідки та будь-яких поверхонь, пристрої керування та сигналізації

Складові системи "QUADRO":

- перфоровані коробки;
- DIN-рейки; кабельне облітєння, кабельні хомути; кабельні наконечники; монтажні інструменти;
- системи маркування; клемні колодки; пристрої керування та сигналізації; електричнотажні шафи серії "RAM BLOCK"; ударостійкі пластикові корпуси "RAMBOX"; аксесуари.

2.3.2 Традиційна форма прихованого монтажу електропроводки

Деякі часто електропроводку замонітують або вкладають у штраби стін відкритим способом.

Недоліки:

- у разі необхідності заміни чи нарощування проводки доводиться руйнувати поверхню стіни або стелі;
- на стадії монтажу ізоляція проводки може пошкоджуватися, внаслідок чого провід або кабель, знаходячись у стіні під штукатуркою, потрапляє під вплив вологи, таким чином, можливі побічні витіки струму, що призводять до помилкового спрацьовування пристроїв захисного відключення (ПЗВ).

Ще одним "класичним" методом є використання додаткового захисту у вигляді металеві труби або металорукава. При цьому витратні матеріали значно дорожчі і мають схильність до корозії, відсутня можливість заміни проводки на складних ділянках, є ймовірність пошкодження ізоляції при протяжці (після звертання залишаються гострі елементи), зникається швидкість монтажу (необхідно використовувати спеціальне обладнання: болгарку та ін.).

Переваги структурованих кабельних систем:

- модульність, можливість зміни конфігурації і нарощування

периферії без внесення змін до основної структури існуючої мережі (здатність СКС у будівні передбачає можливість розширення, зокрема – глобального,

- тривалій термін експлуатації, що відшкодовує капіталовкладення (значна частина фінансових втрат виробництва припадає на час його простоя, при цьому 2/3 простоя виникають саме через енергетичні та обчислювальні збої);

відсутність залежності від змін технологій і постачальників активного устаткування (до складу СКС входить тільки універсальне устаткування із стандартними роз'ємами, до яких можна підключити будь-яку техніку);

- мінімальна кількість обслуговуючого персоналу (фактично, забезпечувати функціонування налагодженої мережі здатен один фахівець);

- зниження вартості і часу встановлення систем, оскільки прокладка всієї кабельної інфраструктури може проводитися однією, а не декількома фірмами;

- високий рівень співвідношення "ціна-якість" досягається, зокрема, за рахунок значних термінів гарантованої експлуатації системи, її універсальності та непримхливості.

2.3.3 Сучасний підхід - використанням ПВХ-труб

В звичайні стіни чи за фальш-поверхні на попередньому етапі будівництва або ремонту закладається гофрована ПВХ-труба. Провід або кабель закладається вже всередині труби за допомогою спеціальної стальної провідки, яка знаходиться в трубі.

Переваги:

- за потреби заміни електропроводки у закладеній гофрованій трубі всі додаткові електромонтажні роботи проводяться без руйнування поверхні стіни, отже, без додаткових витрат часу та коштів;

- не вельється жодних додаткових будівельних робіт;

- проводка отримує додаткову ізоляцію оболонку, що захищає її від вологи і від впливу інших факторів навколишнього середовища. – це виключає можливість помилкового спрацювання пристроїв захисного відключення (ПЗВ) навіть при незначних пошкодженнях ізоляції;

- гофрована труба виготовлена з самозагасюючого полівінілхлориду (ПВХ), тому під час виникнення небезпечного замикання не

розповсюджує горіння:

- саме ПВХ-труби при горінні не зникають (на відміну від ПНТ-труб, які можуть використовуватись лише для прокладання слабострумних мереж), дозволяючи і у подальшому динамічно експлуатувати електропроводку;

- закладені у стіни труби створюють своєрідну систему каналів для електропроводки, тобто виконують магістральну функцію: система вже не обмежується фізичними якостями раніше прокладеного кабеля;

- співвідношення ціни і якості: у порівнянні з металевими трубами або металокористими пластикова труба має перевагу у вартості і трудомісткості монтажу. полівінілхлоридний (ПВХ) пластик також більш стійкий до агресивних середовищ і повністю функціонально виправдовує себе під час прихованого монтажу.

2.5.4 Традиційна форма монтажу накладним способом

Електропроводку досить часто кріплять безпосередньо по стіні чи стелі скобами або накривають металевим кутком, протягують по трубах, які зварені між собою.

Недоліки зовнішньої проводки викритим способом:

- при виникненні необхідності заміни або нарощуванні проводки вся процедура монтажу повторюється з тією ж трудомісткістю;

- для відкритої проводки використовується кабель підвищеної стійкості до впливу зовнішнього середовища, причому вартість його значно вища за кабель для прихованого прокладання;

- захищеність від вологи і сонячних променів, які руйнують проводку:

- неможливість такого прокладання по горючій поверхні.

Недоліки зовнішньої проводки в металевих трубах:

- підвищена трудомісткість монтажу;

- проводка в металевих трубах набагато дорожча і не завжди функціонально виправдана, вона необхідна у випадках виключно високих вимог до температурного режиму експлуатації, вибухобезпеки;

- відсутня можливість зачипи проводки на складних з'єднаннях;

- є ймовірність пошкодження ізоляції при протязі (ісплоя зворування залишаються гострі елементи);

- металеві труби зазнають корозії, потребують заземлення.

2.5.5 Сучасний підхід до монтажу накладним способом з використанням твердої ПВХ-труби (на базі лінійки "Експрес")

По стіні прокладається система послідовно з'єднаних ПВХ-труб. Труби кріпляться до поверхні і з'єднуються між собою вручну. Набір аксесуарів для з'єднання підбирається залежно від необхідного ступеня захисту (від IP 40 до IP 68) [31.55 додаток Г].

Переваги:

- кіткість монтажу нижча, ніж при використанні металевих труб;
- можливість заміни та вирощування проводки;
- висока естетичність монтажу;
- легкість та швидкість монтажу без додаткового інструменту і зварювання;
- високий рівень пожежної безпеки;
- повний набір аксесуарів для з'єднування труб: повороти, муфти, вводи тощо;
- ступінь захисту може варіюватися від IP 40 до IP 68;
- стійкість до корозії і сонячних променів

2.5.6. Методика електромонтажу в твердих гладких ПВХ-трубах

Основна сфера застосування твердої ПВХ-труби – монтаж накладним способом усередині технічних приміщень або зовні будь-яких приміщень.

Найбільші переваги застосування твердих полівінілхлоридних труб полягають у швидкості, економічності та функціональності монтажу накладним способом. Вони використовуються як зовні приміщень, так і в технічних, промислових приміщеннях, складах, підвалах, найстернях тощо. Аналогічно до гофрованих труб та кабельних каналів (коробів), будь-які комунікації, побудовані на базі твердих гладких труб, дозволяють вирішувати та замінювати проводку протягом усього терміну експлуатації електроліній. Поряд з цим, в певних випадках, ПВХ-труби мають ряд важливих переваг навіть над таким популярним засобом зовнішнього монтажу, як кабельний канал (короб):

- при своїй широкій функціональності тверда ПВХ-труба значно нижча за ціною;

- на базі ПВХ-труб можливо прокласти мережі з високим ступенем захисту (до IP 67: повне непроникнення пилу, захист від струменів води), що дозволяє здійснювати прокладку під відкритим небом;

- при навіть незначній кривизні стіни та саме такі стіни найчастіше зустрічаються у технічних приміщеннях) прокласти кабельний канал рівно і без шліпін практично неможливо: тверді ж труби кріпляться на фіксатори висотою 10 мм точково, з інтервалом близько 70 см, завдяки чому кривизна стіни не впливає на рівність прокладання труби;

- ПВХ-труби стійкі до багатьох хімічних реагентів та ультрафіолету;

- ПВХ-труби мають сірий колір, тому є невибачливими до чистоти приміщень і не забруднюються.

Згідно з вимогами [53] пункту 2.5.6 останньої редакції "Правил...", можливість заміни проводів і кабелів при електромонтажі є обов'язковою.

Пряме призначення твердих ПВХ-труб – прокладка зовнішніх мереж по поверхнях стін, стель всередині і зовні приміщень. Конструктивні матеріали труб спеціально розроблені на даний вид монтажу, причому варто відмітити, що монтуються вони вручну, без зварювання і майже без додаткового інструменту (технічний ніж і ножики). Труби виготовляються довжиною 3 або 2 метри і комплектуються різноманітними аксесуарами для сполучення та кріплення.

За європейськими стандартами труби поділяються на такі розміри (зовнішні діаметри в міліметрах): 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63. Для виготовлення твердих труб використовуються полівинілхлоридний пластикат із спеціальними домішками для підвищення стійкості до таких зовнішніх факторів, як ультрафіолетові промені, волога, хімічні реагенти. Достатньо важливими атрибутами цього матеріалу є його властивість не розповсюджувати горіння та відсутність утління під дією високих температур.

Послдовність електромонтажу в гофрованих і в твердих трубах майже не відрізняється. Відмінності полягають тільки в способах здійснення кожного етапу:

- планування маршрутів прокладання, вибір діаметру твердих ПВХ-труб;

- розмітка стін, кріплення зовнішніх коробок і електричних механізмів;

- прокладання труб;
- замінування проводки.

Планування маршрутів прокладання і вибір діаметру твердих ПВХ-труб здійснюється аналогічно до гофрованих труб (див. "Методика електроонтажу в гнучких пластикових гофрованих трубах").

Розмітка стін. Першим етапом розмітки маршрутів прокладання труб є okreśлення місць фіксації розподільних коробок, товнишніх коробок розеток, вимикачів та інших приборів. Далі для полегшення подальшого процесу розмітки ці коробки фіксуються. Враховуючи відкритий характер прокладання труб, необхідно втримувати рівень по горизонталі і по вертикалі. За допомогою будівельного рівня та нитки помічаються точки кріплення спеціальних фіксаторів труб з інтервалом близько 70 см. В цих точках свердяться отвори і прикручуються фіксатори. На місцях поворотів, для надійнішого кріплення труби, рекомендується використовувати два фіксатори. Бажано фіксувати навіть найкоротші лінійні елементи.

Прокладання труб здійснюється послідовно – від центральних до периферійних коробок. Труби з'єднуються між собою за допомогою спеціальних аксесуарів вищовказаних діаметрів. Якісні аксесуари для твердих труб виготовляються з аналогічного трусам самогасячого ПВХ і відрізняються за двома принциповими параметрами: функціональним призначенням і ступенем захисту, яким вони забезпечують системи електропроводки.

За функціональним призначенням аксесуари поділяються на:

1. Фіксуючі. Аксесуари для фіксації труб на поверхні стін і стель (фіксатор труб, тип "кліпса"; фіксатор труб з комутником; фіксатор труб з любелем; фіксатор труб з шпаклем та ін.)

2. Комутаційні. Для комутації проводки (тріпнік з можливістю комутації, IP 40; коробки розподільні з вводами, IP 44 та IP 55; коробки розподільні без вводів, IP 56 (отвори для труб свердяться додатково)).

3. Перехідні. Для переходу на труби іншого діаметра або з одного типу труби на інший, вводу труби в розподільну коробку або інший корпус (перехідник типу "труба – коробка"; перехідник типу "труба армована – коробка"; перехідник типу "тверда труба – армована труба" з збереженням внутрішнього діаметру; перехідник типу "тверда труба – армована труба" зі збільшеною внутрішнього діаметру).

4. Повороти і з'єднувачі. Для з'єднання, повороту труб під кутом 90° або (з використанням армованої труби) по більшій кінці

траєкторіях (з'єднувач труб, ІР 40; з'єднувач труб, ІР 67; поворот труб на 90°, ІР 40; повороти труб на 90°, ІР 67; повороти з використанням армованої труби, ІР 65.)

Аксесуари останніх трьох груп, як правило, виготовляють у двох варіантах з різними діапазонами ступенів захвату. ІР 40–44 – для сухих приміщень з невисоким рівнем запилення. ІР 65–67 – для вологих, запилених приміщень та для електромонтажу зовні приміщень.

Слід зазначити, що для прокладання твердих труб часто в ролі аксесуарів для складних поворотів використовуються спеціальний тип гнучких армованих ПВХ-труб (не плутати з гофрованими трубами). Завдяки високій еластичності, механічній міцності й стійкості до хімічних реагентів (зокрема нафтопродуктів) та ультрафіолету армовані труби використовуються на агрегатах машин в місцях частого згинання проводки.

Протягування проводки може здійснюватися після прокладання труб за допомогою спеціальних зондів (процедура, аналогічна до протягування проводки у гофровану трубу). При відсутності зондів можливо протягувати проводку і вручну, послідовно через з'єднуючі аксесуари труб.

2.5.7 Щитове обладнання

Система "Quadro" від компанії "ДКС Україна" [31,55] призначена для організації та оптимізації електричних мереж в електроустановках і електрошитовому устаткуванні "Quadro" включає в себе повний спектр пасивного обладнання: перфоровані коробки, DIN-рейки, комуті, монтажні інструменти, елементи кріплення, наконечники, обплетення, системи маркування, клемні колодки, кнопки керування, вимикачі новонттяження, кулачкові перемикачі, рукоятки та аксесуари до всього вищезазначеного.

Перфоровані коробки. Вирізи у коробах служать для виконання відгалужень проводки. Перфоровані коробки відрізняються за кроком, розміром і типом перфорації. Їх виготовляють у трьох кольорах – сірому, блакитному та білому – із ПВХ-пластикату, що не поширює горіння та підвищує пожежну безпеку електропроводки.

При інсталяції перфорованих коробів важливо дотримуватися принципу замкнутих контурів, який полягає у тому, що кабелі встановлюються навколо активного обладнання у вигляді замкнутих рамок. Такий принцип розташування коробки дає додаткові резерви

шляхи для прокладання проводки. У випадку перенесення коробка на якійсь ділянці, завжди буде обхідний шлях. Використовуючи цей принцип, можна рівномірно розподіляти щільність електропроводки та легко дотримуватися рекомендованого ступеня заповнення (до 70% перетину короба).

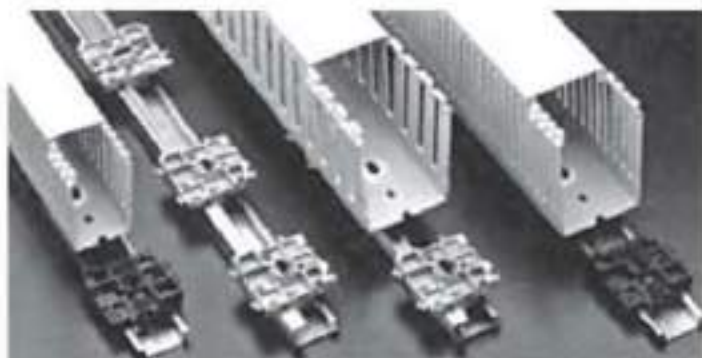


Рисунок 2.13 – Система пластикових перфорованих коробів “Quadro”

Акcesуари до перфорованих коробів містять основні компоненти: фіксатори короба, тримачі, маркери. Вони дають змогу фіксувати проводку в коробі, розділяти її за призначенням, маркувати або групувати в окремі пучки, організувати проводку на рухомих площинах, а також встановлювати коробки на DIN-рейки. Їхнє використання допомагає підвищити якість виконання щитового устаткування, а у випадку його ремонту – скоротити трудові й часові витрати.

DIN-рейки. Використовуються як основа для кріплення автоматів, реле, клемних колодок та іншого електромонтажного устаткування (за статистикою, 80% устаткування у щитах керування кріпляться саме на DIN-рейки). Розрізняються за формою (бувають G-подібні й Ω -подібні), шириною, товщиною сталі, а також можуть мати перфороване дно або насічки для зручності свердлення отворів.

Кабельні хомути (стяжки) – невід’ємний акcesуар кожного монтажника: простий елемент дає можливість поєднати проводку в окремі джгути, пучки. Хомути розрізняються за стійкістю до агресивного середовища (термостійкі, вологостійкі, стійкі до УФ-випромінювання та ін.), розмірами, наявністю функції маркування,

конструкцією замка (стандартний, подвійний прямий та ін.), можливістю повторного використання (зручно при формуванні тимчасових пучків), тисом фіксації (наприклад, хомути для перфорованих поверхонь).



Рисунок 2.14 – Принцип замкнутих контурів

Кабельне маркування наносять для подальшої ідентифікації кабелів, проводів та інших поверхонь. Система "Grafoplast" дає змогу зощаджувати близько 30–40% часу на маркувальних операціях порівняно з іншими системами маркування. Система ефективніша, якщо маркувальне позначення складне. В разі помилки у позначенні не потрібно роз'єднувати кабелі та проводи. Складений напис у будь-який момент можна виправити, вилучивши помилкові елементи навіть на вже готовому з'єднанні.

Крім того, система "Grafoplast" містить види маркування, що дають змогу позначати проводку після того, як електричне з'єднання вже виконане, позначати проводку одночасно з монтажем наконечника-гільзи, наносити на товсті пучки проводів або будь-які поверхні.



Рисунок 2.15 – Кабельні хомути

Наконечники обпресовуються на жилу проводу, забезпечуючи їм надійну комутацію електричного кола. Також їх використання мінімізує втрати електропровідності. Наконечники обпресовують на жилі спеціальними кліщами. Всі наконечники виготовлені з міді й покриті шаром олова, а ізоляція – із самозатухаючого ПВХ-пластикату.

Клемні колодки використовуються в електротехнічних шафах, шафах автоматизації та керування. Поділяються на гвинтові, пружинні й колодки з прорізанням ізоляції. Матеріал корпусу (поліамід) забезпечує відмінні ізоляційні характеристики, стійкість до теплових навантажень та агресивного середовища, не розповсюджує горіння. Струмopровідна частина має високі електричні характеристики, стійка до агресивного середовища.

Комутаційні пристрої (кнопки керування та кулачкові перемикачі). Кнопки призначені для з'єднання та роз'єднання електричних кіл. Вони мають декілька варіантів виконання: з фіксацією і без фіксації, виступаючі й втоплені, прозорі й непрозорі. Прозорі кнопки зазвичай використовуються зі спеціальними діодами або лампами, що підсвічують їх зсередини. Ступінь захисту кнопок зі сторони фронтальної поверхні при використанні аксесуарів (ущільнюючих ковпачків) – IP 67.

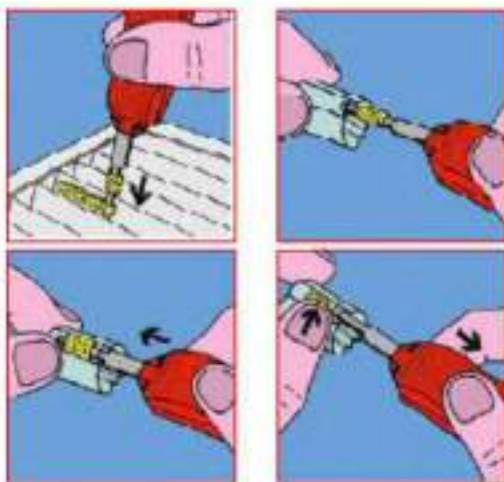


Рисунок 2.16 – Послідовність дій при маркуванні



Рисунок 2.17 – Клемні колодки



Рисунок 2.18 – Кнопки керування

Основа, на яку встановлюється пристрій керування (монтажна плата, дверцята шафи, панель нульту керування), проходить між фіксуючою гайкою та маркувальною табличкою. Монтується пристрій в отвір $\varnothing 22,5$ мм.

Збирання виконується за допомогою лише звичайної викрутки. Деталі між собою з'єднуються за допомогою спеціальних замків. На монтажну площадку можна встановити дві контактні частини та тримач світлодіода.

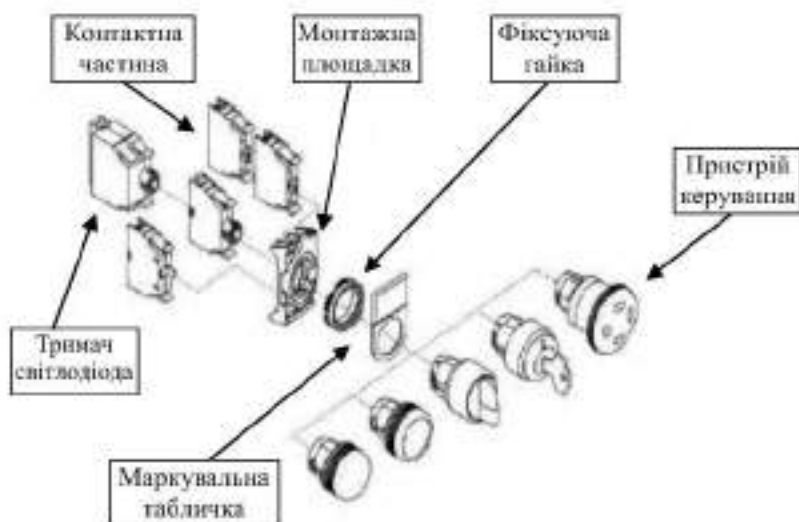


Рисунок 2.19 – Схема монтажу пристроїв керування

Контактні частини можуть сполучатися між собою. Таким чином, одна кнопка може давати змогу керувати кількома мережами одночасно. Контактні частини та їх кількість обираються відповідно до необхідної електричної схеми.

Кулачкові перемикачі призначені для керування процесами в електричних ланцюгах (з'єднання/роз'єднання контактів, зміна схеми вмикання двигунів, підключення вимірювальної апаратури, реверсування ланцюгів). Перемикачі можна монтувати на монтажну плату, DIN-рейку, зваряні шафи або панель пульта керування. Встановлюється пристрій на несучу поверхню (товщиною до 5 мм) в отвір Ø10–22,5 мм.

Для керування кулачковими перемикачами використовуються рукоятки керування. Рукоятки забезпечують IP 67 зі сторони фронтальної поверхні (всі деталі рукоятки мають гумові ущільнювачі).

2.5.8 Шафи та корпуси

Зварні навісні шафи "RAM BLOCK" серії CE виконані з металевих листів товщиною 1,5 мм, що з'єднані лінійним зварюванням. Двері виробляються зі сталі товщиною 1,5 мм для шаф висотою до 800 мм та товщиною 2 мм – для більших розмірів. Вони є реверсивними, що дозволяє легко змінити сторону їх відчинення без додаткового свердлення. У наявності є як глухі, так і прозорі двері з самозатужаючого пластику. Мішні петлі, недоступні зовні, дозволяють відчинити двері приблизно на 130°.

Зварні шафи "RAM BLOCK" серії CDE виконані за тими ж технологіями, що й шафи CE. Мають три модифікації: глухі; з фланцями для вводу проволки; з кришкою на петлях. Ступінь захисту може варіюватися від IP55 до IP66.

Зварні підлогові шафи "RAM BLOCK" серії CAE є універсальними. Вони можуть використовуватися як шити керування, шити низьковольтного розподілення, шити для розміщення телекомунікаційного обладнання. Стандартний ступінь захисту – IP 55, при використанні суцільного днища можна досягти IP 65.

Підлогові збірні шафи "RAM BLOCK" серії CQE мають раму, що виконана з зопитентованого замкнутого сталюого профілю товщиною 1,5 мм, провареного вздовж всієї довжини. Це забезпечує додаткову стійкість шаф до механічних впливів. Вертикальні стійки мають спеціальні перфорувачі, які надають можливість швидко і просто монтувати аксесуари. Двері є реверсивними, виробляються зі сталі

товщиною 2,5 мм. Стандартний ступінь захисту – IP 55, при використанні суцільного днища можна досягти IP 65.



Рисунок 2.20 – Ударостійкі пластикові корпуси “RAMBOX”

Ударостійкі пластикові корпуси “RAMBOX” (рисунок 2.20) застосовуються у різних областях діяльності для розміщення електротехнічних, електронних компонентів і інших пристроїв, захищаючи їх від дії навколишнього середовища.

Складові системи “RAMBOX”:

- пластикові корпуси з суцільними стінками і непрозорою кришкою;
- пластикові корпуси з суцільними стінками і прозорою кришкою;
- пластикові корпуси із стінками з вибивними фланцями і непрозорою кришкою;
- пластикові корпуси із стінками з вибивними фланцями і прозорою кришкою;
- аксесуари.

Допомогу у виборі систем підвісу, розрахунок вагових навантажень кабельної системи в комплексі, а також повну проектно-консультативну підтримку повинен надавати замовникові постачальник систем металевих лотків і коробів. Це є важливим чинником при виборі постачальника. На початковому етапі співпраці з постачальником необхідно з'ясувати, чи здатний він надати відповідну підтримку [31].

2.6 Виконання введів

2.6.1 Основні вимоги щодо захисту пальчиковими комплексними розподільними пристроями

2.6.1.1 Захист ізоляцією частин, які перебувають під напругою

Частини і деталі, які перебувають під напругою, повинні бути повністю покриті ізоляцією, яка може бути видалена тільки рубинуванням. Ця ізоляція повинна бути виготовлена з відповідних матеріалів, що мають довготривалу стійкість до механічних, електричних та теплових впливів, під які підпадає ізоляція за нормальної експлуатації.

Вважають, що покриття фарбою, глазур'ю, лаком і подібними речовинами не забезпечує необхідну ізоляцію для захисту від електричних уражень за умов нормальної роботи.

2.6.1.2 Захист огорожами та обложками

Для захисту від ураження електричним струмом треба виконувати наступні вимоги [53]:

- усі зовнішні поверхні повинні мати ступінь захисту від прямого контакту не менше IP2X або IPXXB. Відстань між механічними засобами, передбаченими для захисту, частинами, що перебувають під напругою, для яких вони передбачені, повинна бути не менше значень, установлених для зазорів та довжини шляху спливу за винятком випадку, коли ці механічні засоби виконано з ізоляційного матеріалу;

- усі огорожі та обложки повинні бути міцно закріплені на своїх місцях;

- там, де необхідно зняти огорожі, обложки або їхні елементи (двері, кожухи, кришки, заглушки тощо), це необхідно здійснювати відповідно до таких вимог:

- а) зняття, відкриття чи висунення треба виконувати спеціальним ключем або інструментом;

- б) усі струмопровідні частини, що перебувають під напругою, і до яких можна випадково доторкнутись після відкриття дверей, треба від'єднувати перед відкриттям дверей.

У системах TN-S провід-перемичка не повинен бути ізований чи перемкнений. У системах TN-C PEN провід не повинен бути ізований чи перемкнений. У TN-S системах нейтральний провід не потребує ізоляції чи перемкнення.

Приклад. Блокування дверей за допомогою винищача здійснено таким чином, що їх можна відчинити тільки у тому разі, коли винищач розімкнено і за цих умов його неможливо перевести в положення замкнення, поки двері відчинено, за винятком випадку, коли блокування дверей знято чи викоринено спеціальний інструмент.

Якщо для роботи необхідно, щоб КРП мав пристрій, який дозволяв би уповноваженому персоналу отримувати доступ до частин, що в цей час перебувають під напругою, то згідне блокування треба автоматично відновити після того, як двері зачинено.

а) КРП повинен мати внутрішній перепону або частинку, яка захищає частини, що перебувають під напругою, від випадкового доторкання до відкритих дверей. Ця перепона або закладка повинна бути надійно закріплена на місці або автоматично переміщатись на своє місце в момент відчинення дверей. Повинно бути унеможливлено зняття цих засобів без використання ключа або спеціального інструмента. За необхідності використовують попереджувальні таблички:

- за захисною огорожею або оболонкою повинно бути передбачено другу перепону, яка запобігла б випадковому торканню оболути до частин під напругою, які не захищені іншими засобами. Однак ця перешкода не повинна зав'язати доступу оболути до струмопровідних частин. Треба унеможливити зняття цих перешкод без використання ключа або спеціального інструмента;

- струмопровідні частини, які відповідають умовам безпечної напильної напруги, не потребують закриття.

2.6.1.3 Захист за допомогою електричних кіл захисту

Електричне коло захисту в КРП складається з окремого захисного провідника або з струмопровідних конструктивних частин, або обох разом.

Цей метод забезпечує:

- захист від наслідків пошкоджень усередині КРП;

- захист від наслідків пошкоджень в зовнішніх електричних колах, які отримують живлення через КРП

Засоби ручного регулювання (рукоятки, лезовики тощо) повинні мати:

- безпечне постійне електричне з'єднання з частинами, які приєднані до кіл захисту;

- додаткову ізоляцію, яка захищає їх від інших струмопровідних частин устаткування. Ізоляція повинна відповідати максимально допустимій напрузі ізоляції для даного устаткування.

Рекомендують деталі ручного регулювання, які зазвичай під час роботи беруть руками, виконувати з ізоляційних матеріалів або покривати ізоляційними матеріалами, розрахованими на нормальну чи максимально номінальну напругу ізоляції для даного устаткування.

Нерозривність кіл захисту повинна бути забезпечена надійним з'єднанням безпосередньо або за допомогою захисних провідників. Засоби, що їх використовують для складання різних металевих частин КРП, являють достатніми для збереження нерозривності кіл захисту, якщо прийняті застережні заходи гарантують постійну провідність та пропускну здатність достатню, щоб втримати зворітний струм замикання на землю, який може бути в КРП. Гнучкі металічні проводи не можна використовувати як захисні провідники.

Усі кола захисту усередині КРП повинні бути розраховані так, щоб вони могли втримувати підвищені електричні, теплові та динамічні навантаження, які можливі в місці установлення КРП.

Якщо оболонку КРП використовують як частину кола захисту, то площа поперечного перерізу оболонки повинна бути принаймні електрично еквівалентна мінімальній площі поперечного перерізу захисного провідника.

Площа поперечного перерізу захисних провідників (PE, PEN) має бути не менше, ніж відповідна площа поперечного перерізу, зазначена в таблиці.

Таблиця 2.3 – Площа поперечного перерізу захисних провідників

Площа поперечного перерізу фазних проводів, S , мм ²	Мінімальна площа поперечного перерізу відповідних захисних провідників (PE, PEN), S , мм ²
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$35 \leq S \leq 400$	$S/2$
$400 \leq S \leq 800$	200
$S \geq 800$	$S/4$

Значення поперечного перерізу, які зазначені у таблиці, можна застосовувати тільки в тому випадку, коли захисні провідники виготовлено з такого самого металу, що і фазні. У інших випадках площу поперечного перерізу захисного провідника (PE, PEN) треба визначити так, щоб забезпечити еквівалентну електропровідність (таблиці 2.4).

PEN-провідники повинні відповідати таким додатковим вимогам:

- мінімальна площа поперечного перерізу повинна бути 10 мм² для мідних проводів; 16 мм² для алюмінієвих проводів;
- PEN-провідники, які розташовані у середині КРП, не потребують ізоляції;
- структурні частини не треба використовувати як PEN-провідники

Однак монтажні рейки, виготовлені з міді чи алюмінію можна використовувати як PEN-провідники у разі, коли струм в PEN-проводниках може досягти великих значень.

Площу поперечного перерізу захисного провідника (PE, PEN) розраховують за формулою для захисту від теплових ударів, спричинених струмом тривалістю від 0,2 с до 5 с:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \times t}}{k}, \quad (2.2)$$

де S_p – площа поперечного перерізу мм²;

I – середнє квадратичне значення змінного струму внаслідок пошкодження через нехтовно малій імпеданс, який може протікати через захисний пристрій, А;

k – коефіцієнт, що залежить від матеріалу захисного проводу, від ізоляції та від інших деталей, а також від його початкової та кінцевої температури.

Початкова температура проводу дорівнює 30 °С.

Таблиця 2.4 – Значення коефіцієнта k для ізованих захисних проводів, що не входять до складу кабелів чи неізованих захисних проводів, що контактують із оболонкою кабелю

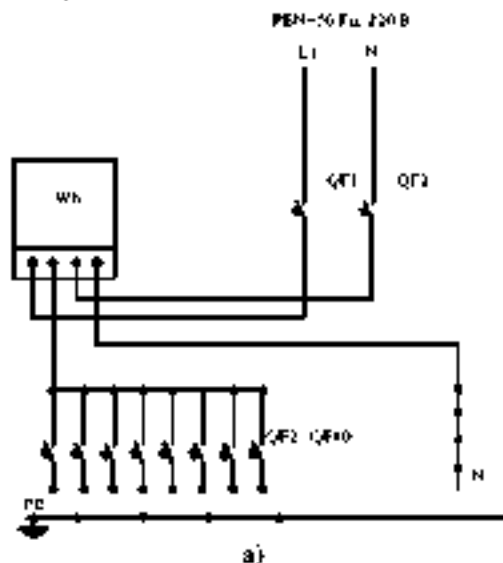
Кінцева температура	Ізоляція захисного проводу або оболонки кабелю		
	ПХВ у поліхлорвінілі	XLPE, EPR Неізований провід	Бутилкаучук
Матеріал провідника	Значення коефіцієнта k		
Мідь	143	176	166
Алюміній	95	116	110
Сталь	52	64	60

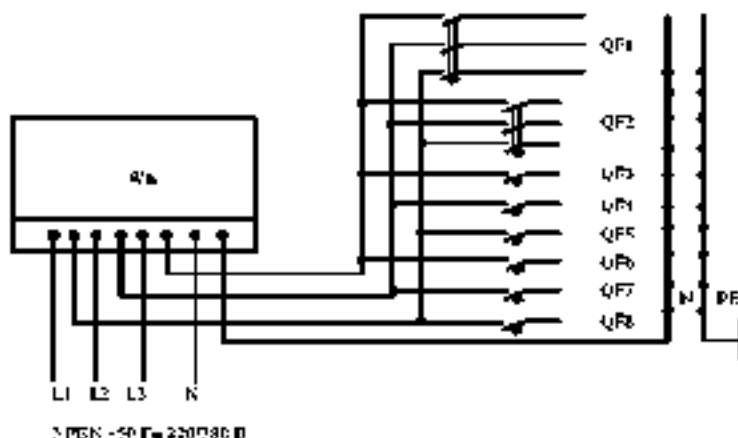
2.6.2 Ввод електропроводки у приміщення

Вводом називають електропроводку, що з'єднує ввідні пристрої усередині приміщення з проводами відгалужень від повітряної лінії (ПЛ), закріпленими на шпильках штырьових ізоляторів, установлених на зовнішній стіні або трубах/стіпах.

Вводи виконують ізольованими проводами і кабелями з алюмінієвими, мідними жилами. За умовами механічної стійкості площу перерізу жила алюмінієвих проводів приймають не менше 4 мм^2 , а мідних – не менше $2,5 \text{ мм}^2$.

Шитки квартирні призначені для обліку і розподілу електроенергії, а також для захисту ліній при перевантаженнях і замиканнях в мережах трифазного змінного струму напругою 380/220 В частотою 50 Гц. Шитки встановлюються безпосередньо в квартирах, індивідуальних будинках, на дачах і т.д. При установці в квартирах багатопверхових житлових будинків шитки отримують живлення від шитків поверхових ЩО 8505. Шитки можуть використовуватися для всіх типів електричних мереж в частині ґрунтування (згідно з МБК 364-4-41-92): TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT при різних варіантах розташування нульового робочого і нульового захисного провідників, з метою забезпечення захисних заходів від ураження електричним струмом при експлуатації.





61

Рисунок 2.21 – Схема електрична принципова лічильників ЩК8305-0208 (а) і ЩК8305-2108 (б)

Щитки серії ЩК 8805 класифікуються [68,76].

за способом приєднання:

- з однофазним введенням – приєднання на одну фазу;
- з трифазним введенням – приєднання на три фази;
- з наявністю або відсутністю ввідних вимикачів;
- за максимальною кількістю і типом виконання вимикачів

розподілу (у однополюсного виконання);

- за способом (місцем) установки;
- наявні – на вертикальних площинах будівельних конструкцій (стінах);
- увігнені – в спеціальній ніші (поглибленні) стіни.

2.6.2.1 Особливості шитки

Робочий номінальний струм шитки повинен складати не більше 80% номінального струму розплювача автоматичного вимикача введення. Вимикачі розподілу, що вбудовуються в шиток, не повинні тривало навантажуватися струмом, що перевищує 80% від значень номінальних струмів їх теплових максимальних розплювачів струму. Сума номінальних струмів вимикачів розподілу може перевищувати номінальний струм шитки за тієї умови, що одноразове робоче

навантаження всіх вимикачів розподілу не повинне перевищувати номінального струму шинки з урахуванням коефіцієнта одночасності.

Шитки квартирні ЩК 8805 можуть бути навісного і утопленого виконання. Шитки навісного виконання кріпляться до стін будівель шурупами через отвори в задній стійці. Шитки утопленого виконання встановлюються в нішах стін і закріплюються в них болтами розпорів. Оболонки шитків виготовляються з листового сталевого прокату товщиною 1 мм, забезпечують ступінь захисту IP31 і складаються з:

- корпус;
- щитові панелі;
- панелі, на якій вмонтовані автоматичні вимикачі і лічильник.

2.6.2.2 Електричний монтаж шитків

Конструкція оболонок допускає введення провідників живлення як зверху, так і знизу через спеціальні сальники (або пластмасові втулки), що забезпечують захист проводів (кабелів) від пошкодження. Конструкція шитків допускає можливість введення і виведення проводів в сталевих або пластмасових трубах. Контактні затискачі автоматичних вимикачів на введінні і групових лініях, що відходять, допускають приєднання провідників перетином від 1 мм² до 16 мм².

Шитки мають нульову захисну і нульову робочу шини, які дозволяють застосовувати електроустаткування класу захисту I (з електробезпеки) відповідно до вимог державних стандартів, прийнятих на основі міжнародних стандартів МЭК.

Нульова захисна і нульова робоча шини мають затискачі, що допускають приєднання нульових провідників перетином, рівним перетину фазних провідників.

Електричний монтаж ведеться штапикованими шинами або проволками, приєднання здійснюється за допомогою контактних затискачів, що дозволяє швидко збирати різні варіанти схем і проволанти при необхідності заміну вимикачів, що вийшли з роботи, або заміну їх по необхідному номінальному струму з лицьового боку без демонтажу самих шитків.

2.6.2.3 Склад і розміщення вимикачів

Шитки ЩК 8805 комплектуються серією автоматичних вимикачів ВА61-29*. Вимикачі введення і розподілу встановлюються на монтажних стандартних рейках (шинках) типу DIN або EN 50022-35 × 7,5 (позначення за стандартом Європейського Комітету із стандартизації "СЕЛЕНЕК" EN 50022). Автоматичні вимикачі на вводі і на лініях, що

відходять, встановлюються з тепловыми і електромагнітними розсілювачами.

Увід у житловий будинок бажано виконувати через торцеві стіни. При цьому ізолятори можуть бути встановлені на фронтоні будинку, що забезпечує достатній габарит проводів відгалуження від ПЛ. Проводи вводу з проводами відгалужень від ПЛ з'єднують за допомогою спеціальних затискачів.

Відстань між проводами до поверхні землі при прольоті до 6 м повинна бути не менше 0,1 м (над проїжджою частиною).

У житлових будинках проводи вводу підключають безпосередньо до лічильника, встановленого на зовнішній стороні стіни будинку.

Відні щитки встановлюють вертикально в місцях, легкодоступних для обслуговування, на міцній рівній опорній підставі, не схильній до вібрації (наприклад, на капітальній стіні). Кут відхилення від вертикальної поверхні повинен бути не більше 1° . Висота від підлоги до коробки затискачів лічильників повинна бути в межах 0,8–1,7 м згідно з правилами [53].

Для безпечної установки та заміни лічильника в мережах напругою до 380 В необхідно передбачити можливість відключення лічильника комутаційним апаратом. Апарат потрібно встановлювати на відстані не більше 10 м від лічильника.



Рисунок 2.22 – Встановлення лічильника електричної енергії на ввіді в будинок

2.6.3 Монтаж низьковольтних комплектних пристроїв

Ящики і шини серії РУСМ призначені для управління електродвигунами змінного струму, вводу і розподілу, а також контролю і обліку електроенергії. Застосовуються в приміщеннях з високою вологістю, запиленістю, за невпевності хімічно агресивних середовищ і в зовнішніх установках промислового виробництва [2,19,27]

Виду системи заземлення електричних мереж, в яких використовуються пристрої РУСМ, відповідає TN-C (система з класичним зануленням), проте на вимогу споживача в ящиках може встановлюватися ізольована нульова шина і пристрої можуть експлуатуватися в мережах TN-C-S і TN-S. За своїми схемними технічними характеристиками ящики РУСМ 5000 повністю еквівалентні ящикам Я5000 і в переважній більшості замінюють схеми ящиків РУСМ. Ящики серії РУСМ 8000 містять схеми, що забезпечують заміну таких силових шинків вводу, як ЯРП, ЯРВ, ЯВЗ і ЯВП.

Конструктивно пристрої РУСМ виконують у вигляді металевих ящиків чотирьох типорозмірів кліматичного виконання УХЛ 3 з установкою на передній кришці апаратів імпортного виготовлення. Електричні апарати встановлюють як на панелі усередині ящика, так і на його передній кришці, причому на передній кришці розміщують апарати, що реалізують функції контролю і управління, – кнопки, світлоосвітельну арматуру, перемикачі, приводи відмикачів і теплових реле.

Категорія застосування конкретного пристрою РУСМ визначається категорією застосування основного вбудованого комутаційного апарату.

Ящики при комплектуванні в шити з'єднуються між собою болтами, при цьому збірний шит має ступінь захисту IP54 за ГОСТ 14254. Електричний монтаж між ящиками здійснюється через з'єднувальні вікна, розташовані яких вибирається залежно від конкретної схеми шини. Шити комплектуються ящиками при будь-якому їх розташуванні із забезпеченням електричного монтажу як по вертикалі, так і по горизонталі.

Монтаж пристроїв. Ящики встановлюються на стіні (колоні), шини можуть встановлюватися на стип або на пілозі на металевому каркасі. Шити завдовжки більше 1,5 м поставляються на каркасі. На одному каркасі поставляється шит завдовжки до 2,5 м. При довжині шини більше 2,5 м він виготовляється окремими секціями разом із затисненими пристроями для з'єднання збірних шин, силових і

допоміжних ланцюгів різних секцій між собою при установці шита на ніш монтажу.

Підключення. Введення-виведення зовнішніх провідників здійснюється через сальніки, що розташовуються на хімічних бічних кришках. Сальники допускають застосування багатожильних броньованих або неброньованих кабелів з мідними або алюмінієвими шинами

Для підключення пристрою необхідно виконати наступні операції:

- відкрити передні двері, заздалегідь відвернувши затискачі по їх контуру,

- за наявності поліамідних (жорстких) сальників відвернути їх зовнішні гайки і видалити заглушки;

- ввести кабелі живлення і управління з надітими на них гайками, шайбами і гумовими кільцями в гнізда відповідних сальників і під'єднати кабелі до затисків апаратів;

- затягнути гайки сальників до ущільнення кабелів гумовими кільцями;

- за наявності пластикатних (м'яких) сальників обрізати останкі по діаметру, що забезпечує гарантований натяг сальників на кабелі, що проходять через них;

- ввести кабелі живлення і управління у відповідні сальники і під'єднати кабелі до затисків апаратів;

- при трубному введенні ввести труби в отвори ланцюга і закріпити їх двома гайками з установкою усеосередній ящик металевий і гумовий шайби ущільнювача і затягнути в труби дроти з подальшим приєднанням останніх до затисків апаратів;

- при наявності в ящику приволу повернення теплового реле відрегулювати довжину штока;

- закрити кришки ящиків і зафіксувати їх затискачами.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Які основні вимоги щодо захисту низьковольтних комплектних пристроїв?
2. Які вимоги правил до електроустановок житлових та побутових приміщень?
3. Яка характеристика видів заземлення нейтралі джерела живлення?
4. Як класифікуються електропроводи?
5. Які технічні умови на монтаж електропроводок?
6. Дати визначення елементів несучих конструкцій електропроводок: струна, смуга, проф. короб, лоток.
7. Які найменші перерізи жил проводів та кабелів в електропроводках за умовою механічної стійкості?
8. Як вибрати вид електропроводки при виконанні монтажних робіт?
9. Яка послідовність вибору перетину проводу?
10. Які вимоги до монтажу електропроводок у перфорованих коробах і лотках?
11. Які вимоги до монтажу електропроводок у металевих коробах і лотках?
12. Які вимоги до монтажу схованих електропроводок?
13. Які вимоги до монтажу електропроводок в гнучких гофрованих трубах?
14. Які вимоги до монтажу електропроводок в твердих ПВХ трубах?
15. Які вимоги до монтажу електропроводок в металевих трубах?
16. Яка технологія монтажу ввідів у приміщення і ввідних розподільних пристроїв?
17. Які вимоги до монтажу приладів обліку електричної енергії?

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

3.1 Поняття електроприводу

Електропривід – це електромеханічний пристрій для надавання руху робочим органам машин і механізмів, у якому джерелом механічної енергії слугує електродвигун.

Електропривід складається з одного або декількох електродвигунів передвального механізму та апаратури керування. У його склад можуть входити також пристрої, що змінюють напругу, частоту або інші параметри електричної енергії (випрямлювачі, перетворювачі, частотомери та ін.).

На корпусі двигуна знаходиться технічний паспорт, де вказуються *основні характеристики двигуна*: серія, заводський номер, кількість фаз, частота мережі живлення, потужність, коефіцієнт потужності, коефіцієнт корисної дії, частота обертання квант ротора, схема під'ядання обмоток статора, номінальний струм, маса двигуна, рік випуску, ступінь захвату, режим роботи, клас ізоляції, державний стандарт та виготовлення.

Більшість стаціонарно встановлених машин і механізмів приводяться в дію за допомогою трифазних асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором. На окремих механізмах встановлюються однофазні двигуни. АД з фазним ротором, постійного струму, синхронні. Асинхронний двигун із короткозамкненим ротором є найпростішим, простим за будовою, надійним у роботі та в експлуатації.

3.1.1 Основні характеристики двигуна

На сьогоднішні електротехнічні компанії виробляють основні види електродвигунів:

- електродвигуни асинхронні трифазні змінного струму
- загальнопромислового виробництва серій АНР; АД; АДТ; МЛ; 4АМ; 5АМ; 6АМ;
- спеціального призначення:
- багатоплавкісні АНР04/2; з підвищеним ковзанням L; з вбудованим електромагнітним гальмом АНР00L4E; для приводу осей валів вентиляторів тваринницьких і птицеводських приміщень АНРР80-В6; для приводу деревообробювальних верстатів 4АМХД80 В21М1081; для приводу моноблочних насосів АНР80А4Ж3; з прив'язкою потужності до встановлювально-приспудовувальних розмірів

СЕНЕЛЕС – АНС 112L2:

- електродвигуни асинхронні однофазні змінного струму – АНР 1Е 90L2ДБ3;

- електродвигуни асинхронні однофазні запорювальні змінного струму для комплектації запорювальних насосів – ДАП 37-95У*;

- вибухозахищені серії ВЛ80СА-ІУХЛ2.

Система охолодження двигунів – ІС 041 за ГОСТ 20459 (МЭК 60034-6). Двигуни мають статор із зварними подовженими охолоджуючими ребрами. Охолодження здійснюється шляхом обдування статора зовнішнім відцентрованим вентилятором, роторним валом на валу двигуна з протилежного боку приводу і закритим захисним кожухом (рисунок 3.1).

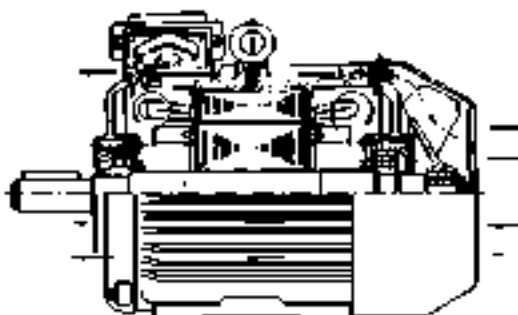


Рисунок 3.1 – Двигун закритого виконання

Повітря омиває лобові частини обмотки статора і зовнішню поверхню сердечника статора і викидається через бічні вікна статору та через верхню частину отворів в щитах. Для напрямку повітря усередині двигуна є дифузори, встановлені на підшипникових щитах.

Розшифровка умовного позначення типорозміру двигунів на прикладі електродвигуна АД серії АНР

xxx	x	xxx	x	x	xxxx	xx	xxxx	В	Гц	ІМ	ІР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1 Назва серії. А – асинхронний; Н – розробка в рамках Інтерелектро. Р або С – прив'язка потужності до встановлювано-приспонуванних розмірів стандарту РС3031-71 або СЕНЕЛЕС-ДОКУМЕНТ 28/64. АД і МЛ – асинхронний двигун. Т – трифазний

2 Електричні модифікації. С – з підвищеним ковзанням. В – збудовані та ін

3 Габарити – висота осі обертання, мм – 56,63,71,80,90,100,112 та ін.

4 *Встановлювальний розмір по довжині станини:* S – коротка; L – довга, відсутність букви – єдині встановлювальні розміри для статорів A і B. M – середня.

5 *Довжина середньої статора:* A – коротка, B – довга, при умові зберігання установочного розміру.

6 *Кількість полюсів двигуна:* 2, 4, 6, 8, A/2, B/4, S/2, L/6/4.

7 *Ознака модифікації:*

– B – з вбудованим температурним захистом;

– П – підвищеною точністю за установочими розмірами;

– E – з вбудованим електромагнітним тальном;

– E2 – з вбудованим електромагнітним тальном і ручним роз'ємним пристроєм;

– Ж1, Ж2, Ж3 – зі спеціальним подовженим кінцем валу для моноблочних насосів;

– A3 – для приєдну обладнання в "чистих" приміщеннях і "брудних" боксах АЕС;

– X2 – хімічно стійке виконання.

8 *Кліматичне виконання ГОСТ 15150-69:*

– У2, У3, У5 – для експлуатації в мікрокліматичних районах з помірно кліматом;

– Т2 – з тропічним кліматом;

– УХЛ2, УХЛ4 – з помірно холодним кліматом;

– ОМ2 – морське виконання (для пароплавів з необмеженим районом плавання);

Категорія розташування:

1 – під навісом при відсутності прямого впливу сонячного випромінювання та атмосферних опадів;

2 – у закритих приміщеннях без штучного регулювання кліматичних умов;

3 – у закритих приміщеннях зі штучним регулюванням кліматичних умов;

4 – в приміщеннях з підвищеною вологістю.

9 *Номинальна потужність двигуна з IEC38, В – 380, 400, 415, 660, 220/380, 230/400, 240/415, 380/660.*

10 *Номинальна частота мережі, Гц – 50 або 60.*

11 *Виконання та спосібом монтажу: MI – (International Mounting) для двигунів у прив'язці потужності розмірів стандарту РС3031-71, B – прив'язка CENELEC (стабільна монтажних виконань).*

Цифрове позначення групи конструктивного виконання (одна цифра від 1 до 3):

1 – на лапах з підшипниковими щитами;

2 – на лапах з підшипниковими щитами з фланцем на підшипниковому щеті;

3 – без лап з підшипниковими щитами з фланцем на підшипниковому щеті.

Цифрове позначення способу монтажу (дві цифри) відповідає наведеному у вигляді умовних графічних позначень монтажних частин, які виділені чорним кольором (рисунок 3.2).

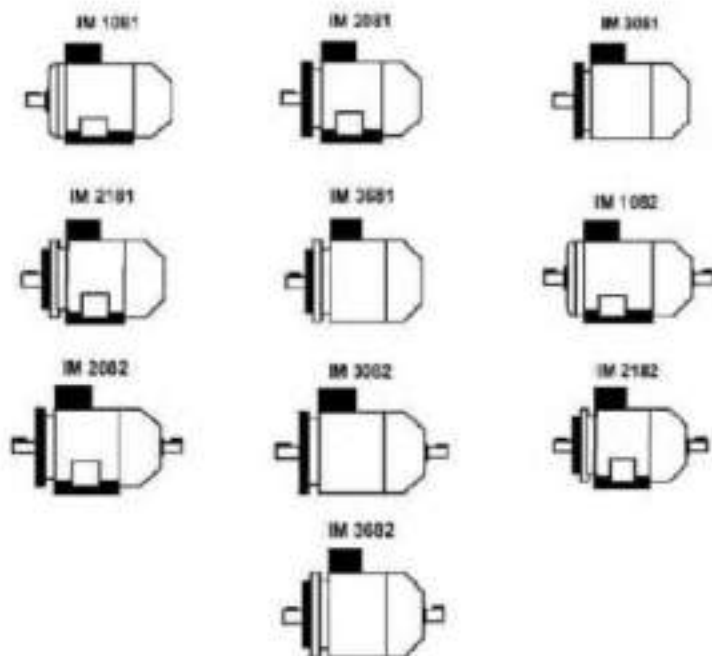


Рисунок 3.2 – Цифрове позначення способу монтажу

Цифрове позначення кінця валу (одна цифра):

1 – з одним циліндричним кінцем;

2 – з двома циліндричними кінцями.

12 Ступінь захисту IP54, IP55 згідно з ГОСТ 14254:

Перша цифра 5 – пил не може потрапити всередину корпусу у кількості, яка достатня для порушення роботи двигуна;

Друга цифра 4 – забезпечує захист від попадання бризок води;
5 – забезпечує захист від попадання струменів води.

3.1.2 Технічні характеристики

Технічні характеристики наводяться в паспорті двигуна або в каталожних даних. Клас ізоляції F, ступінь захисту струможиводу IP55, ступінь захисту ЕД – IP54.

Таблиця 3.1 – Технічні дані асинхронного електродвигуна при напрузі 380 В, 50 Гц

Типорозмір	Потужність, кВт	Число оборотів, об/хв	кккл, %	cosφ	$M_{ном}$	$M_{ном}$	$I_{ном}$	середній рівень звук., дБ (А)	вага, кг IВ4 IВ8
					$M_{ном}$	$M_{ном}$	$I_{ном}$		
АНР71А2	0,75	3000	79,0	0,80	3,2	3,2	7,0	60	8,6

3.1.3 З'єднання обмоток електродвигуна і позначення кінців кінців

При перевірці взаємної узгодженості виводів обмоток і схем внутрішніх з'єднань необхідно використовувати позначення виводів обмоток

Виводи обмоток електричних машин прийнято маркувати буквами і шифрами. Виводам обмоток статора машин змінного струму призначається буква С, виводам обмоток ротора – буква Р. У трифазному статорі початок обмоток позначають: першої фази – С1, другої – С2, третьої – С3; кінці позначають відповідно С4, С5, С6.

При з'єднанні обмоток зіркою їхні виводи позначають: першої фази – С1, другої – С2, третьої – С3, нульової точки – 0

Виводи обмоток, які з'єднані трикутником, позначають аналогічно: С1, С2, С3. Виводи обмоток ротора асинхронного двигуна з фазним ротором позначають: першою фазою – Р1, другою – Р2, третьою – Р3, нульовою точкою – 0.

До позначень виводів багатополосних асинхронних двигунів перед буквою додається шифр, що вказує число полюсів. Так, для трифазного двигуна при переключенні обмоток із двох полюсів на чотири їхні виводи маркують відповідно 2С1, 2С2, 2С3 і 4С1, 4С2, 4С3. У однофазних асинхронних двигунів початок головної обмотки позначають С1, а кінець – С2; початок пускової обмотки – П1, кінець – П2.

У більшості двигунів змінного струму статор має шість виводів. Виводи фаз статора виводять на дошку затискачів і приєднують таким чином, щоб за допомогою переминок легко з'єднати обмотки у зірку або трикутник. Обмотки двигунів розраховують на визначену номінальну напругу. Це зазначається у його паспорті.

Наприклад, якщо вказано Y/Δ 380/220 В, а напруга мережі 380/220 В, то обмотки повинні бути з'єднані в зірку; якщо мережа живлення має параметри 220/127 В, то обмотки цього ж двигуна необхідно з'єднати в трикутник і підключити до затискачів мережі на лінійну напругу 220 В. Позначення наносять безпосередньо на кінцях обмоток, виводів, кабельних наконечниках, шинних кільцях, на штирку поряд з виводами. Повішування бирок не допускається.

Таблиця 3.2 – Позначення виводів обмоток електричних машин змінного струму

Найменування обмоток	Кількість виводів	Початок	Кінець
1	2	3	4
Обмотка статора, відкрита схема	6		
Перша фаза		С1	С4
Друга фаза		С2	С5
Третя фаза		С3	С6
Обмотка статора (якоря), з'єднана зіркою	3 або 4		
Перша фаза		С1	
Друга фаза		С2	
Третя фаза		С3	

1	2	3	4
Нульова точка		0	
Обмотка статора (лічиря), з'єднано трикутником	3		
Перший затискач		C1	
Другий затискач		C2	
Третій затискач		C3	

В малих машинах, де буквенне позначення виводів кінців має певні труднощі, застосовується позначення кінців різнокольоровими проводами згідно з вимогами ГОСТ 183-66 (2001).

Таблиця 3.3 – Маркування виводів асинхронних машин малої потужності

Схема з'єднання обмотки	Кількість виводів	Вид виводу	Колір виводу	
			початок	кінець
Відкрита схема	6	Перша фаза	Жовтий	Жовтий з чорним
		Друга фаза	Зелений	Зелений з чорним
		Третя фаза	Червоний	Червоний з чорним
З'єднання лічирю	3 або 4	Перша фаза	Жовтий	-
		Друга фаза	Зелений	-
		Третя фаза	Червоний	-
		Нульова точка	Чорний	-
Зелення трикутником	3	Перший затискач	Жовтий	-
		Другий затискач	Зелений	-
		Третій затискач	Червоний	-

Таблиця 3.4 – Позначення виводів однофазних асинхронних машин малої потужності

Кількість виводів	Вид виводу	Колір виводу	
		початок	кінець
4	Головна обмотка	Червоний	червоний з чорним
	Додаткова обмотка	Синій	синій з чорним
3	Головна обмотка	Червоний	-
	Додаткова обмотка	Синій	-
	Загальна точка	Чорний	-

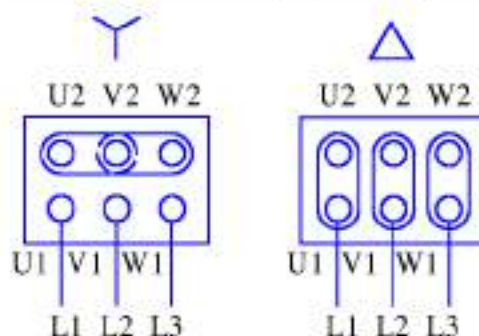


Рисунок 3.3 – Ескіз клемної колодки двигуна серії BA80

Однофазні асинхронні двигуни серії АИР3Т, АИР3УТ80 мають дві обмотки: робочу і пускову. Робоча обмотка є основною і займає 2/3 пазів статора, а пускова – допоміжною і розміщується в інших пазах. Для створення зсуву фаз між струмами основної і допоміжної обмоток послідовно включають активний або ємнісний опір. За допомогою ємності досягається більший зсув фаз між струмами (до 90°), ніж при активному опорі, а тому і більший пусковий момент. Допоміжна обмотка включається в мережу короткочасно (до 3 с), тільки на момент пуску.

Робоча і пускова обмотки однофазних асинхронних конденсаторних двигунів виконуються в однаковому числі пазів, зрушених у просторі на 90° електричних градусів. Конденсатор і пускова обмотка включаються в мережу паралельно основній обмотці на весь час

роботи. Трифазний асинхронний двигун без зміни його конструкції й обмотувальних щитків може бути використаний для роботи в однофазному режимі. Така необхідність в умовах сільського господарства виникає у тому випадку, якщо немає трифазної мережі. При вмиканні трифазних асинхронних двигунів в однофазну мережу можуть використовуватися різноманітні схеми з'єднання обмоток. При послідовному з'єднанні двох обмоток і забезпеченні пуску електродвигуна буде працювати як однофазний, ризикуючи потужність до 50-55% від номінальної потужності в трифазному режимі.

У машини постійного струму початки і кінці виводів обмоток позначають відповідно: якірної – Я1 і Я2, паралельної (шунтової) – Ш1 і Ш2; послідовної (серісної) – С1 і С2, компенсаційної – К1 і К2; обмотки додаткових полюсів – Д1 і Д2; дрипильної обмотки – У1 і У2.

3.1.4 Вибір електродвигунів

Привід електродвигуна повинен відповідати всім параметрам робочої машини або механізму, електричної установки, умовам навколишнього середовища, у якому він буде працювати. Потужність, що розвивається електродвигуном, повинна відповідати максимальній потужності та частоті обертання робочої машини або механізму, а також характеру їхніх навантажень.

За характером навантажень робочі машини і механізми поділяються на вісім видів, кожному з яких відповідає визначений режим роботи електродвигуна. Двигуни загальнопромислового призначення основного виконання з підвищеним ковчанням і багатоплюсикові можуть працювати в різних режимах відповідно до ГОСТ 28173 (МЭК 60034-1).

Основні режими роботи електродвигунів

Тривалий режим роботи S1 – робота машини при незмінному навантаженні P і втраціх PV досить тривалий час для досягнення сталої (незмінної) температури всіх її частин.

Короткочасний режим роботи S2 – робота машини при незмінному навантаженні P протягом часу ATP , недостатнього для досягнення всіма частиними машини сталої температури, після чого машина зупиняється на якийсь час, достатній для охолодження машини до температури, що перевищує температуру навколишнього середовища не більше ніж на $2^{\circ}C$.

Періодичний повторно-короткочасний режим роботи S3 – послідовність шестигвинних шпінтів роботи, кожний з яких включає час роботи при незмінному навантаженні, за яких машина не нагрівається до сталої температури, і час простою, за який машина не охолоджується до температури навколишнього середовища. При цьому втрати при пуску не впливають на температуру частин машини.

Більшість сільськогосподарських машин і механізмів має невисоку частоту обертання (500..600 хв⁻¹ і менше). Частота обертання машин і електродвигунів співпадають рідко. Тому частоту обертання електродвигуна і вид передачі вибирають підмашино. Електродвигунам із більшою частотою обертання видають, як правило, перевагу, тому що вони мають за інших однакових умов меншу масу і габарити, кращі електричні характеристики і меншу вартість.

Більш застосовні в сільськогосподарському виробництві електродвигуни з номінальною частотою обертання 960..1440 хв⁻¹. Для тихохідних машин доцільно застосовувати мотор-редуктори, що випускаються промисловістю. Якщо робота електроприводу пов'язана зі зміною частоти обертання і допустиме ступінчасте регулювання в діапазоні від 2:1 до 4:1, то можуть застосовуватися безінерційні асинхронні двигуни трифазного струму з переключенням числа пар полюсів. Для плавного регулювання частоти обертання в різноманітних діапазонах може застосовуватися спеціальний електропривід змінного і постійного струму.

3.2 Вимоги до монтажу електродвигунів

Згідно з вимогами ПУЕ [53: 2007 5.3.23] електродвигуни і апарати повинні бути встановлені в такий спосіб, щоб виключити можливість потрапляння на їх обмотки води, мастил, емульсій тощо, з вібрація обладнання, фундаментів і частин будівлі не перевищувала допустимих меж.

Компоновка електромашиинних приміщень (ЕМП) 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 підв'язу.

Частини електродвигуна, що обертаються, і частини, що з'єднують електродвигуни з механізмами (муфти, шківні) повинні мати опорождення від випадкових торкань. Ширина проходів між фундаментами або корпусами електродвигунів, електродвигунами і

частинами приміщення або обладнання повинна бути не менше 1 м. Допускається зуження 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 проходів 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 проходів 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 чи двигунки тих, що мають стулчик захисту не менше IP44, повинні бути установлені на відстані не менше 1 м від конструкцій приміщень, виконаних із горючих матеріалів.

Зовнішні проводи або кабелі, що приєднуються до електродвигунів, встановлених на віброізольованих основах, на ділянці між нерухомою і рухомою частинами основи, повинні мати гнучкі мідні жилки.

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

3.3 Підготування електродвигунів до монтажу

Підготовку до монтажу електричних машин починають з комплектації технічної документації і детального її вивчення.

Вся технічна документація, котру отримує монтажна організація від замовника, повинна мати штамп єдиного зразка "Дозволено до виконання робіт".

Об'єм і зміст документації, яку розробляє організація, що виконує монтаж електричної машини, визначається потужністю та габаритами машини. Для монтажу великих електричних машин розробляється проєкт виробництва робіт, а для середніх машин – технологічні записки.

Перед монтажем ознайомлюються з паспортними даними електричної машини з метою відповідності її напрузі електронережі, потужності, максимальному моменту, уловом навколишнього середовища.

Перевіряють відповідність напруги і частоти мережі номінальній напрузі і частоті двигуна, вказаним на табличці. Для двигуна із

сполученням фаз обмотки "ΔΥ". Схема з'єднання обмотки статора, напруга і частота для підключення до мережі вказані в паспорті.

Основні операції перед запуском

- очистити двигун від пилу;
- робочий кінець валу очистити від антикорозійного покриття (мастила) технічною, змоченою в бензині або тасі;
- перевірити наявність вибухозахищених поверхонь кришки і корпусу коробки і наявність на них мастила;
- перевірити опір ізоляції обмотки мегомметром на напругу до 500 В. 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 щільності між кришкою і корпусом коробки виводів;
- перевірити, чи вільно обертається ротор двигуна (обертання від руки).

Встановити і закрити двигун на місці експлуатації. Виконати запуски і заземлення двигуна згідно з ПУЕ-2007.

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

Земляти двигун і приладний механізм.

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 кабелю живлення.

3.4 Монтаж електродвигуна на опорну основу

Електродвигуни встановлюють на робочих машинах, фундаментах або масивних основах. Основним показником якості монтажу ЕД і РМ (робочої машини) є вібраційна швидкість при роботі агрегату у місці кріплення двигуна.

3.4.1 Підготовка фундаменту

Монтаж двигунів здійснюється згідно з проектом. Прийомлення і фундамент під двигуни приймається за спеціальним актом. Площу прийомлення повинна забезпечувати можливість виконання операцій по монтажу електричних машин.

Фундаменти під електродвигуни виконують з бетону, каменю, перепіленої цегли на цементному розчині. Їхні розміри залежать від маси двигуна, стану ґрунту, ступеня промерзання (для зовнішніх установок). Для електричних двигунів, застосовуваних у сільському господарстві, маса фундаменту може бути орієнтовно прийнята рівною десятикратній масі двигуна. Якщо ж електропривід працює в умовах частих гальмувань чи гальмувань-поштовхів, масу фундаменту збільшують до 15-кратної маси двигуна.

Бетонні фундаменти під електродвигуни влаштовують у землю. Для цього риють котлован прямокутної форми, глибина якого повинна бути такою, щоб фундамент лежав не на насипному ґрунті, а на матернику (глибину фундаментів звичайно приймають 0,5...1,5 м). Розміри його в плані приймають відповідно до розмірів фундаментної плити, поклав із припуском 50...250 мм на сторону.

Фундаменти електричних машин не повинні доторкатись до фундаментів колон та інших несучих конструкцій будівлі, щоб їм не передавалась вібрація машин. Не допускається зв'язувати фундаменти окремих двигунів та сусідніх машин. Проходи для обслуговування між корпусами двигунів не вужче, ніж 1м.

Під час приймання фундаменту перевіряють:

- відповідність проекту;
- відповідність габаритних розмірів;
- стан фундаменту;
- розміщення і габаритні розміри анкерних болтів.

Допускається відхилення будівельних розмірів від проекту основних розмірів фундаменту на площі + 30 мм. Між анкерними болтами + 5 мм. Висота фундаменту не повинна перевищувати 400 мм та бути менше ніж 100 мм.

Площа опорної поверхні фундаменту визначається масою фундаменту і електродвигуна або всього агрегату і допустимим тиском на ґрунт: на глину і суглинок – не більше 2,5 кг/см², на дрібний пісок – 2, на крупний пісок – 3,5 на гравій і гальку – 5 кг/см². Припуск на сторону від габаритів машини повинен бути в межах 50–250 мм.

Двигун устатковують на фундамент через 10–15 днів після заливання.

Електродвигуни піднімають і встановлюють на фундаменті за допомогою кранів, талів, лебідок, блоків і інших механізмів. Легкі електродвигуни (до 80 кг) можна піднімати і встановлювати на невисокий фундамент двома робітниками за допомогою лому, просунутого крізь отвір піднімального кільця на корпусі електродвигуна.

Якщо електродвигун надає рух робочому органу через гнучкий зв'язок, то під нього на фундамент установлюють полозки, що дозволяють робити заміну кинівних ременів і витяг гнучкого зв'язку, необхідні для нормальної роботи керувані у випадку її витяжки.

3.4.2 Установка двигуна на опорну основу

Вибір місця установки електродвигуна є одним з основних питань при монтажі електроприводу. Привідні електродвигуни можуть утворюватися 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 апаратури керування проводиться безпосередньо на заводі-виробниках робочої машини або агрегату, що поставляються звичайно без розбирання. Великогабаритні робочі машини і механізми можуть поставлятися на місце установки вузлами, де проводиться їхнє складання. При цьому монтаж електродвигуна не становить складності: виготовлене 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.

полоски, зварні рами, фундаменти тощо. Усередині будівлю вони можуть установлюватися на будівельних деталях (стінах, стелі). В усіх випадках необхідно, щоб до електродвигуна був вільний доступ для його обслуговування і заміни. При цьому повинні забезпечуватися безпечні умови монтажу й експлуатації. Якщо робоча машина й електродвигун розташовані поруч (наприклад, компресорна або вентиляторна установка), то для них бувають загальний фундамент

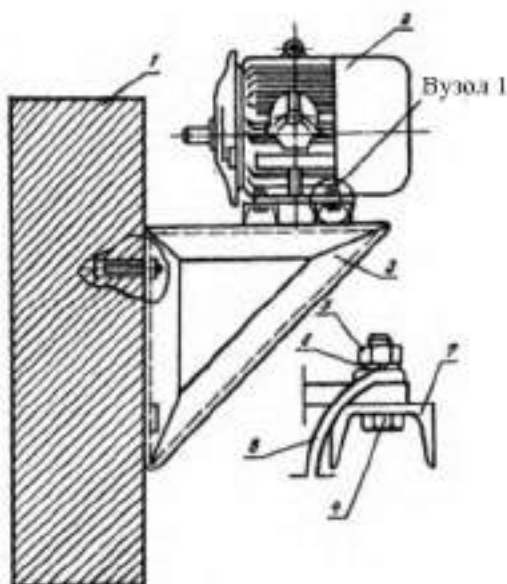
До часиши будівля безпосередньо електродвигуни не кріпляться. Спочатку на стіні або стелі закріплюють сталеві конструкції у вигляді зварних й сталевих кутків кронштейнів, полиць та ін. Такі конструкції можуть виготовлятися на заводі і входити в комплект постачання машини або установки. При розмісті отворів на стіні або стелі передбачається така установка конструкцій, щоб вісь валу електродвигуна знаходилася в горизонтальній (вертикальній) площині і була паралельна поверхні стіни або стелі.

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 вкертних болтів, вмурованих у цегельні або бетонні стіни цементним розчином. Для установки на опорні підстави електродвигуни піднімають за допомогою вантажопідіймальних машин і механізмів.

Перед установкою двигуна на опорну підставу потрібно посадити на кінець валу півмуфту, шків або шостерню. 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 пиліфуванням за допомогою наждакового паперу № 00 або № 000, змазаного мінеральною олією. Після повного очищення валу його поверхню протірають тканиною насухо, змащують тонким шаром мінеральної олії, закладають шпону і шпоночну канавку і надівають захисну кришку вентилятора. Поперечну пристосування впріють у торець валу, а на протилежний кінець його тиском насаджують шків або півмуфту.

Шків і півмуфта знімають зі валу електродвигуна за допомогою спеціальних скоб або універсальних з'єднників. Вони дозволяють захоплювати деталь як із зовнішньої, так і з внутрішньої сторони і розв'язати тягове зусилля до 20 кг. Використання пристосувань для зняття і насадження шківів, півмуфт та ін

дозволяє всі горизонтальні зусилля, що виникають при цьому, передати в осьовому напрямку на вал, а не на підшипники.



- 1 – стіна будівлі; 2 – електродвигун; 3 – сталевий кронштейн;
4 – болт; 5 – гайка; 6 – шайба; 7 – полозки; 8 – провідник заземлення

Рисунок 3.4 – Встановлення електродвигуна на кронштейні

3.5 Способи передачі обертового 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.

З'єднання валів за допомогою муфт:

- жорстке з'єднання (для забезпечення роботи валів без зміщення) виконують за допомогою фланців або жорстких муфт. Для жорсткого з'єднання валів використовують поперечно-стяжні муфти і зубчасті муфти типу МЗН або МЗУ.

- напівжорстке з'єднання (для з'єднання валів турбогенераторів з валами парових турбін) виконують за допомогою зубчато-пружних муфт (муфти змінної жорсткості типу Біббі);

- еластичне з'єднання (при можливості бокових або кутових зміщень валів) виконують за допомогою пружних вигнуто-пальціваних муфт типу МУВП.

Для передачі обертового моменту від електродвигуна до робочої машини можуть використовуватися різнонавітряні пристрої, що передають: механічні, гідравлічні, електромагнітні

Механічні передачі, що мають просту конструкцію і невеличкі втрати на тертя, є найпоширенішими.

За призначенням, принципом дії і конструкцією муфти класифікують:

- муфти з постійним зчепленням валів електродвигуна і робочої машини (глухі, пружні, рухливі й інші);

- фланцеві поперечно-стяжні муфти. Є найбільш поширеними і пружні рухливі муфти.

Глуха муфта 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 пружних використовують сталеві пружини або сталеві пружинні стрижні, пластини або пакети пластин. 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 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.

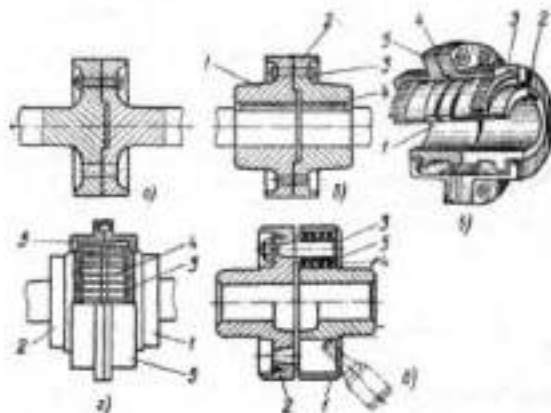


Рисунок 3.5 – Жорстка муфта

Ремінні передачі складаються з двох шківів, укріплених на валах електродвигуна (головний) і машини (вторинний). Розрізняють дві гілки ременя – головну S1 і вторинну S2. Головна гілка під час руху ременя натягнута сильніше. Приводні ремені за формою поперечного перерізу можуть бути плоскими, клиновими (трапецієподібними), зубчастими, круглими. Останні використовують лише в установках малої потужності, наприклад, у приводах швейних машин, у настільних верстатах, різноманітних приладах. Відповідно до форми поперечного перерізу ременя передачі називають плоскоремінними, клиноремінними і круглоремінними.

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. Передача з натяжним роликком може застосовуватися при малій між осевій відстані і великих передатних відношеннях. Натяжний ролик виконується циліндричним і встановлюється на зворотній гілці ременя. У цих передачах можуть використовуватися шкіряні, прогумовані, тканинні, вовняні й інші ремені. Високою тяговою спроможністю, міцністю, надійністю і довговічністю, особливо в умовах різкомінних навантажень, володіють шкіряні ремені. Але вони дорогі і зовсім непридатні для роботи в сирих місцях і середовищах, насичених агресивними парами.

Прогумовані реєни не мають цих хиб, можуть працювати при швидкості реєни до 30 м/с і тому одержали широче поширення у приводах.

Прогумовані реєни виготовляються у вигляді стрічок і поставляються заводами в рулонах. При монтажу передачі відрізають стрічку заданої (розрахункової, замірної по шківам) довжини, звертають її в кільце і з'єднують кінці. З'єднують їх різноманітними способами: склеюють, зшивають сиринцевим реєнцем, скріплюють за допомогою дротових гачків або болтами. Склейні реєни мають високу еластичність, забезпечують передачу плавності, велику швидкість реєни і більший термін служби. Реєни, що зшиті за допомогою дротових гачків або сиринцевого реєнця, більш жорсткі і менш м'які. З'єднання кінців реєни за допомогою болтів і металевих пластинок є простим і міцним, може застосовуватися при великих передаєних потужностях, при малих швидкостях реєни.

Правильне з'єднання кінців реєни і монтаж передачі забезпечують плавність ходу, безшумність роботи і довговічність.

Міжосьова відстань реєнної передачі визначається в основному з конструкції машини і приводу. Для задовільної роботи плоскорєнної передачі потрібно, щоб міжосьова відстань була не менше подвійної суми діаметрів обох шківів. Для скорочення габаритів передачі звичайно наближаються до вибору малих міжосьових відстаней. Проте при цьому кут обхвату меншого шківa повинний бути не менше 150°. Ширина реєни приймається на 10...15 мм менше ширини шківa. Товщина реєни вибирається залежно від переданної потужності і швидкості його руху. Діаметр меншого шківa, насаженого на вал електродвигуна, в усіх випадках повинен бути не менше діаметра ротора. Плоскорєнні передачі одержали поширення при передаєні потужності від 0,6 до 40 кВт і більш при швидкості реєни від 5 до 25 м/с і передатному числі 5:1, а з втяжним рєвномом – 10:1.

При будові передачі зворотну гілку реєни ставлять над головною, тому що хід реєни в цьому випадку збільшує кут обхвату меншого шківa. Реєни надівають на шківи з попереднім натягом, що забезпечує натяг у гілках реєни при холостому ході передачі 14...20 МПа (14...20 кгс/см²). Для плоскорєнної передачі зусилля натягу реєни приймають 18 МПа (18 кгс/см²).

Клиночепна передача одержала деяке поширення завдяки металічним передаєлам перед плоскорєнною. Вона має більшу тягову спроможність при меншій ширині шківa, велике передатне число,

менший тиск на вали двигуна і машини, неспадання ремня при перевантаженнях та ін. Клинові ремені водонепроникні, передача може працювати при великій вологості повітря. Варіюєть клиноремінної передачі дещо вище в порівнянні з плоскоремінною, а термін служби клинових ременів менший. Якщо для плоскоремінної передачі міжосьова відстань, рівна подвійній сумі діаметрів шківів, є мінімальною, то для клиноремінної передачі вона буде максимальною. При великій міжосьовій відстані, особливо при великих швидкостях ремня, передача працює незаловільно через його вібрацію. Мінімальна відстань для цієї передачі визначається підсумком діаметра шківів, складеною і потросною висотою ремня. Мінімальним кутом обхвату меншого шківа прийнято вважати кут, рівний 120°. Проте передача працює задовільно і при меншому куті обхвату (до 90°), але при цьому скорочується довговічність ремня.

Клиноремінна передача складається з двох шківів, по окружності яких є клиноподібні канавки. Глибина їх більше висоти ремня. Робочими поверхнями клинових ременів і клинної канавки є їхні бічні сторони. Тому між нижньою підставкою ремня і дном канавки шківа завжди повинен бути зазор.

Клинові взаємодія ремня і шківа характеризуються підвищенням зчеплення, а отже, і підвищеною тяговою спроможністю. Якщо тягова потужність плоских ременів визначається їхньою шириною, то клинових – площею перерізу. Клинові ремені виготовляються семи профілів. із збільшенням переданої потужності збільшують кількість паралельно працюючих ременів. Розміри клинових ременів установлюють згідно з ГОСТ 1284.3-96 (2005). Клинові ремені призначені для роботи в умовах зміни температури навколишнього середовища від мінус 30°C до плюс 50°C. Спеціальні морозостійкі ремені можуть працювати при температурі мінус 50°C.

3.6 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.

Для нормальної роботи електроприводу потрібне вчасне розташування електродвигуна і робочої машини, при якому осі їхніх валів повинні лежати на одній прямій лінії. Таке вивіряння передачі часто називають центрівкою. Дотримання 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 еластичних (пружинних) з'єднань. Так, для поперечно-стяжної муфти при синхронній частоті обертання 3000 хв^{-1} допускається осевий зазор $0,04 \dots 0,05 \text{ мм}$, тоді як при частоті обертання $1500 \text{ хв}^{-1} - 0,08 \dots 0,11 \text{ мм}$. Для пружинних втулочно-пальцевоїх муфт радіальні зазори допускаються в межах $0,3 \dots 0,6 \text{ мм}$, а кутові (осеві) – до 1 мм .

Основні способи і технічні засоби вивіряння передачі обертального моменту:

- центрувальні скоби;
- шупи;
- з використанням однієї пари радіально-осевих скоб;
- з використанням двох пар радіально-осевих скоб;
- центрування валів по пневмуфтам;
- пристрій з використанням стрічкового або електромагнітного притягача;

притягача:

- центрування способом "обходу однієї точки";
- центрування валів електричних машин і машин із зубчастими передачами при наявності проміжного валу;
- візуальне центрування валів за допомогою центропошуквача

Безпосередні з'єднання вивіряють у два прийоми попередньо й остаточно. Попереднє вивіряння може виконуватися за допомогою металевої лінійки (без спеціальних пристосувань), котру прикладають ребром до ободу у верхній точці півмуфти на валу машини і перевіряють чи є зазор між ребром лінійки і другою півмуфтою. При наявності зазору під лаш електродвигуна підкладають сталеві прокладки товщиною $0,5 \dots 0,8 \text{ мм}$ до його ліквідації. Якщо таких прокладок потрібно більше трьох-чотирьох, їх заміняють однією відповідної товщини, тому що велике число їх порушує центрування електродвигуна при закріпленні. Осевий зазор визначають, прикладаючи лінійку до бічних поверхень півмуфт. Ліквідації осевих зазорів досягають поворотом електродвигуна в горизонтальній площині. При високій точності центрування користуються спеціальними скобами, що закріплюють на маточинах обох півмуфт за допомогою болтів і

ломутів. Радіальні в осьові зазори зазвичай заміряють за допомогою шуців у чотирьох точках окружності через 90°, починаючи з верхньої точки. Змінюючи положення вала електродвигуна, досягають рівності однакових зазорів при будь-якому куті повороту вала. Остаточне вивірення з'ясування вплив муфтою у виробничих умовах часто виконують за допомогою двох жорстких дротів, що закріплюють на натовчених обох півмуфт. Вільні кінці дротів закручують конусом у вигляді двох стрілок, що загинають назустріч одна одній буквою Г. Між вістрями стрілок лишають невеличкий зазор (1 мм). Обидві півмуфти зєднують нажорстко болтом і обертають від руки. Зміну осьових і радіальних зазорів у точках 0°, 90°, 180° і 270° визначають візуально. При вивірваннімагаються такого положення електродвигуна, коли при обертанні муфти зазори осьові і радіальні залишаються незмінними.

Вивірений електродвигун закріплюють на опорній підставі за допомогою болтів із гайками і знову вивіряють точність установки, тому що при закріпленні центрівка може бути порушена. При з'єднанні електродвигуна і робочої машини ремінною передачею необхідно, щоб їхні вали були паралельними, а поперечні осі шківів лежали на одній прямій. Недотримання цих умов при плоскоремінній передачі призводить до спаління ременя, а при клиноремінній – до перелачного його зносу. При однаковій ширині шківів електродвигуна переміщують дотк, поки натягнута нитка не буде одночасно торкатись всіх чотирьох діаметрально протилежних точок на торцях обох шківів. Якщо міжцентрова відстань невеличка, то для цієї цілі зручніше користуватися металевим лінійкою, котру прикладають до шківів бічною поверхнею (ребром) і досягаються торкання до неї всіх чотирьох точок шківів.

При різній ширині шківів вимірювальну лінійку прикладають ребром до двох діаметрально протилежних точок на торці більшого шківів імагаються, щоб зазори між лінійкою і крайніми точками на торці меншого шківів були рівні половині різниці ширини шківів. Якщо міжосьова відстань більше довжини лінійки, то вивірення установки електродвигуна можна зробити за допомогою мотузки, котра перекинута через поперечні осі шківів, лід яких натягнута нитка. Після вивірення електродвигун закріплюють, корпус його приєднують до нульового захисного проводу, а передачу закривають захисним кожухом. Центрують вали двигуна і робочої машини за допомогою центрвальних скоб або шуців і штафля. Кінці валів електродвигуна і робочої машини, муфти, пасові і клинопасові передачі захищають кожухами або загороджують бар'єрами.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Дайте поняття електроприводу.
2. Назвіть основні технічні характеристики електродвигуна.
3. Перерахуйте основні вимоги до монтажу електродвигунів.
4. Як виконують фундаменти під електродвигуни і які вимоги вони повинні задовольняти?
5. Назвіть послідовність підготування електродвигунів до монтажу.
6. Як існують способи відділення обмоток асинхронного двигуна с.к.д. ротором?
7. Яким чином виконують позначення виводів обмоток електричних машин змінного струму?
8. Як існують види шифрового позначення способу монтажу електродвигунів?
9. Назвіть основні технологічні операції встановлення електродвигуна на опорну основу.
10. Як існують способи передачі обертового руху від електродвигуна до робочої машини?
11. Назвіть основні види з'єднання валів за допомогою муфт.
12. Назвіть основні способи вивірки передачі обертового моменту від електродвигуна до робочої машини.
13. Як виконується запуски електродвигунів?

РОЗДІЛ 4

МОНТАЖ УСТАНОВОК ДЛЯ ОСВІТЛЮВАННЯ, ОПРОМІНЮВАННЯ ТА ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

4.1 Основні характеристики освітлювальних та опромінювальних приладів

Конструкція і виконання світільників повинні відповідати номінальній напрузі електричної мережі і умовам навколишнього середовища [4, 10, 20, 21].

Освітлювальні й опромінювальні установки часто не мають істотних конструктивних розходжень, але вимоги до монтажу їх різняться. Специфічність установки на опорні підстави і кріплення кожної із них полягають насамперед у тому, що при опроміненні потік випромінювання направляється безпосередньо на об'єкт, який опромінюється, тоді як при освітленні – на освітлювальні поверхні. У обох випадках важливо одержати достатню щільність потоку. Для рівномірного розподілу щільності світлового потоку на освітлювальну поверхню світільник (аналогічно опромінювач) підвищують вище. Особливо це стосується світильників із потужними лампами. При налагодженні освітлення достатньо нормувати тільки один параметр – *освітленість*. Її розмір визначається в першу чергу точністю виконуваних робіт. У тваринницьких і птахівницьких приміщеннях може враховуватися також сприятливий вплив освітлення на продуктивність тварин і птиці. Вченими встановлено, наприклад, що на різноманітні породи тварин сприятливо впливають визначені рівні освітленості під час їхньої годівлі, доїння тощо. У безвіконних пташниках для різноманітних вікових груп птиці потрібна різна тривалість світлового дня. Добові дози опромінювання нормуються залежно від виду і віку тварин. На практиці при відомій величині опромінення контролюється час опромінення, за який тварина або птиця одержують нормовану дозу.

Для опромінення можуть використовуватися стаціонарні, рухливі, пересувні установки або переносні опромінювачі. Останні з потужними джерелами часто використовуються при лікуванні людей, тварин, для опромінення інкубаційних яєць тощо.

Проводи для живлення стаціонарних опромінювачів і світильників не мають істотного розходження, якщо вони виконуються

на одній висоті над підлогою. Опряміювачі часто встановлюються нижче світильників. У цих випадках до проводок ставиться більш жорсткі вимоги щодо захисту проводів від механічних ушкоджень.

4.1.1 Світильники

Розглянемо основні характеристики світильників [29,33,34] на прикладі світильника серії НСП 23:

Ступінь пиловологозахисності: IP 54.

Виконання по вибухобезпечності: В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIа.

Клас вибухозахищеності: 2ExedIIС.

Температурний клас: Т2

Ударостійкість світильника: 4 Дж.

Кліматичне виконання: У, ХЛ, Т, категорія розміщення 1.

Клас захисту від ураження електричним струмом: І.

Джерело світла: лампи розжарювання Г 200.

Патрон з цоколем: E27.

Номинальна напруга: 220 В

Частота змінного струму: 50Гц.

Характеристика корпусних деталей - з алюмінієвого сплаву, світлопропусканий захисний ковпак - з термостійкого скла.

Спосіб монтажу - монтаж здійснюється на горизонтальний/вертикальний монтажний профіль або на горизонтальну трубу.

Таблиця 4 І – Характеристики світильника згідно з ТУ 16-676.173.86

Модель світильника	Потужність лампи, Вт	ККД, % не менше	Клас світло розподілу	Крива світла світла	Захисний кут, ° не менше	Розміри, мм		Вага, кг
						D	H	
НСП 23-200-001	200	70	H	спец	90	240	350	6,3
НСП 23-200-003		60	Л	Д	15	410	350	7,4
НСП 23-200-005		75	H	М	90	240	330	5,9

4.1.2 Опромінювачі

Розглянемо основні характеристики опромінювачів (на прикладі тепличного опромінювача ОТСОІ "Фотос"):

Ступінь польового захисту: IP 54.

Виконання по вибухобезпечності: В-Іа, В-Іб, В-Іг, В-ІІ, В-ІІа.

Клас вибухозахищеності: 2ExedIIС.

Температурний клас: Т2

Кліматичне виконання: УХЛ, категорія розміщення 4.

Клас захисту від ураження електричним струмом: 1.

Джерело світла: лампа розжарювання ЗШ2 І5-225-1000.

Патрон з шокочем: Е40.

Номінальна напруга: 220 В.

Частота змінного струму: 50Гц.

Термін роботи: 8 років.

4.2 Особливості монтажу установок освітлення з лампами розжарювання

Збиговку складових частин електропроводки, конструкцій з освітлювальними пунктами і щитками виконують в підрозділах виробничо-технологічної комплектації та майстернях монтажних організацій.

Світильники аварійного освітлення повинні відрізнятися від світильників робочого типу, кольором або спеціально нанесеними знаками.

При кріпленні світильників до стелі на дюбелях, що забиваються за допомогою будівельно-монтажного пістолета, кожна точку підвісу необхідно випробовувати навантаженням, рівним масі світильника плюс 80 кг.

Підвісні світильники в житлових будинках при напрузі 127 і 220 В повинні мати ізолюючі кріплення підвіски. Ця вимога не відноситься до будинків з дерев'яним переkritтям.

Для приспівання світильників в житлових і громадських будівлях, а також в побутових приміщеннях виробничих будівель, як правило, передбачують з'ясування колодки, що дозволяють приспівання як мідних, так і алюмінієвих проводів з площею поперечного перерізу до 4 мм².

Гвинтові гільзи патронів для ламп розжарювання в електричних мережах, де обов'язкове заземлення корпусів світильників, приєднують до нульового, а не до фазного проводу.

Укладання проводів всередині трубчастій частини підлоги світильника забороняється. Світильники для ламп потужністю 100 Вт і більше, що не мають відкритих затисків, з'єднують міцними гнучкими проводами з теплостійкою ізоляцією.

Входи проводів і кабелів в світильники і апарати ущільнюють, щоб не проникла пиля і волога. Конструкція і виконання світильників повинні відповідати номінальній напрузі електричної мережі і умовам навколишнього середовища. Світильники розраховані для роботи в кліматичних умовах У3, Т3, ХЛ2 та Т2. Для ущільнення світильників, ступінь захисту яких вище IP20, конструкція для ущільнення кабелів і проводів повинна бути розрахована на ввід неброньованого кабелю з зовнішнім діаметром від 9,5 до 14 мм або трьох однопровідних проводів з зовнішнім діаметром від 3 до 5 мм.

Залежно від модифікації світильники з лампами розжарювання кріплять на монтажному профілі, трубі з різьбою або на гайку. Кріплення на крок або шпильку застосовується в житлових, адміністративних та громадських спорудах. Кріплення світильників вагою до 5 кг до цільних стель виконується за допомогою кроків У625 або шпильок У626, котрі закладають у отвори в період будівництва будинків. В помешканнях без підвищеної небезпеки світильники не заземлюють, в зв'язку з цим, кроки повинні бути ізольованими, а приєднування для кріплення світильників повинно мати ізоляційне кільце.

Виконання цих вимог запобігає випадковому з'єднанню металевих неструмопровідних частин світильників з заземленими металевими плитами перекриття.

Установка світильників на стінах і колонах виконується за допомогою кронштейнів У116 для світильників з лампами розжарювання і ДРЛ масою до 10 кг. Кріплення основи кронштейна до будівельних конструкцій виконується болтами, сваркою або пристрілкою. Для кріплення світильників з різьбовим з'єднанням масою 6 кг до перил або огорожень виконується за допомогою стійки К987, яка зроблена з сталеві труби висотою 2320 мм.

Кріплення світильників на тросі і коробах виконується спеціальними проводами марки АРТ з вбудованим несучим тросом. Світильники масою до 5 кг кріплять на відгалужених тросових коробках У230 і У231, при виконанні електропроводки кабелем на

окремому несучому трасі (дроті) – відгалуженими коробками У 245 і У246 у комплекті з кроком У246.

Приспівання світильників до групової мережі виконують у коробках У230,У231, КОС2 за допомогою спеціальних наборних затискачів; в коробках У245, У246 за допомогою затискачів у пластмасовому корпусі У739 і т.д.

При виконанні освітлення у сухих і вологих приміщеннях з нормальним середовищем застосовують короба КЛ-1 для однорядної підвіски світильників і КЛ-2 для дворядної підвіски світильників.

До освітлювальної мережі світильники приспівують за допомогою відгалужених затискачів У 739 без розрізання магістральних проводів, які прокладають усередній короба. Короба, які зібрані в лінію довжиною 20 м із двометрових секцій, забезпечують підвіску на них 15 світильників при однорядному розташуванні.

4.3 Особливості та будова світильників з люмінесцентними трубчатими лампами низького тиску

4.3.1 Види люмінесцентних ламп

Люмінесцентна лампа – газорозрядне джерело світла низького тиску. Його світловий потік визначається свіченням люмінофора під впливом ультрафіолетового випромінювання, яке виникає унаслідок електричного розряду.

Зсередини стінка колби покрита сумішшю люмінесцентних порошків, яка називається люмінофор. Лампи з трисмуговим люмінофором економічні, оскільки світлова віддача у них складає до 104 Лм/Вт, але володіють гіршою світлопередачею ($R_a=80$), а лампи з п'ятисмуговим люмінофором мають відмінне перенесення ($R_a=90-98$) кольорів при меншій світловій віддачі (до 88 Лм/Вт).



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд трубчатих люмінесцентних ламп

Існує два способи включення люмінесцентних ламп – електромагнітним і електронним баластом. Тип баласту впливає на запалення ламп, а також на коливання в роботі і термін служби запалювальних електродів. При включенні люмінесцентних ламп з електромагнітним баластом відбувається до 30% втрат електроенергії. Основною відмінністю люмінесцентного світильника з електронним баластом від такого ж світильника з електромагнітним баластом, крім енергозбереження, ваги і об'єму, є частота коливання: лампи з електронним баластом працюють з високою частотою коливання близько 42 000 Гц в секунду, тоді як лампи з електромагнітним баластом працюють з частотою 100 Гц в секунду, що при тривалому використанні викликає втому очей.

Прямі трубчасті люмінесцентні лампи – це газорозрядні лампи низького тиску. Складаються з скляного балона, двох цоклів (з вивідними контактами) на обох кінцях балона, двох підігрівних катодів з вольфрамової нитки або сталевий трубки. Балон наповнений парами ртуті та інертним газом (аргоном). Довжина трубки безпосередньо зв'язана із світловидачею лампи. Застосовуються в житлових і громадських приміщеннях.



Рисунок 4.2 – Люмінесцентна лампа у вигляді кільця

Люмінесцентні лампи у вигляді кільця завдяки своїй формі застосовуються в широкому діапазоні освітлювальних приладів. Їх за малих габаритів трубки цю лампу можна використовувати в максимально плоских світильниках. Вона застосовується для освітлення громадських і житлових приміщень.

- Переваги люмінесцентних ламп:
- широкий діапазон кольоровості;
 - в порівнянні з лампами розжарювання забезпечують такий же світловий потік, але споживають в 4–5 разів менше енергії;
 - мають низьку температуру колби;
 - підвищений термін служби.
- Недоліки люмінесцентних ламп:
- знижує світловий потік при підвищених температурах;
 - вміст ртуті (хоч і в дуже малих кількостях, 40–60 міліграм). Ця доза нешкідлива, проте постійний негативний вплив дії може завдати шкоди здоров'ю;
 - люмінесцентні лампи не пристосовані до роботи при температурі повітря нижче 15–20 °С.



Рисунок 4.3 –
Енергозберігаюча
люмінесцентна
лампа

Компактні енергозберігаючі люмінесцентні лампи виробляють світло за тим же принципом, що і звичайні люмінесцентні, тільки на набагато меншій площі, і є компактною альтернативою люмінесцентним лампам-трубкам.

Переваги компактних ламп в порівнянні з лампами розжарювання:

- до 80% менше споживання струму при тій же кількості світла;
- термін служби люмінесцентних ламп в 6–15 разів більше в порівнянні із звичайними лампами розжарювання і складає, відповідно, 6000–15 000 годин залежно від типу.

Компактні люмінесцентні лампи мають універсальне застосування і використовуються у всіх сегментах нерухомості. Більш того, вони економлять більше, ніж коштують самі.

4.3.2 Конструкція світильників

Світильники типу ЛПО призначені для освітлення адміністративно-загальних приміщень. Температура навколишнього середовища при експлуатації – від +5°С до +35°С.



Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд світильника типу ЛПО

параметрами і габаритними розмірами. Кріпляться за допомогою вмонтованих в стелю шпильок в двох або чотирьох точках через отвори в корпусі.

4.4 Спеціальні лампи для ІЧ-опромінення

Для обігрівання молодяку тварин інфрачервоними променями використовують спеціальні лампи ІСЗК215-225-250 – інфрачервоні дзеркальні лампи.

Основні характеристики ламп:

- потужність – 250 Вт;
- розрахункова напруга – 220 В;
- термін служби – 6000 год.

4.4.1 Монтаж стаціонарних опромінювальних установок

Опроміновачі з еритемними лампами, установлені стаціонарно у тваринницьких і птахівницьких приміщеннях, підвішують під стелю на тій же висоті, що і світильники, або нижче. У першому випадку монтаж опромінювачів і світильників із газорозрядними лампами виконують спільно. Кріплять їх до троса, стелі або інших конструкцій

Конструкція. Корпуса панель виготовлена з листової сталі, покритої порошковою емаллю і, в деяких виконаннях, з пластмасовими боковинами; відбивач з листового дзеркального алюмінію високої чистоти; знімні ґрати, що закріплюються за допомогою спеціальних замків. Пускорегульований апарат – електромагнітний, вбудований. Клас захисту від ураження електричним струмом – І за ГОСТ 12.2.007.0. Дзеркальний відбивач забезпечує рівномірне освітлення поверхні.

Джерела світла. Люмінесцентні лінійні трубчасті лампи типу ЛБ-18, ЛБ-36 (цоколь – С13), а також інші лампи з аналогічними електричними

тваринницького приміщення. Опромінювачі і світильники розташовують уздовж приміщення рядами над тваринами або птицею. У кожному ряду світильники й опромінювачі чергуються. Наприклад, через один або два світильники підвішують один опромінювач.

Кращі результати щодо збереження молодяку і збільшення його продуктивності дає сплина для ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювання.

4.4.3.1 Опромінювач типу ІКУФ-1М

З цієї ж метсю в останні роки ширшого використовують комбінований опромінювач. Він може застосовуватися для локального обігріву підсосних поросят до 45... 60-денного віку, телят і ягнят до 15-денного віку і їхнього ультрафіолетового опромінення протягом часу утримання [14.15].

У комплект опромінювальної установки включається від 20 до 80 опромінювачів типу ІКУФ-1 залежно від кількості тварин і блок програмного керування. Опромінювач – це сталевий короб прямокутної форми, що має зверху по краях два ковпаки з порцеляновими патронами для інфрачервоних ламп, між якими розташована дротельна коробка з пускорегулювальним пристроєм і стартером, перемикачами інфрачервоних і ультрафіолетових ламп. Усередині коробка між інфрачервоними лампами типу ПСЗК-220-250 установлений відбивач з ультрафіолетовою лампою ЛЕ-15. Знизу опромінювач має жалюзі сітку, що всувається з направляючого короба і прикріплюється до нього спеціальним гвинтом. Шафа керування опромінювача виконана у пілозахисному металевому корпусі з дверцятами, що замикаються на два замки. Для кріплення його до опорних конструкцій на залізній стіні у верхніх і нижніх кутах приварені планки з вушками. На дверцятах установлені дві кнопкові станції керування інфрачервоним і ультрафіолетовим опроміненням, кнопка аварійного відключення, перемикачі роду робіт ламп і сигнальні лампи. Дверцята і елементи кола керування, нуфти електричних ввідів, розташовані на корпусі, мають гумові ущільнювальні прокладки, що забезпечують пилезахищеність шафи керування. Усередині шафи на спеціальній панелі змонтовані головний автомат, запобіжник кола керування, автомати і магнітні пускачі вмикання інфрачервоних і ультрафіолетових ламп, знижувальний автотрансформатор напругою 220/127 В для ультрафіолетових ламп і програмне реле часу.

Електрична схема дозволяє здійснювати ручний і автоматичний режими роботи і забезпечує різьблене керування інфрачервоним і ультрафіолетовим опроміненнями. Ручний і автоматичний режими роботи задаються перемикачами, установленими на дверцятах шафи. Ручне керування виконується за допомогою кнопочних станцій, які встановлені на дверцятах шафи керування. Перемикачами, які встановлені на опромінювачах, можна задати три режими роботи інфрачервоних ламп, змінюючи їхню потужність від 100%, коли обидві лампи вклучені в мережу паралельно, 50% при вклученні однієї з них і до 33% при послідовному вмиканні обох ламп. Автоматичне керування здійснюється за добовими циклами програмним реле часу типу 2РВМ із двома програмами. Диск програмного реле має різьбові отвори, рівномірно розташовані по двох колах зовнішньому з інтервалами 15 і внутрішньому – 20 хв. Отвори по зовнішньому колу програмного диска використовуються для керування інфрачервоним опромінювачами, по внутрішньому – ультрафіолетовим.

Різьбові отвори в диску призначені для ввинчування в них штифтів. Змінюючи число штифтів і відстані між ними, можна складати різні добові програми опромінення відповідно до зоотехнічних вимог утримання різних груп м'ясоїзюю тварин. Захист опромінювачів і електричних кіл від коротких замикань і перевантажень забезпечують автоматичні вимикачі. Схема передбачає керування і захист двох самостійних груп опромінювачів, кожна з яких задіяна через свій магнітний пускач і автоматичний вимикач.

Електроустановка і електропроводку монтують у дві стадії. Спочатку виконують заготівельні роботи (розмітка, установка заставних деталей, прокладка сталевих труб), а потім встановлювальні і налагоджувальні роботи.

Шафу керування встановлюють на стіні в електрощитовій, а при її відсутності – безпосередньо в залі, де утримуються тварини, у місці, доступному і зручному для обслуговування. Кріплять його вертикально за допомогою чотирьох болтів (гвинтів) на стіну або іншу тріпку, не схильну до вібрації опорну підставу, на висоті 1,5 м від підлоги або площадки обслуговування. Проводи до опромінювачів прокладають у трубах, що кріплять на висоті 1,8...2 м від підлоги. З'єднують їх між собою зварюванням або муфтами на різьбленні з ущільненням. Проводи використовуються одножильні з пластмасовою ізоляцією марки АПВ. При цьому площа перетину

нульових і фазних проводів приймається однаковою. При підключенні до джерела живлення опромінювачі рівномірно розподіляють по фазах. З'єднання і відгалуження проводів виконуються в герметичних відгалужувальних коробках, що відповідають виду прокладки, тільки зварюванням, папкою або спеціальними затискачами. Опромінювачі підключають до мережі за допомогою штепсельних роз'ємів. У зварюваннях-чаточках опромінювачі підвішують над місцем для відпочинку із розрахунку один опромінювач на два станки. У неопалювальних помішканнях опромінювачі можуть підвішуватися над кожним станком.

Опромінювачі підвішують на спеціальному кронштейні, трубі, тросі або за допомогою інших підвісок так, щоб над кожним суміжним станком знаходився половина опромінювача. Над місцем для відпочинку поросят вони встановлюються на висоті не менше 0,6 м від підлоги, а над стійками телят – 1,35 м. Опромінювачі кріплять так, щоб із ростом тварин можна було змінювати висоту підвісу над підлогою. Для поросят у підросній період висота підвісу опромінювачів регулюється в межах 0,7 м, а при дорощуванні – 1,2 м; для телят – відповідно 1,35, 1,7 і 1,7, 2 м.

Після закінчення монтажу всіх елементів опромінювальної установки їхні корпуси й інші металеві конструкції зануляють, тобто прив'язують до нульового проводу кожух шафи керування, корпуси опромінювачів, сталеві труби й ін.

У кожній опромінювач встановлюють лампу ультрафіолетового опромінення, стартер і дві лампи інфрачервоного випромінювання. Встановлюють захисну сітку і закріплюють спеціальним гвинтом, що забезпечує її заземлення (занулення).

4.4.1.2 Опромінювач типу ОТ6-40

Опромінення овочевих культур, що вирощуються в теплицях, істотно відрізняється від опромінення тварин головним чином тим, що для високої продуктивності на поверхні листка рослини потрібно створювати високу щільність потоку випромінювання, рівну 30... 75 Вт/м², що в системі світлових розмірів складає 6...15 тис. лк.

Для опромінення рослин застосовуються опромінювачі з газорозрядними лампами високого і низького тиску. Лампи низького тиску ЛФ 401, ЛФ 402, ЛФР-150 та інші мають невисоку температуру стінок колб (40... 50°C) і можуть встановлюватися безпосередньо над рослинами на висоті 100... 150 мм і менше.

У емалевих теплицях використовують опромінювач типу ОТ6-40 із шістьма газорозрядними лампами низького тиску

потужністю по 40 Вт. Опромінювач – це два металевих коробки, сполучених двома трубками, в одній з яких знаходиться шліковий алюмінізований відбивач. При необхідності його можна викинути за кильця, при відпусканні яких він знову скручується в трубку. Короба, у яких встановлені пускорегулювальні апарати для безстартерного запалювання ламп, закриваються кришками з ущільненням. На бічних стінках коробів закріплені герметизовані патрони для опромінювальних ламп. Опромінювач має розміри: довжину – 950 мм, ширину – 1250 мм, висоту – 130 мм. Маса його – близько 20 кг.

Опромінювач підвішується над степами за спеціальні вушка на тросиках або сталевому дроті до спеціальних конструкцій, що дозволяють регулювати висоту підвісу. У якості такої конструкції може бути довгий трубчастий вал (або два вали), які приводяться в дію електродвигуном через редуктор. Опромінювачі ОТ-40 важкі, порівняно дорогої, перешкоджають проходженню природного світла. Установки з цими опромінювачами можуть виконуватися пересувними, що дозволяє в два рази скоротити число ламп. Але при цьому вони стають громіздкими. В даний час перевагу віддають газорозрядним лампам високого тиску ДРЛФ-400, ДРФ-1000, ДРФ-2000, ДНАТ-400 та ін. Вони мають високу температуру зовнішньої колби, що досягає 200 °С і більше. Опромінювачі з лампами потужністю 400... 500 Вт підвішують над рослинами на висоті 0,7...0,8 м, а потужністю 1000... 2000 Вт – на висоті 1...1,2 м. Над розсадою їх розміщують так, щоб на кожній опромінювач потужністю 400... 500 Вт припадала площа поверхні 1,5 м², а потужністю 1000 Вт – 2,5 м². Опромінювачі з потужними ксеноновими лампами ДКсТЛ-10000, ДКсТЛ-5000, ДКсТВ-6000 та ін. підвішують ще вище. Так, наприклад, опромінювач із дуговою ксеноною помпою ДКсТЛ-10000, що входить у комплект установки СОРТ-1-10, кріпиться на висоті 3...3,5 м і опромінює площу поверхні 200 м². Система опромінення рослин СОРТ-1-10 складається з 6 опромінювачів, блока керування і залялювання, що з'єднуються між собою за допомогою високовольтних проводів. У останні роки для опромінення розсади в теплицях широко застосовують стаціонарні опромінювачі типу ОТ-400. Це компактна конструкція, що складається з дроселя в прямокутному сталевому корпусі, різьбового патрона з ущільнювальним кільцем, лампи ДРЛФ-400, кабеля живлення і блока баластних конденсаторів (для опромінювачів ОТ-400Е). Корпус дроселя у

верхній частині має вушко, за яке підвішується опромінювач. Знизу корпусу за допомогою чотирьох гвинтів кріпиться кришка, на якій установлений патрон Е40Ш6К-01.

Опромінювач ОТ-400Е відрізняється від опромінювача ОТ-400И тим, що замість кришки до його корпусу кріпиться блок конденсаторів із патроном Е40ФК-01. Для живлення опромінювача використовують кабель КРПТ 3х2,5, який підводять до ароселя з двох протилежних сторін через ущільнення в його корпусі. Один кабель окінюваний штепсельною вилкою, а інший розеткою. Кабель із штепсельною вилкою має довжину 2,5 м, з 4 ритеткою – 1,5 м. Штепсельні роз'єми розраховані на робочий струм до 16 А, що забезпечує паралельне з'єднання опромінювачів у групи до 5 шт. Гумові ущільнення захищають внутрішню порожнину роз'єму від проникнення вологи. Ущільнювальне кільце із силіконової гуми надівають на горловину лампи. На корпусах опромінювачів є контактні гвинти М5, до яких приєднується третя жила кабелів.

Опромінювачі підвішують на тросиках або сталевому дроті лампою униз. З'єднують їх групами і підключають до магистральних ліній. Вмикання і відключення проводяться з однієї шафи керування. При монтажі передбачається заштат кабелів живлення і штепсельних роз'ємів від прямого випромінювання лампи. Недопустиме торкання їх до кабл.

4.5 Монтаж грузових ліній освітлення з люмінесцентними лампами

4.5.1. Загальна характеристика

Шинні системи "Басбар" ЕАЄ групи КАМ [50] використовуються для живлення освітлювальних апаратур відповідно до особливостей штепсельних виводів.

Монтаж виконується одним направленням один до одного просуванням механічних і електричних сполучних, покритих сріблом, пружинних контактів. Для фіксації з'єднання досить закрутити один болт. Заземлені контакти штепселів виводу і коробок стикаються при монтажі в першу чергу, при знятті, в останню чергу обривається контакт заземлених контактів штепселів і коробок виводу. Провідники "Басбар" по всій довжині покриваються вогнетривким ізоляційним матеріалом. Навіть при важкому пошкодженні корпусу після зовнішнього удару, гарантована повна безпека для людини. Для запобігання уникнення

неправильного застосування шини, штепселя вивідних шинних систем “Басбар” групи КАМ і коробки виводу розташовані за різним порядком контакту. Крім того всі коробки виводу і штепселя проводяться так, щоб приєднуватися до “Басбару” тільки в одному напрямі. Це запобігає неправильному використанню штепселя.

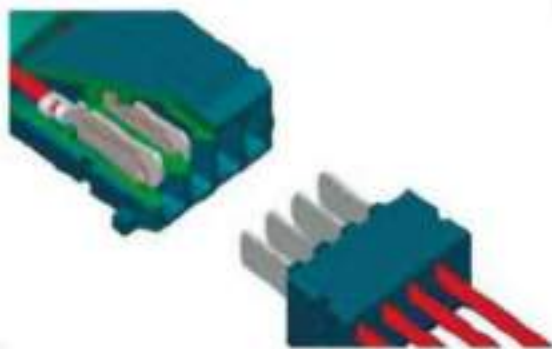


Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд шинної системи “Басбар”

Олов'яне покриття провідників запобігає утворенню мідного оксиду. Завдяки цьому контактні опори знижуються до мінімуму. Вихідні штепселя і контакти в коробці виготовлені як вилоподібні контакти. У системі “Басбар” ці контакти стискають провідник з двох боків. Покриті сріблом контакти до мінімуму знижують прохідний опір контактів.

Згідно зі стандартами, на кожні 75 см знаходиться по одній точці виводу. Кришки штепселів виводів кабелів однієї фази шинних систем освітлення КАМ ЕАС “Басбар” забарвлені в різні кольори для легкого визначення фази, від якої отримує живлення арматура. Контакти додаткової точки “Басбар” і контакти одиниць всіх виводів покриті сріблом. Срібне покриття знижує до мінімуму перехідний опір через контакти і можливість перегріву при можливому перевантаженні.

Системи “Басбар” КАМ Р фірми “ЕАС” виробляються з використанням найостанніших в світі технологій відповідно до стандартів ISO 9000 за документованою системою якості. Продукція спроектована і тестована по ІРС433-7.

4.5.2 Технічні умови для шинних систем "Басбар"

Шинні системи "Басбар" виробляються відповідно до міжнародних стандартів IEC 60439 -1/2 з отриманням сертифікатів про проходження тесту на відповідність типу від міжнародної лабораторії для кожного рівня струму.

Номінальна ізоляція напруги шинних систем "Басбар" повинна відповідати 630 В. Шинні системи "Басбар" для навантажень між 25А і 63А повинні проводитися з мідних провідників, покритих оловом.

Провідники шинних систем "Басбар" по всій довжині повинні бути ізольовані і оголені тільки на місцях виводу для створення контактів Plug-In.



Рисунок 4.6 – Ескіз шинних систем "Басбар"

Шинні системи "Басбар" повинні відповідати наведеним конфігураціям і кількості провідників;

- 2-провідниковий: L1 / N / Корпус;
- 3-провідниковий: L1 / N / PE + Корпус (Провідник PE і корпус сполучені);
- 4-провідниковий: L1 / L2 / L3 / N / Корпус
- 5-провідниковий: L1 / L2 / L3 / N / PE + Корпус (Провідник PE і корпус сполучені). Корпус використовується як заземлений провідник.

На триметровій шинній системі "Басбар" згідно зі стандартами знаходяться чотири точки виведення "Plug-In". На точках "Plug-In" повинні знаходитися ізольовані підпори, несучі провідники.

Провідники повинні виготовлятися з електролітичної міді і покриватися оловом по всій довжині. Частина шинних систем "Басбар" повинні мати дрюгну конструкцію. Контакти провідників

покриваються сріблом і попереджається розслаблення додаткової точки за допомогою методу двосторонньої пружини. Не допускається використання сполучних ланок, що дозволяють розслаблення.

Шинні системи "Басбар" повинні відповідати захисному класу IP 55. Корпус шинної системи "Басбар" повинен бути проведений з листя, що гальванізується, завтовшки в 0,50 мм. Контакти коробок виходу і штепселів повинні бути покриті сріблом і відповідати циліндричній пружинній конструкції з двостороннім зіткненням до провідників всередині "Басбара". Повинні використовуватися піввіски і апарати фіксації, відповідні до заявленої конструкції з стандартів шинних систем "Басбар".

4.3.3 Послідовність монтажу групових ліній освітлення

1 – Зніміть завобіжну металеву пластину. Зніміть сполучну верхню кришку, сполучну бічну кришку, викрутіть два болти збоку блоку без сполучного елемента.

2 – Вмонтуйте сторону блоку без сполучного елемента до сторони блоку із сполучним елементом так, щоб болти сполучної бічної кришки до кінця увійшли до корпусу.

3 – Сполучну бічну кришку сполучного блоку прикріпіть до іншого корпусу.

4 – Палець сполучного блоку затягніть за допомогою торнувального динамометру.

5 – Вмонтовуйте сполучні верхні кришки обох сторін.

6 – Перш ніж закрити кришку, перевірте все встановлено. Сполучним елементам не повинно бути завдано ніяких ударів.

7 – Вмонтовуйте останню кришку, що залишилася (сполучний бічний металевий лист).

8 – В лініях з п'ятьма провідниками постійно з'являйте за положенням заземлювального провідника.

9 – Перевірте, щоб не було тріщин і знаків ізоляторів серед провідників.

10 – Підключіть світлячки.

Таблиця 4.2 – Послідовність монтажу групових ліній освітлення

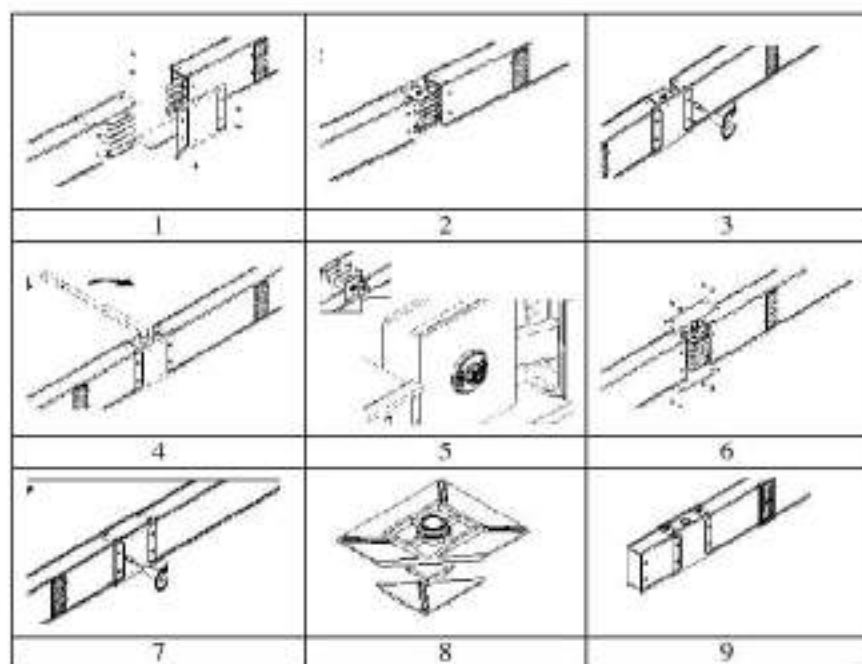


Рисунок 4.7 – Підключення світильника до шини

4.6 Особливості монтажу електроустановки у вибухонебезпечних зонах і пожежонебезпечних приміщеннях

Застосування проводів і кабелів з поліетиленовою ізоляцією жил і кабелів у поліетиленовій оболонці у вибухонебезпечних зонах всіх класів не допускається.

У вибухонебезпечних зонах [12.38.51] класів В-1 і В-1а повинні застосовуватися проводи й кабелі тільки з мідними жилами. Кабелі й проводи з алюмінієвими жилами або алюмінієвою оболонкою в цих зонах застосовувати забороняється. У вибухонебезпечних зонах класів В-1б, В-1м, В-П і В-Па допускається застосовувати кабелі з алюмінієвими жилами й алюмінієвою оболонкою, крім кабелів, що мають зварений шов, тому що місце шва неможливо ущільнюється гумовим кільцем.

Жили проводів і кабелів приєднують до затисків електроустановки відповідно до конструкції затискача. Багатодіткові жили й однодіткові перетином більше 16 мм² слід приєднувати застосовуючи наконечники для опресування. Багатодіткові мідні жили перетином до 6 мм² допускається застосовувати без наконечників з попередньою пропайкою жил.

З'єднання й відгалуження жил проводів і кабелів слід виконувати тільки в коробках, виконання яких відповідає вимогам ідентифікації у вибухонебезпечних зонах.

Не допускається застосовувати для з'єднання жил проводів і кабелів: гвинтові й болтові стиски з напиканням на жилу провідника торцем гвинта або болта без прокладки, стиски із гвинтами менше М4; різьбові конусні з'єднувачі й голі сполучні стиски, що ізолюються після з'єднання.

Місця з'єднання й окіншовання провідників ізолюють ліпкою полівінілхлоридною стрічкою товщиною не більше 0,2 мм у чотири шари з 50% -ним перекриттям попереднього штика.

Неприпустиме застосування ізолюючих ковпачків з поліетилену.

У вибухонебезпечних зонах класів В-1 і В-2 дозволяється відкрита прокладка для освітлювальних мереж тільки броньованих кабелів. Групові освітлювальні мережі в зоні класу В-1 слід прокладати по зовнішніх сторонах стін і виводити в приміщення тільки для приєднання світильників.

В освітлювальних мережах вибухонебезпечних зон класу В-1а слід застосовувати кабелі марок ВВГ, ВРГ, НРГ, СРГ із мідними жилами, у зонах класу В-1б, В-1м і В-Пв – кабелі з алюмінієвими жилами марок

АВВГ, АВРГ, АНРГ і АСРГ. Три- і чотирижильні кабелі повинні мати круглий перетин, плоскі кабелі допускається застосовувати тільки.

Для прокладки кабелів можуть застосовуватися монтажні перфоровані смуги КЛ 06, К202, сталеві смуги шириною 15–30 мм, товщиною 1,5–3 мм.

Для пристрілювання будівельно-монтажним пістолетом застосовуються смуги товщиною 1,5–2 мм, шириною не менше 18 мм. Металеві смуги слід кріпити впритул до підстави по всій довжині кабельної траси.

Відстань між точками кріплення смуг до підстави повинна бути не більше 1000 мм і від кінця і кута повороту – 70 мм (пристрілювання перфорованих смуг типу КО106 і КО202 будівельно-монтажним пістолетом не допускається).

При прокладці одного–чотирьох неброньованих кабелів безпосередньо по будівельних підставах кабелі слід кріпити скобами з однією або двома лапками КО720, КО730, смужками КО404, КО405 із пружками КО407, смужками шириною до 10,5 і товщиною до 1 мм.

При горизонтальній прокладці одиночних кабелів до стінам із кріпленням їх скобами з однією лапкою, лапки скоб повинні розташовуватися нижче кабелів.

Дві–чотири кабелі можуть також кріпитися на пластмасових закріпках, зубчастими смужками-пружками або монтажною стрічкою КО226 із кнопками КО227.

Відстань між точками кріплення кабелів на прямій горизонтальних і вертикальних ділянках не повинна бути більше 500 мм. У місцях повороту трас кабелів повинні кріпитися додатково. Відстань від початку вітну кабелів до найближчої точки кріплення повинна бути 10–15 мм.

При введенні у відгалужувальну коробку кабель закріплюють на відстані не більше 100 мм від її краю.

Таблиця 4.3 – Класифікація пожежонебезпечних приміщень й установок

Клас приміщення	Характеристика приміщення (установки)
1	2
П-1	Приміщення, у яких застосовуються або зберігаються горючі ріднини з температурою займання вище 45°C

Продовження таблиці 4.3

1	2
П-II	Приміщення, у яких при технологічному процесі виділяються горючий пил або волокна у зваженому стані, не утворюючи небезпек вибуху
П-IIIa	Приміщення, у яких використовуються або зберігаються тверді або волокнисті горючі речовини (дерево, тканини та ін.)
П-III	Зовнішні установки, де застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою займання вище 45°C і тверді речовини

В таблиці 4.4 представлено області застосування проводів і кабелів за класами пожежонебезпеки.

Свинцева оболонка кабелів під металевими скобами або смужками повинна бути захищена еластичними гумовими прокладками. Прокладка неброньованих кабелів освітлювальних мереж може виконуватися на перфорованих лотках К60У і К61У. До цегельних підстав лотки кріплять дюбелями з розпірною гайкою або капронowymi дюбелями КО658 із шурупами, до металевих підстав лотки кріплять по краях секцій гвинтами або дюбелями.

На лотках КО420 і КО422 допускається прокладка кабелів мережі освітлення із силовими мережами.

Для електропроводок у пожежонебезпечних зонах (приміщеннях) рекомендується застосовувати проводи й кабелі броньовані й неброньовані з мідними й алюмінієвими жилами, оболонками й покриттями з матеріалів, що не підтримують горіння.

Таблиця 4.4 – Область застосування проводів і кабелів у пожежонебезпечних приміщеннях й установках

Спосіб виконання освітлювальних проводок	Марки проводів і кабелів	Вказівка по застосуванню в приміщеннях (установках) класів				
		П-I	П-II	П-IIIa		П-III
				виробничі	складські	
1	2	3	4	5	6	7
Відкритий: • безпосередньо по негорючих конструкціях і поверхнях	АСРГ, АВРГ, АНРГ, АВВГ	+	+	+	×	+

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7
• на голляторах	АПВ, АПРВ, АПР	+	+	+	-	+
• на трості	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АСРГ	+	+	+	•	•
- у сталевих трубах	АПВ, АПРВ, АПРГО	+	+	+	+	+
Схований: - у сталевих трубах	АПВ, АПРВ	+	+	+	+	×

Примітка. При необхідності замість алюмінієвих можуть бути застосовані проводи й кабелі з мідними жилами аналогічної марки. Умовні позначки "+" – рекомендується, "-" – забороняється, "X" – допускається.

При монтажі внутрішніх електропроводок кабелем слід застосовувати кабелі без покриття. Броня кабелів, всі металеві вузли й деталі конструкції повинні бути пофарбовані негорючими емальми й фарбами.

Проходи захищених і незахищених проводів та броньованих і неброньованих кабелів крізь стіни й перекриття слід виконувати у відрізках сталевих труб з ущільненням труби ущільнювальним составом ВУС-65 або негорючим розчином наступного складу: цемент марки 300–500 з піском у пропорції 1:10; глина із цементом марки 300–500 і піском у пропорції 1,5:1:11.

4.0.1 Монтаж трасових проводок у вибухонебезпечних зонах

Як несучі траси для монтажу освітлювальних мереж кабелів, що прокладають відкрито, застосовують сталевий дріт або канат з оцинкованого дроту. Несучий трос, попередньо очищений до блиску, повинен мати стійке до навколишнього середовища лакофарбове покриття або гаряче покриття з полівинілхлориду.

Якщо оцинкований трос не стійкий до навколишнього середовища, то він також повинен мати стійке до навколишнього середовища лакофарбове покриття.

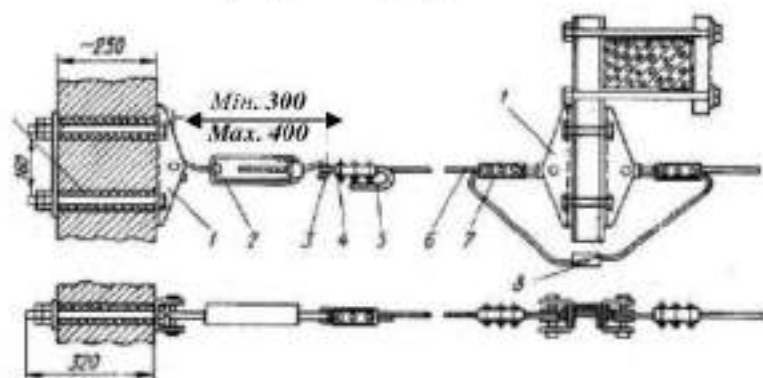
Натягувати несучі троси (дріт) у прольоті між кріпленнями до 6 м треба до одержання стріли прогину не більше 100 мм. Для прольотів довжиною більше 6 м стріла прогину може бути збільшена пропорційно довжині прольоту, але не більше 300 мм (див. табл. 3).

Трос призначається тільки для кріплення на ньому самих кабелів і ніякого навантаження від світильників або відгалужувальної коробки нести не повинен, тому що вони повинні жорстко закріплюватися на будівельних елементах будинку.

Несучий трос, катанку або сталевий дріт для приміщень довжиною більше 50 м слід виконувати складеними окремими ділянками. При цьому, кожна ділянка троса (дроту) повинна мати самостійні анкерні й натяжні пристрої, які кріплять на проміжних балках, фермах або колонах стяжними болтами або хомутами. При цьому, вільний кінець першого троса (дроту) повинен бути з'єднаний з початком другого зварюванням. Місце зварювання повинне бути пофарбоване. Для однокілового троса допускається механічне з'єднання.

Несучий трос або сталевий дріт повинні мати проміжні підтримуючі опори в кожного світильника й жорстко кріпитися до конструкції, на якій закріплена освітлювальна коробка.

Використання несучих тросів або металевих оболонок кабелів як заземлювальних провідників не допускається.



- 1 – анкер тросовий; 2 – муфта натяжна; 3 – коши; 4, 7 – затискачі тросові; 5 – кінець троса (приднати до магістралі заземлення або занулення); 6 – трос; 8 – місце з'єднання тросів

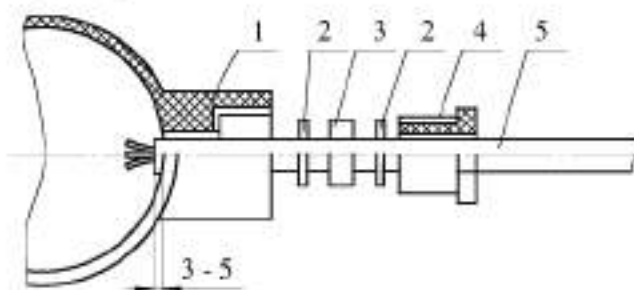
Рисунок 4.8 – Приклад анкерного кріплення троса (дроту) і з'єднання його на проміжній опорі

З'єднання й відгалуження жил кабелів діаметром до 16 мм² і двожильних плоских кабелів перетином до 2х6 мм² слід виконувати в пластмасових коробках типу В409, що мають ступінь захисту IP65. Коробка складається з корпусу, у якому є чотири різки із внутрішнім різьбленим, у які вкручені гайки, і кришки з гумовою прокладкою, що з'єднується з корпусом нарізним з'єднанням. Кожна коробка забезпечується трьома гумовими ущільнювальними кільцями з одним отвором для ущільнення кабелю й одним кільцем із трьома отворами для ущільнення проводів зарядки світильників.

Для кріплення коробки до підстав на її корпусі є два вушка з овальними отворами. Відстань між центрами кріплення коробки дорівнює 119 мм. При прокладці кабелів на лотках для установки коробки В409 використовується перфорований лоток шириною 100 і довжиною 280 мм.

Для введення неброньованих кабелів у коробку В409 (рисуюнок 4.9) і виконання з'єднань і відгалужень у ній необхідно:

– вивернути із чепцевого різка коробки гайку 4, виїняти сталеві шайби й гумове ущільнювальне кільце 3;



1 – чепцевий різок; 2 – металева шайба; 3 – гумове ущільнювальне кільце; 4 – гайка; 5 – кабель

Рисуюнок 4.9 – Ввід неброньованих кабелів у коробку В409

– вибити або висвердлити перетинку, що закриває вхідний отвір у коробку;

– відміряти 180–185 мм кабелю від краю чепцевого різка коробки й відрізати надлишок;

– зняти з кінця кабелю оболонку на такій відстані, щоб оболонка входила в коробку на 3–5 мм;

– надягти на оболонку кабеля гайку, сталеву шайбу, гумове ущільнювальне кільце в другу сталеву шайбу. Увести кабель у коробку і, ввертаючи гайку в чепшевій ріжок коробки до упору, ущільнити та закріпити кабель.

– зняти ізоляцію з кінців жил кабелів. Довжина ділячки, на якій слід знімати ізоляцію, приймається залежно від способу з'єднання або відгалуження.

4.6.2 Виробування освітлювальних електроустановок

Вироблюючи освітлювальні електроустановки, необхідно особливу увагу звертати на стан контактів, наявність відповідних плавких вставок запобіжників, безперервність мережі живлення (приєднання світильників від апаратів і каркасів щитків і шаф до магістралі заземлення), справність вимрювальних приладів і приладів обліку електроенергії.

Вимрювати опір ізоляції треба при знятих плавких вставках на ділянках між суміжними запобіжниками або за останнім запобіжником між кожним проводом, або жилою кабеля й заземленням (заземленими конструкціями, оболонками, несучим тросом тощо), а також між кожними двома проводами або жилами кабелів.

При вимірі опору ізоляції лампи накалювання повинні бути вигорані, а штучельні розетки, вимикачі й групові штики приєднані.

Приймально-здавальна документація з монтажу електричного освітлення повинна містити наступні протоколи (акти).

- виміру опору ізоляції електропроводок;
- перевірки освітлювальної мережі на правильність включення й горіння ламп;
- перевірки надійності кріплення будівельних конструкцій і стків для підвісу світильників масою понад 100 кг

4.7 Монтаж електронагрівальних установок

4.7.1 Основні відомості

Електротермічне обладнання за відношенням до забезпечення надійності електропостачання, як правило, слід відносити до електроприймачів II та III категорії

Категорії електроприймачів основного електрообладнання та допоміжних механізмів повинні визначатися з урахуванням особливостей конструкції обладнання електротермічних установок та стандартів, норм, правил і вимог до такого електрообладнання, що діють на сьогодні.

Для живлення електроприймачів електротермічних установок від електричних мереж загального призначення залежно від потужності електроприймачів та прийнятої схеми електричного живлення потрібно використовувати жорсткі або гнучкі струмопроводи, кабельні лінії та електропроводки.

Якщо до електричної мережі загального призначення приєднуються кілька однофазних електроприймачів електротермічного обладнання, слід, по можливості, рівномірно розподіляти їх між фазами мережі. У всіх ймовірних експлуатаційних режимах роботи таких електроприймачів асиметрія напруг, яка викликана їх навантаженням, не повинна перевищувати значень, які допускають діючі стандарти.

У випадках, коли такі умови не виконуються та при цьому недостатньо приєднувати однофазні електроприймачі до більш потужних електричних мереж, слід забезпечити електротермічну установку пристроями, що дозволять не порушувати симетрію, або параметричний джерелом струму, або встановлювати комутувальні апарати, за допомогою яких імовірно перерозподілення навантаження однофазних електроприймачів між фазами трифазної мережі (при нечастому виникненні асиметрії у процесі роботи).

Електричне навантаження електротермічних установок не повинне вводити в електричній мережі загального призначення кривої напруги несинусоїдальної форми, при котрій не дотримуються вимоги діючого стандарту.

Коефіцієнт потужності нагрівального електрообладнання, яке приєднується до електричних мереж загального призначення, повинен бути не нижче за 0,98, якщо енергостачальною організацією не встановлений інший норматив.

Електротермічні установки з одиничною потужністю 400 кВт, природний коефіцієнт потужності яких нижче встановленого значення, як правило, повинні мати індивідуальні компенсуючі пристрої. Електротермічні установки не рекомендовано постачати з компенсуючими пристроями, якщо техніко-економічні розрахунки виявили явні переваги групової компенсації, а також при надлишку реактивної потужності на підприємстві.

Первинне коло електротермічного обладнання повинно мати такі комутаційні та захисні апарати згідно від напруги промислової частоти, від контролюється установка.

- до 1 кВ – рубильник (рубильник з дугогасними контактами, пакетний перемикач) на вводі та запобіжник або блок-вимикач – запобіжник або перемикач з електромагнітним або тепловим розрешенням.

- вище 1 кВ – роз'єднувач (відокремлювач, роз'ємне контактне з'єднання) на вводі та вимикач оперативно-захисного призначення або роз'єднувач (відокремлювач, роз'ємне контактне з'єднання) та два вимикачі – оперативний та захисний.

Для включення електротермічного обладнання, потужність якого менша за 1 кВт, в електричну мережу до 1 кВ дозволяється використовувати на ввіді роз'ємні контакти з'єднання, які приєднуються до нагіральної лінії. У первинних колах електротермічного обладнання до 1 кВ дозволяється у якості ввідних комутаційних апаратів використовувати рубильники без дугогасних контактів за умови, що комутація ними виконується без навантаження.

Вимикачі вище 1 кВ оперативно-захисного призначення в електротермічних установках повинні виконувати операції вмикання та вимкання нагрівального обладнання, обумовлені експлуатаційними умовами його роботи, захисту від короткого замикання та ненормальних режимів роботи.

Оперативні вимикачі вище 1 кВ електротермічних установок повинні виконувати оперативні і частину захисних функцій, об'єм яких визначається при конкретному проектуванні, але на них не повинен покладатись захист від коротких замикань (крім експлуатаційних), котрий повинні виконувати захисні вимикачі.

Оперативно-захисні та оперативні вимикачі вище за 1 кВ дозволяється встановлювати в цехових підстанціях. Дозволяється встановлювати одна або два (з'єднують паралельно та працюють окремо) захисних вимикачів для захисту груп електротермічних установок.

Вимикачі вище за 1 кВ в електричних колах з числом комутаційних операцій у середньому п'ять і більше циклів вмикання-вимкання в добу повинні використовуватися спеціальні вимикачі, які мають підвищену механічну та електричну зносостійкість та відповідають вимогам з'яених стандартів та технічних вимог.

У якості оперативних вимикачів у колах, вищих за 1 кВ, електротермічних установок дозволяється використовувати вимикачі зі

знизеною електродинамічною стійкістю, які нездатні витримувати без пошкодження вплив, що утворюється струмом короткого замикання, при умові здійснення заходів, які знижують ймовірність короткого замикання в електричному колі між оперативним вимикачем і оперативним трансформатором (автотрансформатором, поретворювачем) та виключаючи виникнення небезпеки для обслуговуваного персоналу, а також за умови, що пошкодження вимикача не призведе до розвітку аварії, вибуху або пожежі в розподільному обладданні. При використанні вимикачів з високою швидкодією (вакуумні, повітряні) повинні передбачатися заходи по зменшенню комутаційних перенапруг (наприклад, за рахунок шунтуючих резисторів) та захисту розрядниками обмоток трансформаторів і електричних каб.

Обладнання електротермічних установок усіх напруг дозволяється розташовувати безпосередньо у промислових приміщеннях у зонах будь-яких класів. Виконання обладнання повинно відповідати умовам середовища в цих приміщеннях, а конструкції та розмішування самого обладнання і огороження повинні забезпечувати безпеку персоналу і виключити можливість механічного пошкодження обладнання та випадкових торкань до струмопровідних частин та частин, які обертаються.

Електротермічні установки повинні постачатися з блокуванням, що забезпечує безпечне обслуговування електроблаَّدання і механізмів цих установок, а також правильну послідовність оперативних переключень. Відчинення дверей камер, що мають доступні для торкання струмопровідні частини вище за 1 кВ, повинно бути можливим тільки після зняття напруги з установки або двері потрібно забезпечити блокуванням, яке миттєво діє на зняття напруги з установки.

Електротермічне обладнання повинне, як правило, мати автоматичні регулятори потужності або режиму роботи (з виключенням випадків, коли це недоцільно з технологічних та техніко-економічних причин).

Вимірювальні прилади та апарати захисту, а також апаратура керування електротермічними установками повинні встановлюватися так, щоб була виключена ймовірність їх перегріву (від теплових випромінювань та ін.).

Щити та пульти (апарати) керування електротермічними установками повинні розташовуватися, як правило, у таких місцях, з яких буде забезпечена можливість спостереження за операціями, які проводять на установках.

Якщо електротермічні установки мають значні габарити і нагляд з нуля керування неможливий, рекомендовано передбачити опичні, телевізійні або інші пристрої для спостереження за технологічним процесом.

У необхідних випадках повинні встановлюватись аварійні кнопки для дистанційного відключення усієї установки або окремих її частин.

4.7.2 Монтаж електронагрівальних установок

У загальному вигляді монтаж електричних водонагрівачів можна показати на рисунку 4.10. Схему, наведену на рисунку 4.10, можна доповнити датчиками рівня води у баку водонагрівача для забезпечення автоматичної подачі води та щоб запобігти такому режиму роботи, як "сухий хід", тобто забезпечити автоматичне і безпечне керування та експлуатацію водонагрівального обладнання.

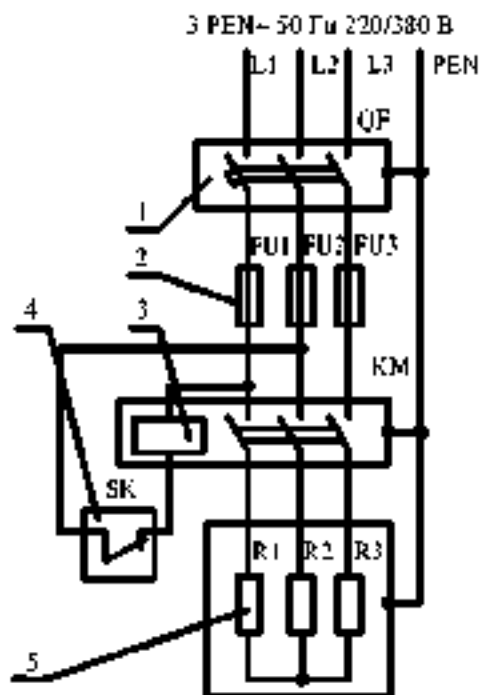
При визначенні перегину струмопроводу для монтажу водонагрівальних установок великої потужності необхідно враховувати рівномірність розподілу струму як по перетнку жили (кабелями), так і між окремими провідниками (кабелями).

Конструкція цих струмопроводів повинна забезпечувати:

- оптимальні реактивний та активний опори;
- раціональне розподілення струму в провідниках;
- симетрування опорів по фазах згідно з вимогами стандартів або технічних умов;

– обмеження витрат електричної енергії в металевих кріпленнях проводів (кабелів), конструкціях установок та будівельних елементах будівель.

Навкруг окремих проводів та кабелів не повинно бути замкнених металевих контурів. Якщо цього виключити неможливо, слід використовувати немагнітні або напوماгнітні матеріали та передбачити розрахунком втрати в них та температуру їх нагріву.



- 1 - автомат; 2 - запобіжники; 3 - магнітний пускач; 4 - вимикач, який спрацьовує від температури. 5 - нагрівальні елементи

Рисунок 4.10 – Загальна електрична принципна схема монтажу трифазних водонагрівачів

Температура проводів та контактних з'єднань з урахуванням нагріву електричним струмом та зовнішнім тепловим випромінюванням, як правило, не повинна перевищувати 90°C.

У необхідних випадках слід передбачити примусове повітряне або водне охолодження.

4.3.3 Вимоги техніки безпеки при виконанні електромонтяжних робіт

Оперативне обслуговування водонагрівального електрообладнання може виконуватись як місцевим оперативним або оперативно-ремонтним персоналом, за яким закріплена дана електроустановка, так і виїзним, за яким закріплена група електроустановок [53, 61].

Особам з оперативно-ремонтного персоналу, які обслуговують електроустановки, що експлуатуються без місцевого оперативного персоналу, при огляді електроустановок, оперативних переключеннях, підготовці робочих місць та допуску бригади до роботи згідно з діючими Правилами надаються всі права та обов'язки оперативного персоналу.

До оперативного обслуговування електрообладнання допускаються особи, які знають оперативні схеми, посадові та експлуатаційні інструкції, особливості обладнання та які пройшли навчання та перевірку знань згідно з вказівками діючих Правил.

Особа, яка одноособово обслуговує водонагрівальне обладнання, повинна мати III групу з електробезпеки при напрузі живлення до 1000 В, IV групу – при напрузі вище за 1000 В.

Оперативний персонал повинен забезпечити нормальний режим роботи електроустановки. При порушенні режиму роботи, пошкодженні або аварії обладнання оперативний персонал зобов'язаний самостійно і терміново за допомогою підпорядкованого йому персоналу вжити заходів щодо відновлення нормального режиму роботи та доповісти старшому помітні або відповідальному за електрогосподарство.

У випадку неправильних дій оперативного персоналу при ліквідації аварії вища особа повинна втрутитися та взяти на себе керівництво та відповідальність за подальший хід ліквідації аварії.

Техніка безпеки при монтажі водонагрівального обладнання

Порушення правил монтажу та експлуатації водонагрівального обладнання може призвести до поломки установки, пожежі та загибелі людей.

Коли людина знаходиться у полі дії інтенсивного електромагнітного поля або безпосередньо торкається струмопровідних частин під напругою, по її тілу проходить електричний струм. В результаті дії електричного струму на організм можуть виникнути електротравми.

У зв'язку з тим, що існує велика кількість моделей то виконання цих моделей водонагрівальних установок, систематизувати правила техніки безпеки по монтажу водонагрівального обладнання можливо.

але це дороге, так як необхідно слідкувати за технічними новинками цього виду електроприводів і обновлювати літературні видання. Саме тому інструкції з техніки безпеки при монтажу та подальшій експлуатації обладнання, як правило, постачають разом з паспортними даними. Але процес виконання монтажу водонагрівального обладнання залишається загальним, як для монтажу загальних електроустановок:

- необхідно дотримуватись розроблених документальних заходів безпеки (сформовані наряди, розпорядження та інших документів),
- робоче місце повинне забезпечувати найбільш зручну роботу (відсутність бруду і зайвих предметів та інструментів);
- робота повинна виконуватись групою або особою, яка має дозвіл на виконання цих робіт, згідно з правилами, що діють;
- заборонено працювати несправним інструментом.
- виконання поточних робіт (різання проводів або кабелів, пайка, встановлення волонагрівача, різка труб та ін.) повинне виконуватись відповідно до розроблених правил для кожного виду роботи.

Для виключення ураження персоналу електричним струмом використовують індивідуальні та загальні засоби захисту.

До індивідуальних засобів захисту відносять диелектричні рукавички, килими, калоші та ізолюючі підставки.

До загальних засобів захисту відносять технічне заземлення, занулення і автоматичне відключення обладнання.

Основною задачею захисного заземлення є зникнення напруги відносно землі на конструктивних частинах обладнання, котре може опинитися під напругою у випадку пробією ізоляції.

Електрообладнання і'єднується з приводом, що заземлює, як допомогою ботів або зварювання. Заземлювальні провідники повинні бути захищені від механічних пошкоджень, корозій та бути легкодоступними для огляду та контролю.

Занулення електричних машин трифазного струму повинно виконуватись спеціальною четвертою жилою. Перетин цієї жили повинен дорівнювати перетину фазних проводів.

Заземлення (занулення) підлягають:

- корпус електричного волонагрівача;
- приводи електричних апаратів;
- кірмісти електричних щитів та щитів управління, якщо на них встановлене електрообладнання напругою вище за 42 В.

Автоматичне відключення надзвичайного обладнання забезпечує найбільш ефективний захист від відхилення від нормального режиму роботи.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть основні вимоги до монтажу освітлювальних установок.
2. Перерахуйте основні технічні характеристики світильників.
3. Перерахуйте основні технічні характеристики опромінювачів.
4. Із яких основних частин складається освітлювальна установка і яке призначення освітлювальної арматури?
5. Яка послідовність монтажу світильників на трісі та в коробі?
6. Вкажіть особливості монтажу установок освітлення з лампами розжарювання.
7. Назвіть особливості будови світильників з люмінесцентними трубчастими лампами низького тиску, які використовують для монтажу
8. Перерахуйте основні вимоги до монтажу опромінювачів.
9. Назвіть основні технічні характеристики шинних систем "Басбар".
10. Вкажіть основні технічні умови на монтаж шинних систем "Басбар".
11. Яка послідовність монтажу шинних систем "Басбар"?
12. Назвіть основні вимоги до монтажу світильників у приміщеннях з вогне- та вибухонебезпечними зонами.
13. Назвіть основні вимоги до монтажу на трасових проводках у вибухонебезпечних зонах.
14. Які існують технологічні операції з монтажу електронагрівальних установок?

РОЗДІЛ 5

МОНТАЖ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

5.1 Призначення та класифікація станцій керування, щитів і пультів керування

Засоби автоматизації призначені для контролю параметрів та керування різноманітних технологічних процесів сільськогосподарського виробництва та систем електрикопостачання [26, 32, 35, 60, 68]

За призначенням їх розподіляють на декілька груп:

- диспетчерські;
- керування;
- релейного захисту і автоматики;
- сигналізації;
- розподілу постійного та змінного струму.

За параметрами: засоби виміру, контролю й регулювання температури, тиску, розрядження, перепаду тиску; вимірювання та кількості газів та рідин; засоби для визначення складу і властивостей газів, рідин, твердих та м'яких матеріалів; для виміру та дозування мас.

5.2 Технологія монтажу засобів автоматизації, захисту і сигналізації

5.2.1 Монтаж засобів автоматизації

Монтаж виконують у дві стадії:

- виконують план траси, встановлюють опорні конструкції для проводів, шптів, приладів;

- виконують прокладку електропроводки, встановлюють і підключають шпті, прилади, виконують індивідуальні випробування систем. Перед початком монтажних робіт необхідно вивчити конкретні електричні схеми. При вивченні креслень потрібно пам'ятати, що крім електричних схем в системах автоматизації застосовують механічні, пневматичні, гідравлічні та оптичні елементи та пристрої, які мають свої умовні позначення і можуть бути об'єднані на робочих кресленнях з електричними. На підставі цього постає логічне питання вивчення умовних графічних позначень на схемах механічних, пневматичних тощо.

Електрична провідка в щитах виконується із застосуванням проводу з мідними жилками, ця електрична провідка прокладається відкрито джгутами або в пластмасових коробах. При прокладці проводів відкритими джгутами потрібно дотримуватися наступних умов:

- проводи в джгутах не повинні бути переплетені між собою». Джгути повинні бути скріплені та прикріплені до несучих конструкцій бандажами із полівінілхлоридної стрічки за TV 36.1446-75 з кнопками згідно з ГОСТ 17663-72. Крок установки бандажів не більше 200 мм;

- джгути проводів потрібно прокладати по найкоротшому шляху з мінімальним числом вигинів та перетинів і вони не повинні закрити доступ до контактних і кріпильних виробів та ускладнювати їх ревізю або демонтаж;

- джгути слід прокладати паралельно, а відгалуження виконувати під прямим кутом;

- джгути проводів повинні кріпитися до уніфікованих елементів з кроком між прямими ділянками не менше 300 мм і на відстані 50–55 мм до і після повороту;

- при переході джгута з нерухомої частини щита до рухомої (рама, дверцята) джгут повинен мати компенсатор, котрий працює на кручення;

- проводи, які відносяться до одного приладу або проходять поряд, необхідно об'єднувати в один потік;

- проводи до прокладки повинні бути випрямлені і протерті ганчіркою, котра просочена стеарином або парафіном;

- прокладка повинна бути горизонтальною або вертикальною (відхилення 6 мм на 1 м ділянки потоку);

- маркування (написи) слід виконувати на вертикальних проводах, які розташовані ліворуч панелі, зверху до низу, з праворуч – низу до верху.

Короби для прокладки проводів, поліетиленових і полівінілхлоридних труб встановлюють тільки вертикально або горизонтально в місцях, доступних для огляду. Відстань від стінки короби до контактних затискачів приладів і апаратів повинна бути не менше 40 мм. Коefіцієнт заповнення короби не повинен перевищувати 0,45

Кінці проводів в трубах повинні мати запас по довжині, необхідний для подвійного підключення до приладів.

Під один гвинт затискача дозволяється підключення двох провідників.

Опір ізоляції окремих кіл повинен бути не менше 10 МОм (при температурі 20°C.)

Забороняється вигинати проводи та жилы кабеля плоскогубцями, з'єднувати мідні та алюмінієві проводи під одним гвинт.

5.2.2 Монтаж засобів захисту

Пристрій захисту асинхронних електродвигунів УБЗ-301 призначений для постійного контролю параметрів напруги мережі і діючих значень фазних і лінійних струмів трифазного електроустаткування 380 В, 50 Гц, в першу чергу асинхронних електродвигунів, зокрема і в мережах з ізолюованою нейтраллю. Випускається трьома модифікаціями: 5-50 А, 10-100 А, 63-630 А. Здійснює повний і надійний захист електроустаткування шляхом відключення його від мережі і блокування його пуску в наступних випадках: неякісна напруга мережі (обрив, перепад фаз, неприпустимі скачки і провали напруги, порушення чергування, злипання фаз); симетричне перевантаження по фазних / лінійних струмах, яке викликане механічними перевантаженнями; несиметричне перевантаження по фазних і лінійних струмах, пов'язане з пошкодженням всередині двигуна, несиметрія фазних струмів без перевантаження, пов'язана з порушенням ізоляції всередині двигуна і кабеля, коті підключено до двигуна, захист по мінімальному пусковому / робочому струму – зникнення моменту на валу двигуна ("сухий хід" для насосів); перевірка рівня опору ізоляції обмоток двигуна на корпус до пуску (при рівні < 0,5 МОм – блокування); захист по струмах витoku на "землю" під час роботи із заборону.

Пристрої захисту встановлюються в приміщеннях, що не містять вибухонебезпечних газів і парів, струмопровідного або вибухонебезпечного пилу, а також в місцях, захищених від попадання бризок води, крапель масла і додаткового нагріву від сторонніх джерел тепла. Перед монтажем вимикача необхідно переконатися, що технічні дані вимикача і його додаткових складових одиниць відповідають замовленню. Монтаж вимикачів проводиться за відсутності напруги в головному колі і в колах додаткових складових одиниць. Кріплення вимикача на DIN-рейку виконується за допомогою спеціального фіксатора. Монтаж необхідно виконувати за допомогою спеціальної сполучної (монтажної) шнурки або підготовлених проводів і кабелів. Переконавшись в тому, що монтаж виконаний правильно, вимикач можна вигинати. Під час монтажу подача напруги забороняється!

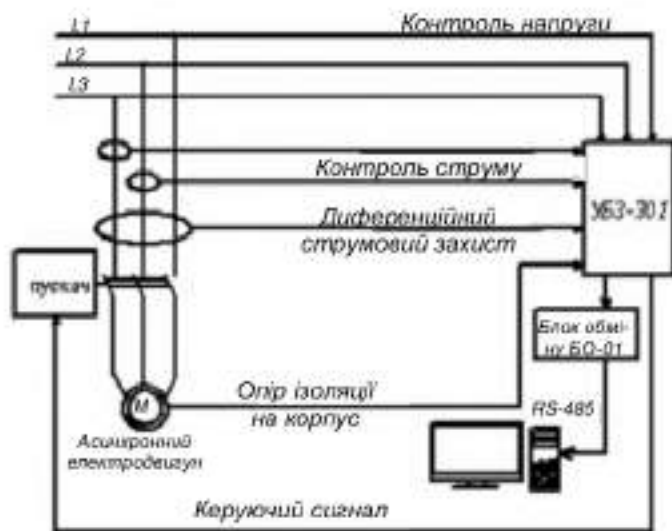


Рисунок 5.1 – Схема функціональна пристрою захисту асинхронних електродвигунів серії УБЗ-301

5.2.3 Монтаж засобів сигналізації

Принципові схеми сигналізації за призначенням розділені на наступні групи:

1) схеми сигналізації положення (стану) – для інформації про стан технологічного устаткування ("Відкрито" – "Закрито", "Включено" – "Відключено" та ін.);

2) схеми технологічної сигналізації, що дають інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень, концентрація та ін.;

3) схеми командної сигналізації, що дозволяють передавати різні команди з одного пункту управління в інший за допомогою світлових або звукових сигналів.

За принципом дії розрізняють:

1) схеми сигналізації з індивідуальним зніманням звукового сигналу, що відрізняються достатньою простотою і наявністю для кожного сигналу індивідуального ключа, кнопки або іншого комутаційного апарату, що дозволить відключати звуковий сигнал;

2) схеми з центральним (загальним) змінним звукового сигналу без повторності дії, оснащент єдиним пристроєм, за допомогою якого можна відокремити звуковий сигнал, зберігаючи індивідуальний світловий сигнал;

3) схеми з центральним змінним звукового сигналу з повторністю дії, що виглядно відрізняються від попередніх схем здатністю повторно подати звуковий сигнал при спрацьовуванні будь-якого датчика сигналізації незалежно від стану решти датчиків.

За роєм струму розрізняють схеми на постійному і змінному струмі. У практичній розробки систем автоматизації технологічних процесів знаходять застосування різні схеми сигналізації, що відрізняються як за структурою, так і за способом побудови окремих вузлів. Вибір найбільш раціонального принципу побудови схеми сигналізації визначається конкретними умовами її роботи, а також технічними вимогами, що ставляться до світлосигнальної апаратури і датчиків сигналізації.

Світлосигнальна індикаторна апаратура призначена для індикації наявності напруги електричної мережі, а також робочого стану електротехнічного обладнання.

Монтаж сучасних пристроїв світлової та звукової сигналізації виконується на DIN-рейку (рисунк 2.18) [69,70] або підготовлені посадочні місця діаметром 22,3 мм (рисунк 2.19) з'єднувальні клемм підготовлені для паяння з послідовним монтажем кола управління.

5.3 Розмітка місць установки апаратури, ревізії електроапаратів

Монтаж шаф та щитів керування виконують в спеціальних диспетчерських або технологічних приміщеннях та в зовнішніх приміщеннях лід навісом. В цих приміщеннях до лачатку монтажу виконують всі будівельні та оздоблювальні роботи з монтажу технологічного обладнання і трубопроводів. При виконанні монтажу щиф (щитів) в технологічних приміщеннях температура зовнішнього повітря повинна бути не менше плюс 5°C. Шафи розташовують таким чином, щоб було зручно виконувати їхній контроль.

Проходи обслуговування монтажної сторони щитів у більшості випадків є евакуаційними проходами. При відсутності з обох боків проходу відкритих струмопровідних частин на висоті 2,2 м від підлоги

ширина проходу повинна бути не менше 0,8 м, в окремих місцях до 0,6 м [53].

Відстань між найбільш виступаючими відкритими струмопровідними частинами, котрі розташовані з одного боку проходу, повинна бути не менше 1,0 м при напрузі до 500 В і довжині штиля до 7 м; 1,2 м при напрузі до 500 В і довжині штиля більш 7 м; 1,5 м при напрузі 500 В і більше. Відстань між найбільш виступаючими відкритими струмопровідними частинами, котрі розташовані з двох боків проходу, повинна бути не менше 1,5 м при напрузі до 500 В; 2 м при напрузі 500 В і більше. Відкриті струмопровідні частини, котрі знаходяться на відстані, меншій вказаних, необхідно загороджувати.

На монтажну вимітку шафи і штиля керування підіймають і встановлюють за допомогою вантажопідіймальних машин та механізмів. Шафи та штилі ретельно оглядають, перевіряють комплектність деталей, вносяються у відсутності поломок, тріщин та інших механічних ушкоджень. Штилі та шафи встановлюють по рівню горизонтально на спеціальні сталеві опорні рами, котрі виготовляють із швелерів, і кріплять до бетонного або цегляного фундаменту. Вертикальне положення шаф та штилів визначають за допомогою відкосу з допуском до 1°. Кріплення їх до сталевих конструкцій, фундаментів, між собою повинно бути тільки роз'ємним.

Масштабні шафи навісної конструкції встановлюють на кінцевих стінах або колонках. Для їх монтажу розмічають місця установки анкерних болтів. Отвори від них в цегляних стінах просвердлюють або пробивають на глибину, котра відповідає 8–10 діаметрам анкерного болта.

Висота встановлення шаф від підлоги повинна бути такою, щоб на горизонтальній осі розташовувались прилади:

- показуючі прилади та сигнальна апаратура – 800–2100 мм;
- самодійні прилади – 1000–1600 мм;
- органи керування (перемікачі, кнопки) – 700–1600 мм.

Площа перерізу жил проводів і кабелів приймають відповідно до сили струму, але не менше для мідних – 1 мм², алюмінієвих – 2,5 мм².

Вводи в шафи виконують, як правило, знизу через підлогу або зверху залежно від місця підходу зовнішньої проводки. Проводи, що вводять у шафи, закріплюють на опорній основі біля шаф на відстані не більше 1 м. Вводи можуть бути як відкритими, так і закритими, залежно від умов навколишнього середовища і виду прокладки.

Шафи та пульти, до яких підведена напруга вище 42 В, заземлюють. При живленні їх кіл через з'єднувальну нейтралью однофазною напругою в якості заземлювальних провідників можуть бути використані окремі мідні і алюмінієві жили проводів і кабелів, сталіні заземлювальні провідники, сталіні труби електропроводок, алюмінієві оболонки кабелів. Використання нульових проводів в шти випадках забороняється.

При трифазному живленні в якості заземлювальних провідників можуть бути використані також нульові жили проводів та кабелів.

5.4 Виконання електропроводок всередині шаф та шитків керування

В пристроях напругою до 1000 В монтаж кіл вторинної комутації виконують наступними способами:

- пучками, які вільно висять на струнах без кріплення до панелі;
- на лотках, профілях, коробах,
- прямо

До монтажу вторинних кіл приступають після установки всього обладнання та апаратів, нанесення маркування згідно із схемою і перевірки жил на відсутність обриву.

Згідно з вимогами Правил будови електроустановок [59] за вимогами механічної тривкості необхідно застосовувати проводи:

- для контрольних кабелів з приспінням під гвинт до затискачів (панелі) колодок і апаратів: з мідними жилами – 1,5 мм²; з алюмінієвими жилами – 2,5 мм²;

- для кіл з робочою напругою до 60 В переріз мідних жил кабелів, які приєднують паянням, повинен бути не менше 0,5 мм²;

- для кіл з робочою напругою більше 60 В переріз мідних жил кабелів, які приєднують паянням, повинен бути більше 0,5 мм².

Приспінання однодротових жил дозволяється тільки до нерухомих елементів апаратури. Приспінання до рухомих елементів або елементів, на які впливає дія трясіння слід виконувати пучками багатодрових жил. При приспінанні необхідно мати запас дроту для повторного приспінання. З'єднання між вводами апаратів слід виконувати нерухомими перемічками. Для монтажу проводів в пучку виконують бандажку в'язку, яку закріплюють на ділянках через 15...20 мм. До панелей контрольні кабелі рекомендовано підводити знизу.

5.5 Маркування проводів та кабелів

Проводи та жили в місцях підключення до набірних затискачів виводів приладів та апаратів, а також самі затискачі повинні мати маркування згідно з проектом. Для маркування жил системою "Графопласт" [28,31,47] застосовують уніфіковані маркувальні елементи, які дозволяють проводити нумерацію кабелів як у великих, так і в маленьких серіях, що дає велику економію місця при складанні (рисунок 2.10). Знаки залишаються нерухомими і не ушкоджуються, оскільки вони захищені шаром прозорого пластика, який захищає їх від шкідливої дії масел, пилу і від хімічних і атмосферних впливів. Символіка, складена з одного або більше елементів, повністю набирається безпосередньо на язичок спеціального інструменту, з якого вона потім вводиться в порожнину трубочки для маркування. Після введення маркувальних елементів у верхню порожнину трубочки, проводиться легке натиснення великим пальцем лівої руки на кінець трубочки з тим, щоб витягнути язичок з порожнини трубочки.

5.6 Застосування пристроїв захисного відключення у системах заземлення нейтралі TN-C, TN-C-S, IT- TT, TN-S

5.6.1 Призначення, класифікація

Пристрої захисного відключення (ПЗВ) призначені для швидкого захисту електроустановки при виникненні однофазного, трифазного витoku струму на землю [12,53,60]. За технічним виконанням ПЗВ класифікують:

- за призначенням;
- за способом управління;
- за кількістю полюсів і струмових шляхів;
- за умовою регулювання диференційного струму відключення;
- за умовами функціонування при наявності постійного струму;
- за наявністю затримки у часі;
- за способом захисту від зовнішніх впливів;
- за способом монтажу:
- ПЗВ поверхневого монтажу;
- ПЗВ вбудованого монтажу;
- ПЗВ панельно-щитового монтажу.
- за характеристикою миттєвого спрацювання:

- типу В;
- типу С;
- типу D.

5.6.2 Застосування пристроїв захисного відключення

5.6.2.1 Вибір перерізу провідників

Однофазні дво- і трипровідні лінії, а також трифазні чотири- і п'ятипровідні лінії, від яких з'являються однофазні споживачі, повинні мати переріз нульових робочих N-провідників, рівний перерізу фазних провідників.

Трифазні чотири- і п'ятипровідні лінії, від яких отримують живлення споживачі, повинні мати переріз нульових робочих N-провідників, рівний перерізу фазних провідників до 16 мм^2 за міддю та 25 мм^2 за алюмінієм, при більших перерізах – не менше 50% фазних провідників.

Переріз PEN-провідників повинен бути не менше перерізу N-провідників і не менше 10 мм^2 за міддю і 16 мм^2 за алюмінієм незалежно від перерізу фазних провідників.

Переріз PE-провідників повинен бути рівний перерізу фазних провідників до 16 мм^2 і 16 мм^2 – при перерізі фазних провідників від 16 до 35 мм^2 і 50% перерізу фазних провідників при більших перерізах.

Переріз PE-провідників, які не входять до складу кабелів, повинен бути не менше $2,5 \text{ мм}^2$ при наявності механічного захисту і 4 мм^2 – при його відсутності.

5.6.2.2 Система TN-S

В системі TN-S (рисунк 5.2) усі відкриті струмопровідні частини електроустановки будівлі з'єднані окремим нульовим захисним провідником PE безпосередньо із заземлювальним пристроєм джерела живлення. При виконанні монтажу згідно з Правилами [12, 53] рекомендують застосовувати для захисного провідника PE провід у жовто-зеленій смугастій ізоляції.

Режим TN-S найбільше забезпечує умови електробезпеки при експлуатації електроустановок і найбільш сприятливий для надійного функціонування ЛЗВ.

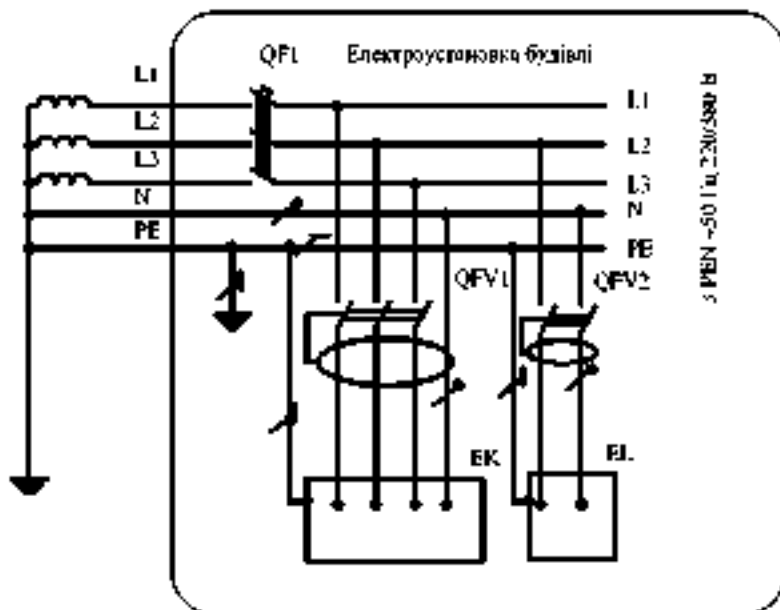


Рисунок 5.2 – Застосування ПЗВ в системі TN-S

5.6.2.3 Системи TN-C

Для захисту окремих споживачів захисний провідник PE повинен бути підключений до PEN-провідника кола живлення до захисно-комутаційного апарату.

У даній електроустановці в системі TN-C (рисунк 5.3) при пробіт ізоляції на корпус електронриймача, у випадку незатягнутого корпусу, ПЗВ не спрацює, оскільки немає кола протікання струму витіку – відсутній диференціальний струм. При цьому на корпусі залишається небезпечний потенціал відносно землі.

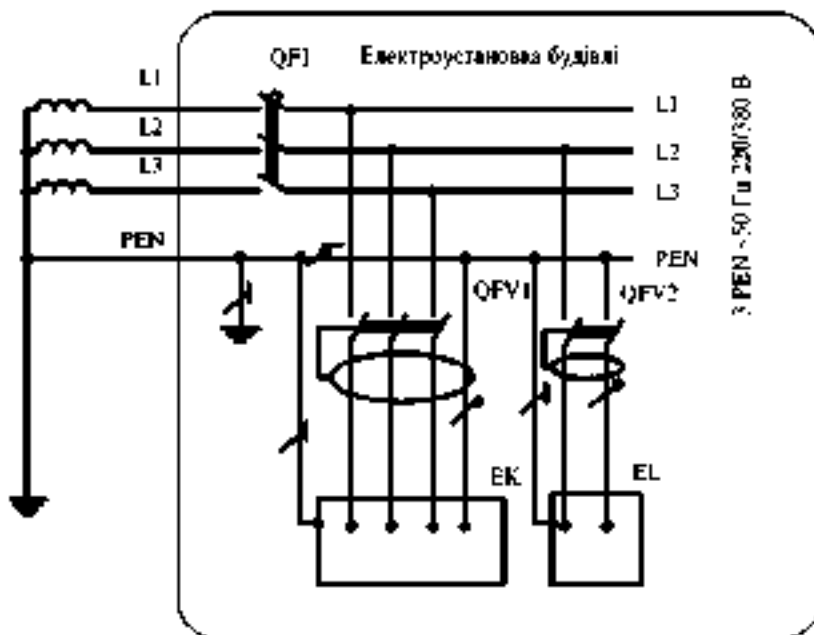


Рисунок 5.3 – Застосування ПЗВ в системі TN-C

У випадку дотику людини до корпусу електроприймача і протіканні через її тіло струму на землю, при умові, що він більше диференційного струму спрацювання ПЗВ, пристрій зниксту зреагує і відключить електроустановку від мережі.

5.6.2.4 Система TT

У системі TT (рисунок 5.4) застосування ПЗВ можливо для захисту від непрямого дотику тільки в електроустановках, які мають заземлювальні пристрої з малим опором. При цьому гарантоване відключення живлення електроустановки відбувається тільки при виникненні на відкритих частинах електроустановки напруги не більш ніж 50 В.

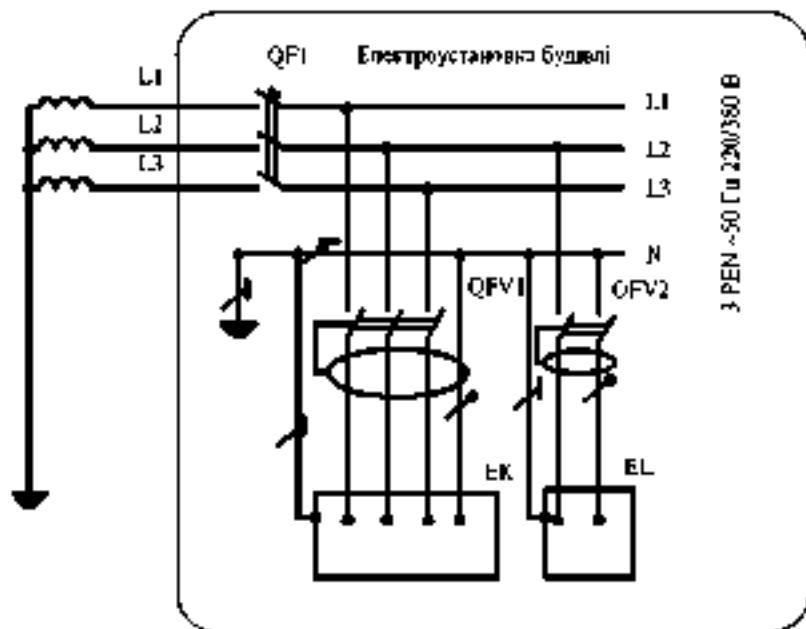


Рисунок 5.4 Застосування ПЗВ в системі ТТ

5.6.2.5 Система IT

В електроустановках системи IT (рисунок 5.5) для захисту при першому замиканні на землю повинні бути використано таке жє заземлення у поєднанні з контролем ізоляції мережі або застосовані ПЗВ з номінальним відключаючим диференціальним струмом не більше 30 мА.

В електроустановках системи IT пристрої контролю ізоляції подають сигнал при першому замиканні на землю. Якщо до усунення першого замикання відбувається друге замикання на землю, спрацює ПЗВ.

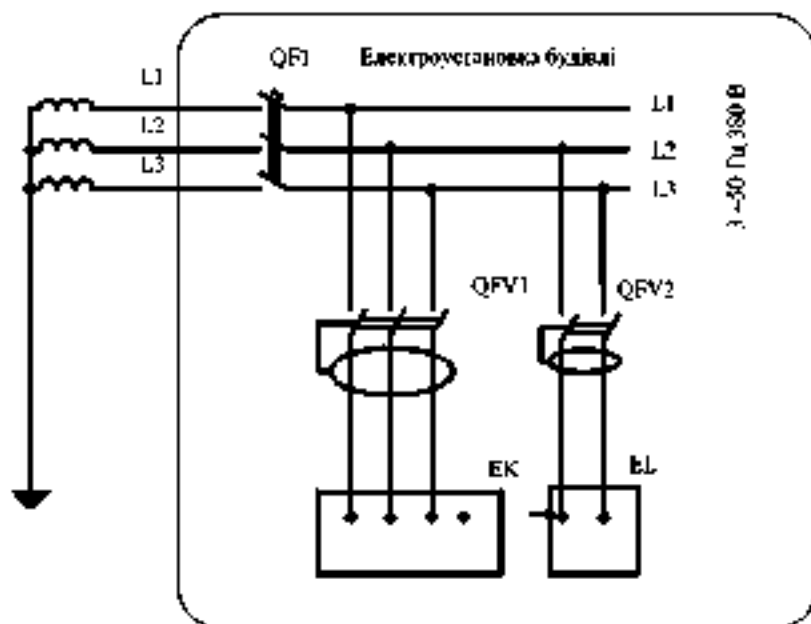


Рисунок 5.5 – Застосування ПЗВ в системі IT

5.6.2.6 Система TN-C-S

У системі TN-C-S (рисуюнок 5.6) провідник PEN розділяється на N і PE-провідники у частині електроустановки. У системі TN-C не повинні застосовуватись пристрої захисту, які реагують на диференційний струм. Для системи TN-C-S застосування ПЗВ, який реагує на диференційний струм витoku, PEN-провідник не повинен використовуватись на стороні навантаження. Приєднання захисного провідника до PEN-провідника повинно виконуватись на стороні джерела живлення по відношенню до пристрою захисту, який реагує на диференційний струм.

Найбільш перспективною у нашій державі є система TN-C-S, яка дозволяє у комплексі із застосуванням ПЗВ забезпечити високий рівень електробезпеки в електроустановках без їх реконструкції.

Найбільш ефективною схемою, яка забезпечує захист споживачів від ураження електричним струмом є однофазний ввід схеми електропостачання будівлі з системою TN-C-S (рисуюнок 5.7).

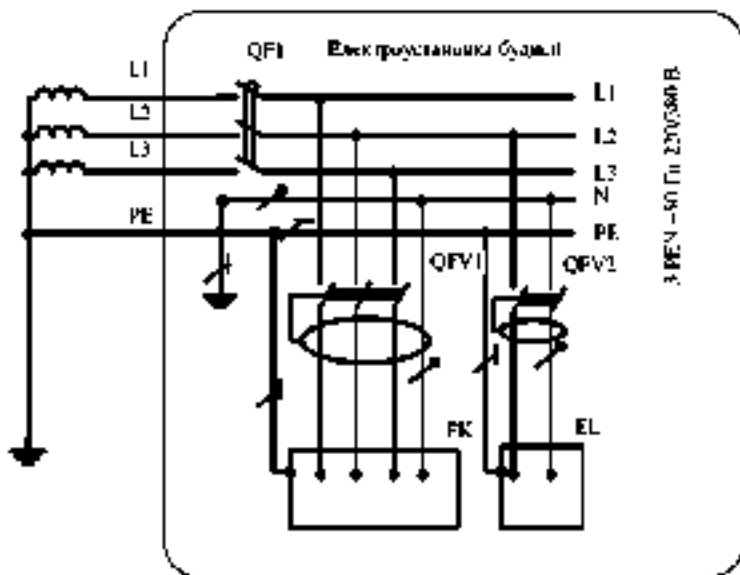


Рисунок 5.6 – Застосування ПЗВ в системі TN-C-S

5.6.3 Монтаж схем відключення ПЗВ

Необхідною умовою нормального функціонування ПЗВ є відсутність у зоні дії ПЗВ будь-яких з'єднань нульового робочого провідника N із заземленими елементами електроустановки і нульовим захисним провідником PE.

Рекомендованою схемою електропостачання будівлі з системою TN-C-S є схема, яка представлена на рисунку 5.8. Схема забезпечує захист усіх групних кіл.

Монтаж ПЗВ необхідно виконувати у наступній послідовності: пристрій диференціального захисту встановлюються в приміщеннях, що не містять вибухонебезпечних або агресивних газів і пари, струмопровідного або вибухонебезпечного пилю, а також в місцях, захищених від попадання бризок води, кріпелів масла і додаткового нагріву від сторонніх джерел тепла. Перед монтажем ПЗВ необхідно переконатися, що його технічні дані відповідають замовленню.

Монтаж пристрою диференціального захисту проводиться за відсутності напруги в головному колі. Кріплення пристроїв диференціального захисту на DIN-рейку виконується за допомогою

спеціального фіксатора. Монтаж необхідно виконувати за допомогою спеціальної стікучої (монтажною) шини або підготовлених проводів і кабелів.

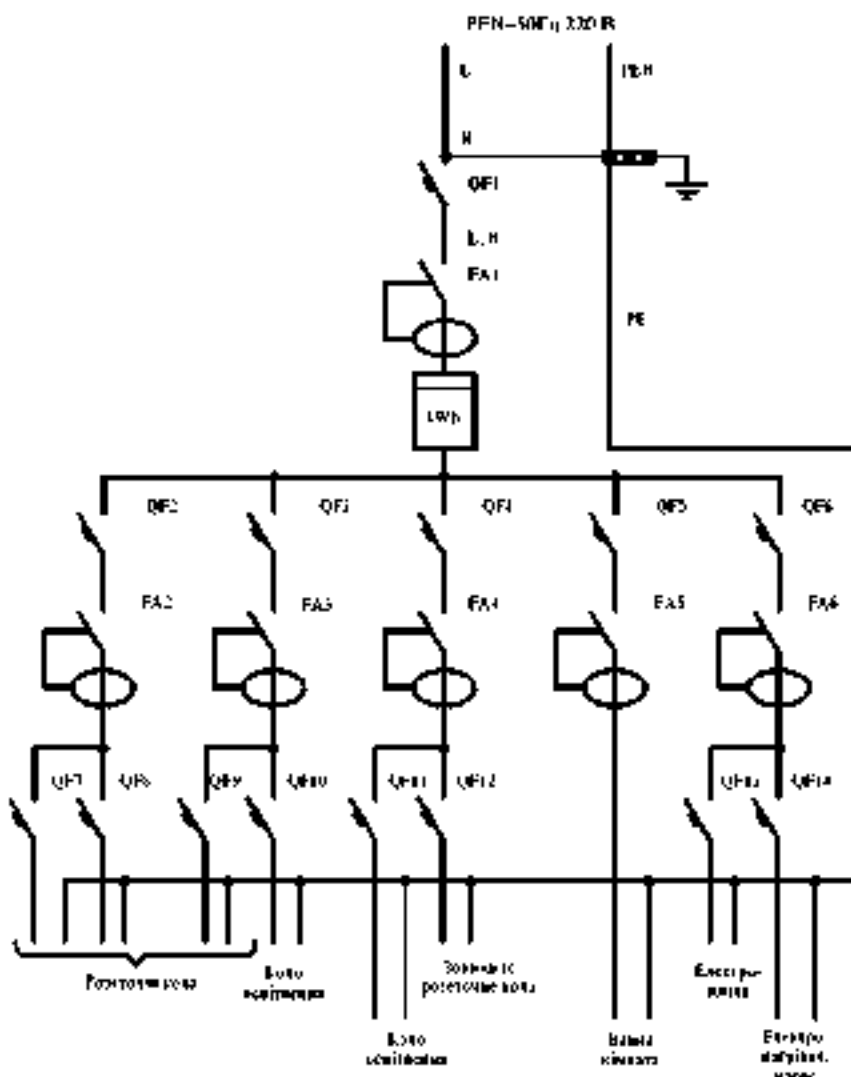


Рисунок 5.7 – Схема електропостачання будівлі з системою TN-C-S

Таблиця 5.1 – Основні паспортні дані ПЗВ

Найменування параметрів	Технічні характеристики
Номинальна напруга, В	~230/400
Номинальний струм I_n , А	16, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100
Уставка спрацювання $I_{\Delta n}$, мА	30, 100, 300, 500
Кількість полюсів	1, 2, 3, 4
Час відключення T_d , не більше, мс	40
Діапазон робочих температур, °С	мінус 25 ... плюс 25
Кліматичне виконання, категорія розміщення та ступінь захисту	УХЛ14 IP20

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть призначення та класифікацію станцій керування, штифів і пультів керування.
2. Перерахуйте основні вимоги до монтажу засобів автоматизації, захисту і сигналізації.
3. Як розподіляють принципів схеми сигналізації за призначенням?
4. Назвіть послідовність виконання електропроводок всередині шаф та пультів керування.
5. Які існують способи накручування проводів та кабелів?
6. Назвіть послідовність виконання маркування за допомогою системи "Графопласт".
7. Яким чином виконується монтаж пристроїв світлової та звукової сигналізації?
8. Перерахуйте послідовність монтажу пристроїв захисного відключення (ПЗВ) у системі TN-C.
9. Перерахуйте послідовність монтажу пристроїв захисного відключення (ПЗВ) у системах TN-C-S.
10. Перерахуйте послідовність монтажу пристроїв захисного відключення (ПЗВ) у системах IT.
11. Назвіть основні операції у монтажу пристроїв захисного відключення (ПЗВ) у системах TT.
12. Назвіть основні операції у монтажу пристроїв захисного відключення (ПЗВ) у системах TN-S.
13. Яким чином виконують вводи проводів в розподільні шафи і пульти керування?

РОЗДІЛ 6

ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

6.1 Класифікація ліній за призначенням, за класом напруги. Визначення повітряної лінії (ПЛ)

6.1.1 Класифікація

Повітряні лінії за *напругою* розрізняють:

- повітряні лінії електропередач напругою до 1 кВ;
- повітряні лінії електропередач напругою вище 1 кВ до 750 кВ;
за призначенням
- лінії електричної енергії;
- лінії зв'язку;
- лінії радіотрансляційних мереж;
- лінії кабельного телебачення.

Режими для розрахунків механічної частини ПЛ:

- повітряні лінії до 1 кВ:
 - нормальний режим – режим з необриваними проводами;
 - аварійний режим – режим з обриваннями проводами;
 - монтажний режим – режим в умовах монтажу опор і проводів;
- повітряні лінії вище 1 кВ:
 - нормальний режим – режим за умови необриваних проводів, тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;
 - аварійний режим – режим за умови обриваних одного чи кількох проводів або тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;
 - монтажний режим – режим в умовах монтажу опор, проводів і тросів.

6.1.2 Визначення

Повітряна лінія електропередач напругою до 1 кВ – споруда для передавання електричної енергії проводами, розташованими на відкритому повітрі і закріпленні за допомогою ізоляторів і арматури на опорах або кронштейнах на стовпах будівель і інженерних спорудах (мости, шляхопроводи та ін.) [53].

Надалі в тексті повітряна лінія із застосуванням самоутримних ізолюючих проводів позначається ПЛІ, а із застосуванням

неізолюваних провідів – ПЛ.

Повітряна лінія електропередач напругою вище 1 кВ – споруда для передавання електричної енергії провідими під напругою вище 1 кВ, розташованими на відкритому повітрі та прикріпленими за допомогою ізолюваних конструкцій та арматури до опор або кронштейнів і стовпів на інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах тощо).

За початок і кінець ПЛ приймають місце виходу проводу з бок ПЛ з апаратного, натяжного затискача або іншого пристрою кріплення проводу на вихідних (вихідних) конструктивних елементах підстанції і відгалужувальних опорах.

Відгалуження до конденсаторів зв'язку, установлених на підстанціях і опорах ПЛ, не відносяться до лінії.

Волоконно-оптична лінія зв'язку по повітряній лінії електропередач (ВОЛЗ-ПЛ) – лінія зв'язку, що містить у собі волоконно-оптичний кабель (ОК), який розміщують на ПЛ, та волоконно-оптичні системи-передавачі. ОК підвішують на опорах ПЛ за допомогою ланійної арматури або намотують його на грозозахисний трос чи фазний провід.

Самутримний ізоляційний провід (СІП) – скручені в джгут ізолювані дроти, що не вимагають спеціального утримного тросу. Механічне навантаження може сприйматися утримною жилкою або всіма провідниками джгута. Ізоляція жил СІП повинна виготовлятися з матеріалу, стійкого до впливу зовнішнього середовища, та відповідати вимогам до пожежобезпеки.

Магістраль – відрізок повнофазної лінії електропередач від живлячої трансформаторної підстанції до найбільш віддаленої точки. До магістралі можуть приєднуватися лінійні відгалуження та відгалуження до ввідів.

Лінійне відгалуження – частини лінії електропередач, яка має два і більше прогони і приєднана одним кінцем до магістралі.

Відгалуження до вводу в будівлю (споруду) – провідні від опори, на якій здійснено відгалуження, до конструкції вводу на будівлі (споруді).

Прогін – відрізок ПЛ між двома суміжними опорами або конструкціями, які замінюють опори.

Довжина прогону – довжина його горизонтальної проекції.

Габаритний прогін – прогін, довжину якого визначають нормованою вертикальною відстанню від провідів до землі за умови встановлення опор на горизонтальній поверхні.

Вітровий прогін – довжина відрізка ПЛ, з якого тиск вітру на проводи і трозохарисні троси щир – троси сприймає опора.

Висрий прогін – довжина відрізка ПЛ, валу проводів (тросів) якого сприймає опора.

Стріла провисання проводу – відстань по вертикалі від прямої, яка з'єднує точки кріплення проводу, до проводу в найнижчій точці його провисання

Габаритна стріла провисання проводу – стріла провисання проводу в габаритному прогані.

Ізоляційний лідайт – пристрій, який складається з одного або кількох лідвісних або стрижневих ізоляторів і лінійної арматури, шарнірно з'єднаних між собою.

Штирковий ізолятор – ізолятор, який складається з ізоляційної деталі, що зкріплюється на штирі або гаку опори.

Тросове кріплення – пристрій для прикріплення трозохарисних тросів до опори; якщо до складу тросового кріплення входить один або кілька ізоляторів, то воно називається ізоляційним.

Посилене кріплення проводу з захисним накрутням – кріплення проводу на штирковому ізоляторі або до ізоляційного підвісу, що не допускає проковзування проводу в разі виникнення різних налятів у суміжних проганах у нормальному та аварійному режимах ПЛЗ.

Галопування проводів (тросів) – сталі періодичні низько-частотні (0,2–2 Гц) коливання проводів (тросів) у прогані, які утворюють стоячі хвилі (іноді в сполученні з біжущими) з числом напівхвиль від однієї до двадцяти та амплітудою 0,3–5 м

Вібрація проводів (тросів) – періодичні коливання проводів (тросів) у прогані з частотою від 3 до 150 Гц, які відбуваються у вертикальній площині під час вітру і утворюють стоячі хвилі з розмахом, що може перевищувати діаметр проводів (тросів).

Населена місцевість – селищна територія міського і сільського поселень у межах їхнього перспективного розвитку на десять років, курортні та приміські зони, зелені зони навколо міст та інших населених пунктів, землі сепиш міського типу і сільських населених пунктів у межах їх селищної території, а також території садово-городніх ділянок

Сельбищна територія міського поселення – ділянки житлових будинків, громадських установ, будинків і споруд, зокрема навчальних, проектних, науково-дослідних інститутів без дослідних виробничих, внутрішньосельбищна, вулиць-дорозьна і транспортна

мережа, в також площі, парки, сади, сквери, бульвари, інші об'єкти зеленого будівництва й місця значального користування.

Сельбищна територія сільського населення – житлові території, ділянки установ і підприємств обслуговування, парки, сквери, бульвари, вулиці, проїзди, майданчики для стоянки автомобілів, родойми.

Ненаселена місцевість – землі, не віднесені до населеної місцевості

Важкодоступна місцевість – місцевість, не доступна для транспорту і сільськогосподарських машин

Сельбищна місцевість – території міст, селищ, сільських населених пунктів у межах фактичної забудови.

Насадження – природні та штучні деревостої та чагарники, а також сади і парки.

Висота насаджень – збільшена на 10% середня висота переважної за запасами породи, яка знаходиться у верхньому ярусі насаджень, у різновікових насадженнях – середня висота переважного за запасами покоління

Траса ПЛ у стиснутих умовах – відрізки траси ПЛ, які пролягають по територіях, насичених наземними та (або) підземними комунікаціями, спорудами, будівлями.

Великі переходи – перетини суцільних ділянок рік, каналів, озер і водоймищ, на яких встановлюються опори висотою 50 м і більше, а також перетини ущелин, ярів, водних просторів та інших перешкод з прогоном перетину понад 700 м незалежно від висоти опор ПЛ.

Для ПЛ 10 кВ з горизонтальним риташуванням фаз рекомендується оприлюднена схема транспозиції (у місці транспозиції по черзі міняються місцями тільки дві суміжні фази). На цих же ПЛ у разі зодвістку їх двома трасами, які використовуються для високочастотного зв'язку, для зменшення втрат від струмів у трасах у нормальному режимі рекомендується виконувати схрещення (транспозицію) трасів. Кількість схрещень слід вибирати за умов скомпенсації дуги супровідного струму промислової частоти в разі грозових перекриттів іскрових проміжків (Ш) на ізоляторах, якими кріпляться троси до опор. Схема схрещування повинна бути симетричною відносно кожного кроку транспозиції фаз і точок заземлення тросів, при цьому довжини крайніх відрізків рекомендується приймати такими, що дорівнюють половини довжини решти відрізків.

До ПЛ повинен бути забезпечений у будь-яку пору року під'їзд на кометр ближчу відстань, але не далі ніж на 0,5 км від траси ПЛ. Для проїзду вдовж траси ПЛ і для під'їзду до неї, місцевість повинна бути розчищена від посаджень, пнів, каміння тощо і розроблена смуга землі повинна бути шириною, не меншою ніж 2,5 м.

Монтажним режимом згідно з ПБЕ називається режим, коли опори, проводи та траси знаходяться у стані монтажу

6.2 Основні конструктивні елементи повітряних ліній

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

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

6.2.1 Проводи

Основні види проводів за матеріалом проводу є :

- алюмінієві (А) або термооброблений алюмінієвий сплав (АВБ(А)П);
- сталюалюмінієві (АС) або термооброблений алюмінієвий сплав (АВБ(А)Ж);
- мідні (М);
- сталеві (С);
- біметалічні.

6.2.2. Розташування проводів на опорах ПЛ до 1 кВ

На опорах допускається будь-яке розташування ізольованих і неізольованих проводів лінії електропередач незалежно від кліматичних умов. PEN (PE) – провідник ПЛ з неізольованими проводами необхідно розташовувати міжче фазних проводів.

Неізольовані проводи зовнішнього освітлення на опорах ПЛ повинні розташовуватися, як правило, над PEN (PE) – провідником, а ізольовані проводи на опорах ПЛ можуть розташовуватися вище або нижче СІП, а також бути додатковими жилами в джгуті СІП.

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

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

6.2.4 Ізолятори і арматура

На ПЛ 20 кВ і нижче слід застосовувати:

- на проміжних опорах – будь-які типи ізоляторів,

На опорах анкерного типу – підвісні ізолятори

На ПЛ 35 кВ слід застосовувати підвісні або стрижневі ізолятори.

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

6.2.5 Фундаменти

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

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

6.3 Типи опор

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

1) **проміжні опори**, які встановлюються на прямих ділянках траси. Ці опори в нормальному режимі роботи не сприймають зусиль, спрямованих уздовж лінії.

2) **анкерні опори**, які встановлюються для обмеження анкерного прогону, а також у місцях зміни кількості, марок і перерізу проводів. Ці опори повинні сприймати в нормальному режимі роботи зусилля від різниці натягу проводів, спрямованого вздовж лінії;

3) **кутові опори**, які встановлюються в місцях зміни напрямку траси лінії. Ці опори в нормальному режимі роботи повинні сприймати сумарне навантаження від натягу проводів суміжних напрямків. Кутові опори можуть бути проміжного та анкерного типів;

4) **кінцеві опори**, які встановлюються на початку і в кінці лінії, а також у місцях кабельних вставок. Ці опори є опорами анкерного типу і повинні сприймати в нормальному режимі роботи односторонній натяг усіх проводів;

5) **відгалужувальні опори**, на яких здійснюються відгалуження від лінії;

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

Відгалужувальні і перехресні опори можуть бути всіх зазначених вище типів.

Конструкція опор повинна забезпечувати можливість встановлення:

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

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

Опори повинні розраховуватися за методом граничних станів відповідно до чинних державних стандартів і норм для умов нормального режиму роботи ліній і кліматичних умов відповідно до вимог пункту Правил 2.4.10 [53].

Проміжні опори розраховуються на одночасну дію поперечного вітрового навантаження на приводи і конструкційні опори без ожеледі або з покриттям ожеледдю. Допускається враховувати відхилення опори під дією навантаження.

Кутові опори (проміжні та анкерні) розраховуються на результуюче навантаження від натягу проводів і вітрового навантаження на проводи і конструкції опор.

Анкерні опори ритраховуються на різницю натягу проводів суміжних прогонів і поперечне навантаження від тиску вітру та ожеледі і без ожеледі на проводи і конструкції опор. За мінімальне значення різниці натягу необхідно приймати 50% найбільшого значення одностороннього натягу всіх проводів.

Кінцеві опори розраховуються на односторонній натяг усіх проводів.

Відгалужувальні опори розраховуються на результуюче навантаження від натягу всіх проводів.

У випадку встановлення опор на затоплюваних ділянках трас, де можливі розливи прунту або льодоход, опори повинні бути укріплені (підсіпка землі, замощення, улаштування банкеток, встановлення льодорізів).

6.4 Улаштування повітряних ліній електропередач із само-несучими ізольованими проводами

6.4.1 Загальні вимоги

Повітряні лінії електропередач з СІП слід розташовувати таким чином, щоб їх опори не загрожували входу в буліварі і в'їзні у дворі, не заважали руху транспорту і пішоходів. У місцях, де існує небезпека наїзду транспорту (в'їзні у дворі, біля з'їздів з доріг, у разі перетину доріг тощо) опори рекомендується захищати від наїзду (наприклад, відбійними тумбами).

Допускається прокладання СІП на стінах будинків і споруд з урахуванням вимог пункту 2.4.55 та вимог глави 2.1 [53].

Якщо лінія електропередач проходить лісовими масивами або зеленими насадженнями, вирубка просяк є не обов'язковою: у цьому разі допускається вирубування окремих дерев, які створюють загрозу для проводів лінії.

Відстань від проводів за найбільшою стріло провисання або найбільшого їх відхилення до дерев і кущів для СІП не нормована, а

для неізольованих проводів має бути не меншою ніж 1 м з кожного боку ПЛ.

На кожній опорі лінії електропередач на висоті не менше ніж 1,5 м від землі повинні бути встановлені (нанесені) порядковий номер і рік встановлення опори. Крім того, на першій від підстанції опорі і на опорах, що обмежують перетин з іншими лініями, додатково повинні бути нанесені диспетчерський номер лінії та номер підстанції, від якої ця лінія відходить. На опорах, які встановлюють на відстані менше 4 м від кабельних ліній зв'язку, додатково повинні бути встановлені (нанесені) плакати збір застережні знаки, на яких вказують відстань від опори до лінії зв'язку, ширину охоронної зони і телефони власника лінії зв'язку та лінії електропередач.

Кріплення СИП на магістральних ділянках ПЛ і відгалуженнях від них необхідно здійснювати із застосуванням наступної лінійної арматури:

- кріплення несучої жили (несучих жил) на проміжних і куткових проміжних опорах – за допомогою підтримувальних затискачів,
- анкерне (кінцеве) кріплення несучої жили (несучих жил) на опорах анкерного типу, а також кінцеве кріплення несучої жили (несучих жил) відгалуження на опорі і на вводі у будівлю (споруду) – за допомогою натяжних (анкерних) затискачів.

За допомогою відгалужувальних затискачів, які прокалюють ізоляцію СИП, здійснюються:

- відгалуження від ізольованих жил магістралі;
- приспінання заземлювальних провідників до ізольованої жили, яка виконує функцію PEN (PE)-провідника;
- приєднання ліктарів вуличного освітлення до ліктарної жили та до ізольованого PEN-провідника і з'єднання корпусів світильників з PEN-провідником;
- приспінання заземлювального провідника опори до ізольованого PEN-провідника.

У разі застосування СИП з ізолювальною несучою жилою підтримувальні та натяжні (анкерні) затискачі повинні мати вкладищі або корпуси з ізоляційного матеріалу, які запобігають руйнуванню ізоляції проводів.

Відгалужувальні затискачі повинні забезпечувати надійний контакт відгалуження (приспінання) без зняття ізоляції з ізолюваної жил СИП.

Загискачі, за допомогою яких здійснюється відгалуження від ізолюваних жил або присідання до них, повинні мати захисні ізолюючі кожухи.

6.4.2 Кліматичні умови

Кліматичні умови для розрахунку ліній напругою до 1 кВ у нормальному режимі слід приймати згідно з 2.5.30–2.5.63 як для ПЛ першого класу безвідмовності.

Кліматичні навантаження і впливи для розрахунку і вибору конструкцій ПЛ вище 1 кВ приймаються на підставі карт територіального районування України.

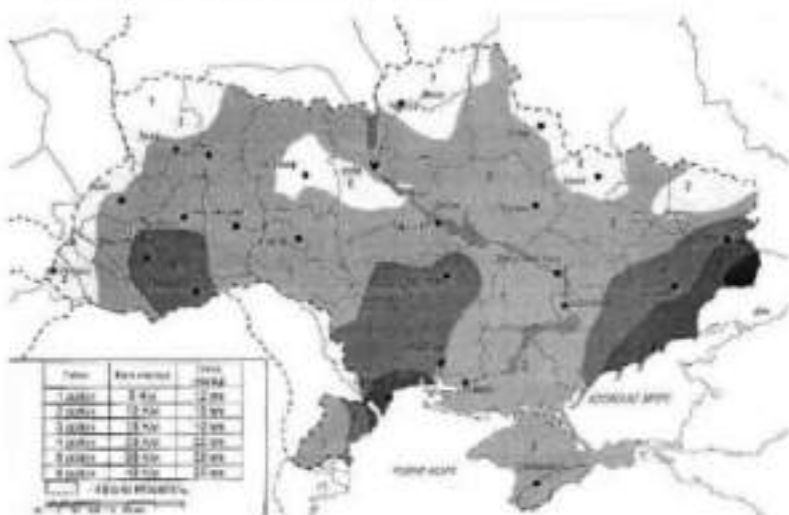


Рисунок 6.1 – Карта районування території України за характерними значеннями ожеледі

Захисні і секціонуючі пристрої, які встановлюються на опорах, слід розташовувати на висоті не нижче 3,0 м, а апарати для присідання електроприймачів – на висоті 1,6 м від поверхні землі.

Відстань між неізолюваними проводами ПЛ на опорі і в прогоні при умові їх зближення в прогоні за найбільшої стріли провисання до 1,2 м повинна бути не менше 0,6 м. За найбільшої стріли провисання

покад 1,2 м цю відстань необхідно збільшувати пропорційно відношенню найбільшої стріли провисання до стріли 1,2 м.

Відстань по вертикалі між проводами різних фаз на опорі в разі відгалуження від ПЛ, а також у разі перетину різних ПЛ напругою до 1 кВ на спільній опорі повинна бути не менше ніж 0,1 м. Відстань від проводів ПЛ до будь-яких елементів опор повинна бути не менше ніж 0,05 м.

Сумісне підвішування на спільних опорах неізолюваних проводів ПЛ напругою до 1 кВ та СІП допускається при дотриманні таких вимог:

- неізолювані проводи ПЛ повинні бути розташовані вище СІП;
- відстань між проводами ПЛ і СІП на опорі і в прогоні при температурі повітря плюс 15°C без вітру повинна бути не менше ніж 0,5 м.

У разі сумісного підвішування на спільних опорах різних кіл ПЛ відстань між СІП різних кіл на опорі і в прогоні повинна бути не менше ніж 0,3 м.

У разі сумісного підвішування на спільних опорах неізолюваних проводів ПЛ напругою до 10 кВ і проводів ПЛІ або ПЛ напругою до 1 кВ необхідно забезпечувати виконання таких вимог:

- лінію до 1 кВ необхідно встановлювати за розрахунковими умовами ПЛ напругою до 10 кВ;

- проводи ПЛ напругою до 10 кВ слід розташовувати вище проводів лінії до 1 кВ. Відстань по вертикалі між близькими проводами ліній різної напруги на спільній опорі, а також у прогоні при температурі повітря плюс 15 °С без вітру повинна становити не менше ніж: 1 м – у разі підвішування СІП і 2,0 м – у разі підвішування неізолюваних проводів ПЛ напругою до 1 кВ,

- проводи ПЛ напругою до 10 кВ, які прокладаються на штирьових ізоляторах, повинні мати подвійне кріплення.

У разі сумісного підвішування на спільних опорах проводів ПЛЗ напругою 10 кВ і проводів ПЛ або ПЛІ напругою до 1 кВ необхідно забезпечувати виконання таких вимог:

- лінію до 1 кВ необхідно розташовувати за розрахунковими умовами ПЛЗ напругою до 10 кВ;

- проводи ПЛЗ 10 кВ необхідно розташовувати вище проводів лінії до 1 кВ. Відстань по вертикалі між близькими проводами ліній різної напруги на спільній опорі, а також у прогоні при температурі повітря плюс 15°C без вітру повинна становити не менше ніж: 0,5 м –

у разі підвищування СНП і 1,5 м – у разі підвищування неізольованих проводів ПЛ до 1 кВ:

- кріплення проводів ПЛЗ напругою до 10 кВ на штирьових ізоляторах повинно бути посиленим.

На опорак відгалужень від ПЛ з неізольованими проводами рекомендується застосовувати багатовийкові ізолятори або здійснювати відгалуження із застосуванням додаткових ізоляторів.

6.4.3 Габарити, перетини і зближення

Відстань по вертикалі від самоутримних проводів ПЛ з найбільшої стріли провисання до поверхні землі в населеній і ненаселеній місцевості або до проїжджої частини вулиці повинна бути не менше ніж 5,0 м. У важкодоступній місцевості ця відстань може бути зменшена до 2,5 м, а в недоступній місцевості (схили гір, скелі) – до 1 м.

У разі перетину непроїжджої частини вулиці відгалуженнями до вводу в будинок (споруди) відстань від СНП до тротуарів і підземних доріжок за найбільшої стріли провисання повинна бути не менше ніж 3,5 м. У випадку неможливості дотримання зазначеної висоти встановлюється додаткова опора або ввідена конструкція на будівлі (споруді).

Відстань по вертикалі від СНП відгалуження вводу в будинок (споруду) до поверхні землі перед конструкцією вводу повинна бути не менше ніж 2,75 м.

Відстань по вертикалі від неізольованих проводів ПЛ до поверхні землі в населеній і ненаселеній місцевостях і до проїжджої частини вулиці за найбільшої стріли провисання повинна бути не менше ніж 6,0 м. У важкодоступній місцевості ця відстань може бути зменшена до 3,5 м, а в недоступній місцевості (схили гір, скелі) – до 1 м.

Відстань по горизонталі від самоутримних проводів ПЛ за їх найбільшого відхилення до елементів будівель і споруд повинна бути не менше ніж: 1,0 м – до балконів, терас та вікон і 0,15 м – до глухих стін будівель і споруд. Допускається проходження ПЛ над дахом (покрівлею) промислових будівель і споруд (крім зазначених у п'якх 4 і 5 [12]) за умови, якщо відстань від покрівлі до СНП становить не менше ніж 2,5 м.

Це поширюється на повітряні лінії електропередач, які проєктуються, знову будуються та реконструюються, напругою вище

1 кВ до 750 кВ, з неізолюваними проводами (ПЛ), і напругою вище 1 кВ до 35 кВ, з провідниками з захисним покриттям – захисними провадами (ПЛЗ). На ПЛЗ поширюються вимоги до ПЛ відповідної напруги та вимоги, окремо зумовлені для них у Правилах [53].

6.5 Технологія монтажу ПЛ

6.5.1 Технологічні операції по монтажу ПЛ

Включаються:

- розкопування проволів СІП;
- з'єднання будівельних довжин СІП;
- натягування та закріплення СІП на опорах;
- чіплення СІП на відгалужувальних і анкерних опорах;
- монтаж відгалужень до вводів в будівлі (споруди);
- заземлення нульової жила СІП і металоконструкції опор;
- приєднання СІП до обладнання на ПЛІ;
- особливості монтажу СІП на перехідних опорах через інженерні споруди.

Монтаж СІП рекомендується виконувати на анкерній ділянці довжиною не більше ніж 0,8 км у світлу пору доби.

Перед виконанням монтажу СІП повинні бути виконані наступні роботи:

- установка опор з металоконструкціями;
- виконані контури повторних та трозозахисних заземлень та приєднані до нижніх випусків опор в місцях, визначених проектом;
- виконано улаштування пристроїв захисту інженерних споруд на переходах;
- знесення будівель, які заважають будівництву (передбачене проектом);
- прибрали розчищено від дерев та насаджень, які заважають монтажу СІП;
- доставлені барабли з СІП, арматура та інші матеріали, необхідні для проведення монтажу СІП;

6.5.2 Кліматичні умови монтажу СІП

Роботу по монтажу СІП дозволяється виконувати при таких граничних атмосферних умовах:

- температура повітря не нижче заданої в сертифікації СІП [56];

- швидкість вітру – не більше 10 м/с;
- відсутність грози;
- відсутність на опорах інею, ожеледці;
- незначні опади (сирінок).

При сильному дощі, густому тумані, снігопадою роботу не починають, але почату операцію завершують.

6.5.3 Розкочування СІП

Роботи виконують бригадою в кількості п'яти осіб. Для виконання робіт ланка ділиться на дві групи, які ведуть роботи паралельно. Перша ланка у кількості двох осіб встановлює барабан з СІП на розкочувальній пристрій, друга встановлює розкочувальні ролики (ST 26 11 – для кінцевих опор, ST 26 1 – для проміжних опор) на опорах і вкладає в них розкочувальний трос.

Розкочування СІП виконується з розкочувального пристрою (рисунком 6.2), який встановлюють на відстані 10–15 м від анкерної опори. З установленого барабану змотується провід в сторону монтажу до кінцевої опори, перевіряється надійність кріплення барабану та плавність його обертання. Розкочування закінчується, коли кінець СІП зайде за анкерну опору в кінець анкерної ділянки. Після цього кінець СІП спускають на землю. При встановленні натяжного затискача необхідно передбачити після нього запас проводу:

- 0,3–0,5 м – для кутових анкерних і анкерних опор;
- 0,06–0,1 м – для кінцевих опор;
- 1,5–2,5 – для кінцевих опор з кабельними муфтами;
- 5,5 м – для опор, на яких встановлюється щогловий рубильник або ящик секціонування.

Після розкочування СІП на кінцевій опорі на кінець ізолюваних фазних жил надягають кінцеві заглушки.

В процесі монтажу виникає необхідність з'єднання будівельних довжин СІП. Ці роботи виконуються ланкою бригади у кількості трьох осіб. Розташування з'єднання жил СІП після натягання повинно знаходитись в прогоні. В одному прогоні допускається не більше одного з'єднання СІП. У прогонах, які перетинають інженерні споруди, з'єднання СІП не допускається.

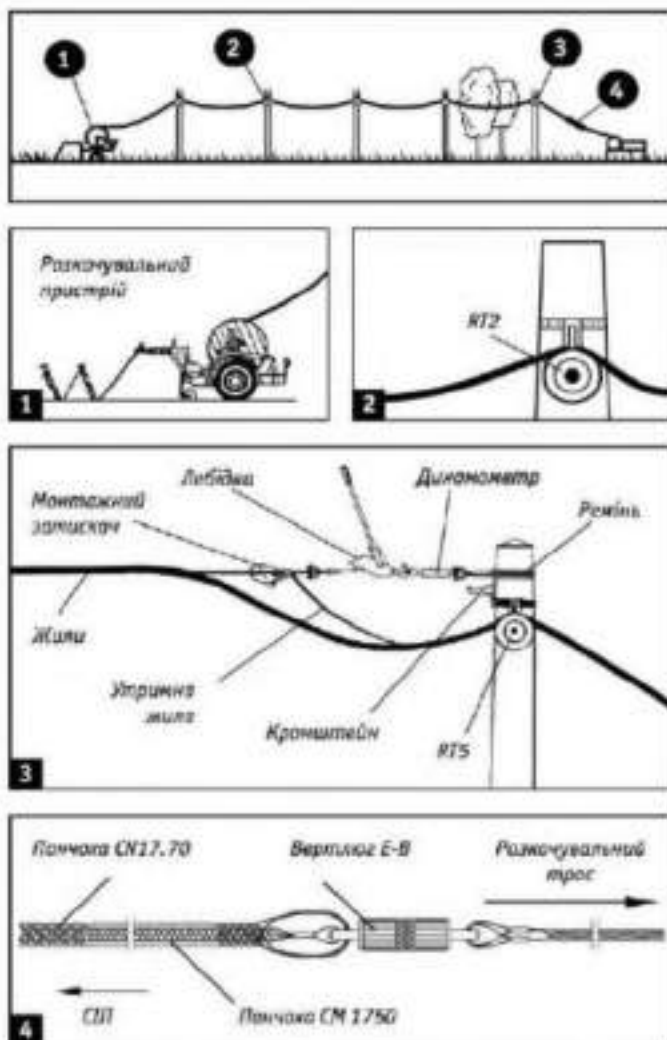


Рисунок 6.2 – Послідовність виконання операцій з розкочування СПП

Спочатку виконують з'єднання несучих (нульових) жил, а потім фазних. З'єднання несучих жил СП виконується з дотриманням маркування жил з'єднувальними затискачами для ізольованих жил. Для з'єднання кінці жил випрямляють, різно обрізають кабельними позинками. Обрізання виконується таким чином, щоб з'єднання були на відстані 15–20 см одне від одного. З кінців несучих жил знімається ізоляція, кінці вводяться в затискач і опресовуються.

З'єднувальні затискачі:

<ul style="list-style-type: none"> СП 1 – червоний СП 2 – сірий СП 3 – рожевий СП 4 – зелений СП 5 – синій 	} затискачі автоматичні для з'єднання ізольованої несучої жили СП
<ul style="list-style-type: none"> СП 1 – червоний СП 2 – сірий СП 3 – рожевий 	
<ul style="list-style-type: none"> SJ 8.25, SJ 8.35 SJ 8.50; SJ 8.70 SJ 8.95, SJ 8.120 	} затискачі для з'єднання ізольованих фазних і нульових жил СП методом пресування

6.5.4 Натягування та закріплення СП на опорах

Роботи з натягування, візування і закріплення СП в лінійному прогоні виконують робітники у кількості п'яти осіб.

Натягування СП здійснюється за допомогою тягового механізму, який встановлюється за барабаном на продовженні осі ЛЛІ на відстані 20–25 м від лінійної опори. Натягування СП з контролем зусилля в несучих жилах виконується за допомогою динамометра, котрий закріплюється між монтажним затискачем і тяговим механізмом. При руху тягового механізму контролюється зусилля тяжіння і при досягненні проектного тяжіння подається сигнал на зупинку тягового механізму. Після 10–15-хвилинної витримки під монтажним витягом перевіряється тяжіння і СП та при необхідності виконується доведення його до проектного. Після цього електрорівнітник піднімається на опору і робить на несучих жилах

відміту, що відповідає експлуатаційному положенню натяжного затискача. По відмітці на СІП встановлюється натяжний затискач. Після закріплення СІП на анкерних опорах виконується закріплення СІП на проміжних опорах.

На кутових проміжних опорах роботи виконуються з застосуванням ручної лебідки і двох монтажних затискачів, прикріплених до неї за допомогою тросів.

Застосовується також натягування і вигування СІП з контролем стрія прив'язання за допомогою візирних рейок.

З'єднання СІП на відгалужуючих опорах виконується після завершення натягу СІП в анкерній ділянці відгалуження. Жилы СІП відгалуження приєднуються до жил магістралі за допомогою проколюючих відгалужуючих затискачів. Відгалужуючі затискачі встановлюються на жилах лінії, від якої робиться відгалуження і до них підключаються жили самого відгалуження. На змонтовані затискачі наліпляють ізолюючі футляри. Відгалужуючі затискачі SLIP 22.1 – для підключення відгалуження споживача під напругою.

6.5.5 Монтаж відгалужень до вводу в будинок

Роботи виконують бригада в складі двох осіб.

Відгалуження від ПЛД до вводу у будинки як однофазні, так і трифазні виконуються тільки ізованими самоутримними проводами (включаючи нульову жилу).

Однофазне відгалуження виконується двожиловими СІП. Трифазне відгалуження рекомендується виконувати СІП з чотирма утримними ізованими жилами або чотирижильним СІП з ізованою утримною (нульовою) жилкою.

Роботи з монтажу ведуться в такій послідовності.

- закріплення СІП на будівлі та приєднання до проводів вводу;
- натяг СІП і закріплення на опорі,
- приєднання СІП до магістралі ПЛД

З боку будинку на СІП монтується натяжний затискач. При цьому залишаються кінці жил довжиною, достатньою для приєднання до проводів вводу в будинок або до електролінійника. Відгалуження приєднують до проводів вводу методом скручування з подальшим обтисканням місць з'єднання термоусаджувальними трубками. При цьому термоусаджувальні трубки необхідно одягти на проводи до виконання з'єднання. Для кріплення СІП на опорі електролінійник підіймається на опору, одночасно підіймаючи на опору СІП

відгалуження. На опорі він вручну виконує натягування СІП, відмічає місце установки натяжного затискача та місце відрізання СІП. Опускає СІП на землю, де другий (низовий) електролінійник виконує монтаж натяжного затискача та кабельними щожими відрізає СІП. Після цього верховий електролінійник за допомогою капронового тросу піднімає СІП з затискачем на опорі і кріпить його на гак.

Жили СІП відгалуження приєднуються до магістралі ПЛІ за допомогою відгалужувальних затискачів, що забезпечують ізоляцію. На встановлені затискачі налівають ізолюючі кожухи, в яких заздалегідь обрізали торці під потрібний діаметр жили. При монтажі відгалужень до вводів у будинки необхідно стежити за рівномірністю розподілу електричного навантаження по фазах.

6.3.6 Заземлення нульової жили СІП і металоконструкції опор

Виконується в місцях улаштування повторних та грозовідливних діземлень, передбачених проектом. При застосуванні СІП з незольованою несучою жилою таке заземлення виконується на кожній опорі.

Приєднання заземлювального провідника до верхнього випуску стовпів опор здійснюється за допомогою плоского затискача типу ПС.

Приєднання заземлювального провідника до нульової жили виконується за допомогою відгалужувального затискача.

При застосуванні СІП з незольованою нульовою жилою місце встановлення затискача на нульовій жилі і провіднику захищаються сталеву шійкою та покриваються шаром мастила.

6.3.7 Кількісний склад бригади та монтаж СІП

Роботи по монтажу СІП виконуються спеціалізованою бригадою в складі виконавця робіт (бригадир) та електриків-лінійників відповідних розрядів.

Забезпечення бригади:

- необхідним інструментом та приладдям для виконання робіт;
- засобами зв'язку з диспетчером;
- касками будівельними;
- поясони запобіжними;
- лазями монтерськими;
- брезентовими рукавицями;

- індивідуальною оптичкою;
- бачком з питною водою і чашкою.

Засоби механізації наведено в таблиці 6.1.

При виконанні робіт в охоронній зоні ПЛ, яка знаходиться під напругою, бригада додатково повинна бути забезпечена переносним заземлювальним пристроєм, діелектричними рукавицями, діелектричними взуттям та захисними окулярами.

Таблиця 6.1 Засоби механізації, прилади, інструменти

Вид робіт	Найменування засобів механізації, приладів, інструментів	Кількість
1	2	3
Установка на якерній опорі механізму для розкочування СІП	Ролік монтажний для встановлення на якерній опорі РТ 5 Котушка металева Кабат-лідер $\varnothing = 10 \cdot 12$ мм Мотор бензиновий	1 1 300 м 1
Розкочування каната-лідера з підвіскою монтажних роліків	Ролік монтажний для встановлення на якерній опорі РТ 5	1 (не менше)
Розкочування СІП в якерному прогоні довжиною 500 м	Ролік монтажний РТ 2 Ролік монтажний для встановлення на якерній опорі РТ 5 Комплект прамітної підвіски ББ 1500Б Стрічка металева Р 207 Скрипа МС 20* Ланцоха для самутряного проводу СМ 17.50* Ланцоха для дроту проводів СМ 17.70* Верилко Е-В Кабат капроновий, $\varnothing = 10$ мм	8 1 8 20 м 20 1 1 1 1
Натяг СІП в якерному прогоні	Натяжний пристрій БСТ 50.70 Ручна лебідка РТ 500* Длинаметр Тимчасовий анкер Ножки для різання СІП С 32	2 2 1 1 1

Продовження таблиці 6.1

1	2	3
Установка анкерних і підтримуючих затискачів в анкерному прогоні завдовжки 500 м	Кронштейн анкерний СБ 10.3	2
	Затиск анкерний РА 1500	2
	Комплект проміжної підвіски БВ 1500Б	8
	Кліпни відокремлюючі В 894*	1

6.6 Захист ліній від атмосферних перенапруг

6.6.1 Залуження ПЛ до 1 кВ

Металеві опори, установлені на залізобетонні фундаменти, повинні мати електричний зв'язок між металоконструкціями та арматурою фундаменту.

Залізобетонні опори повинні мати електричний зв'язок між установленними металоконструкціями, арматурою стовпів, підкосів та вішпалок.

На ПЛ (ПЛЛ) до 1 кВ повинні бути встановлені заземлювальні пристрої, призначені для захисту від грозових перенапруг (2.4.40) і повторного заземлення *PEN* (*PE*)-провідника (2.4.42). Опір кожного із заземлювальних пристроїв повинен бути не більше 30 Ом.

Відкриті провідні частини електрообладнання, встановленого на опорах ПЛ (контактний апарат, шафи і шитки для приєднання електроприймачів тощо) повинні приєднуватися до *PEN* (*PE*)-провідника лінії.

На опорах ПЛ з неізованим *PEN*-провідником елементи, зазначені в 2.4.33 [53], повинні бути додатково з'єднані з *PEN*-провідником на кожній опорі.

На опорах ПЛЛ з ізованим *PEN*-провідником елементи, зазначені в 2.4.33 [53], з'єднуються з *PEN*-провідником лише на опорах, які мають заземлювальні пристрої.

У разі сумісного підвищення на спільних металевих або залізобетонних опорах ліній напругою вище 1 кВ і ПЛЛ напругою до 1 кВ *PEN*-провідник ПЛЛ незалежно від того, ізований він чи неізований, повинен бути з'єднаний із заземлювальним провідником опори (арматурою опори) на кожній опорі.

Три і чотири фазних проводів, які встановлені на дерев'яних опорах, повинні бути з'єднані з *PEN*-провідником лише на опорах, які

мають заземлювальні пристрої. Гаків, штирів та арматура опор ліній напругою до 1 кВ, що обмежують протини перетину, та опор із сумісною підвіскою проводів необхідно заземлювати. Опір заземлювального пристрою повинен бути не більше 30 Ом.

У разі переходу повітряної лінії в кабельну, металеву оболонку кабелю необхідно приспівувати до PEN-провідника. Крім того, у місці переходу ПЛ (ПЛЛ) у кабель у кожній фазі повинні бути встановлені центральні розрядники або обмежувачі перенапруги (ОПН).

З'єднання заземлених і заземлювальних провідників між собою, приєднання їх до верхнього заземлювального випуску стійки залізобетонної опори, до гаків і кронштейнів, а також металоконструкції опор та устіткування, встановленого на опорах, необхідно здійснювати за допомогою зварювання або болтового з'єднання.

Приєднання заземлювальних провідників (випусків) до розземлювачів у землі здійснюється шляхом зварювання.

У населеній місцевості з одно- і двоповерховою забудовою ПЛ (ПЛЛ), які не екрановані високими трубами, деревами тощо, повинні мати заземлювальні пристрої, призначені для захисту від атмосферних перенапруг (2.4.34).

Відстань між сусідніми заземлювальними пристроями повинна бути не більше ніж 100 м.

Крім того, зазначені заземлювальні пристрої повинні бути влаштовані:

- на опорах з відгалуженнями до впадів у будинки, в яких можливе перебування великої кількості людей (школи, дитячі садки, лікарні, клуби тощо) або які мають велику господарську цінність (стваринницькі і птахівницькі приміщення, склади, гаражі тощо);

- на кінцевих опорах, які мають відгалуження до впадів у будинки. Найбільша відстань від сусіднього заземлення цієї ж лінії за таких умов повинна бути не більшою за 50 м.

У зазначених місцях рекомендується встановлення грозозахисних пристроїв (обмежувачів перенапруг).

Грозозахисні пристрої, встановлені на опорах, повинні приєднуватися до заземлювача найкоротшим шляхом.

Четверті заземлення PEN-провідника необхідно влаштовувати на кінцях ліній або відгалужень від них довжиною понад 200 м.

Для повторних заземлень PEN-провідника слід використовувати передусім природні заземлювачі (наприклад, підземні частини опор), а також заземлювальні пристрої для захисту від грозових перенапруг.

Сумарний опір розтіканню всіх повторних заземлювачів PEN-проводника (зокрема, природних) кожної лінії напругою 0,38 кВ джерела трифазного струму незалежно від пори року повинен бути не більше 10 Ом.

Якщо питомий опір землі $\rho > 100$ Ом·м, то опір повторних заземлень допускається збільшувати в 0,01 ρ раз, але не більше ніж в 10 разів.

На початку і в кінці кожної магістралі ПЛІ на проводах рекомендується встановлювати затискачі для прикріплення переносного заземлення.

Для оземлювальних провідників допускається застосовувати круглу сталь діаметром не менше 6 мм.

6.6.2 Захист ПЛ вище 1 кВ від перенапруг

ПЛ 110-750 кВ з металевими, залізобетонними і дерев'яними опорами від прямих ударів блискавки слід захищати тросами по всій довжині.

Захист ПЛ 35 кВ від прямих ударів блискавки виконують тільки на підходах до підстанцій. На перехідних опорах великих переходів слід встановлювати захисні апарати – вентиляльні розрядники (РВ), обмежувачі перенапруги нелінійні (ОНН), трубчасті розрядники (РТ) та іскрові проміжки (Ш). Розмір Ш рекомендується приймати відповідно до глави 2.5 [53]. У разі збільшення кількості ізоляторів електричну міцність Ш слід скоршувати з електричною міцністю ізоляційних підвісів залежно від висоти опори.

На опорах ПЛЗ 6-35 кВ рекомендується забезпечувати захист проводів від дії дуги супровідного струму в разі грозового перефронта ізоляторів.

Захист підходів ПЛ до підстанцій слід виконувати відповідно до вимог глави 2.5 [53]. Тропаційні підвіси одиночних металевих і залізобетонних опор, а також кутових опор відрізків ПЛ з такими опорами, та інші місця з пошкодженою ізоляцією на ПЛ з дерев'яними опорами слід захищати захисними апаратами. У разі виконання захисту ПЛ тросами від грозових перенапруг необхідно керуватися такими постановками:

1) одностоякові металеві та залізобетонні опори з одним тросом повинні мати кут захисту не більше ніж 30°, а опори з двома тросами – не більше ніж 20°;

2) на металевих опорах з горизонтальним розміщенням проводів і з двома тросами кут захисту відносно зовнішніх проводів для ПЛІ

110–330 кВ повинні бути не більше ніж 20° , для ПЛ 500 кВ – не більше ніж 25° , для ПЛ 750 кВ – не більше ніж 22° .

У районах з ожеледдю 3 і більше і в районах з інтенсивним гололюванням проводів для ПЛ 110–330 кВ допускається кут захисту до 30° ;

3) на залізобетонних і дерев'яних опорах порталного типу кут захисту відносно крайніх проводів допускається не більше ніж 30° ;

4) у разі захисту ПЛ двома тросами відстань між ними на опорі повинна бути не більшою за 5-кратну відстань по вертикалі від тросів до проводів, а якщо висота підв'язу тросів на опорі більша за 30 м, відстань між тросами повинна бути не більшою за 5-кратну відстань по вертикалі між тросом і проводом на опорі, помножену на коефіцієнт, що дорівнює $\frac{5.5}{\sqrt{h}}$, де h – висота підв'язу тросів на опорі;

5) на великих переходах:

- кількість тросів повинна бути не менше двох з кутом захисту не більше ніж 20° ;

- у разі розташування переходу за межами довжини захисного п'яходу ПЛ до РП і підстанції з підвищенням захисного рівня у районах з ожеледдю 3 і більше, а також у районах з інтенсивним гололюванням проводів кут захисту допускається до 30° ;

- горизонтальне зміщення троса від центра крайньої фази повинне бути не меншим за: 1.5 м – для ПЛ 110 кВ; 2 м – для ПЛ 150 кВ; 2.5 м – для ПЛ 220 кВ; 3.5 м – для ПЛ 330 кВ і 4 м – для ПЛ 500–750 кВ.

На переходах з прогонами довжиною понад 1000 м або висотою опор вище 100 м рекомендується встановлювати захисні апарати (ПУЕ, 2.5.116).

Відстані по вертикалі між тросом і проводом ПЛ всередні прогону без врахування відхилення їх вітром за умовами захисту від грозових перенапруг повинні бути не меншими від представлених у таблиці 6.1 і не меншими від відстані по вертикалі між тросом і проводом на опорі.

Для проміжних значень довжин прогонів відстані визначають за допомогою лінійки інтерполяції.

Таблиця 6.2 – Найменші відстані між тросом і проводом всередині прогону

Довжина прогону, м	Найменша відстань між тросом і проводом по вертикалі, м	Довжина прогону, м	Найменша відстань між тросом і проводом по вертикалі, м
100	2.0	700	11.5
150	3.2	800	13.0
200	4.0	900	14.5
300	5.5	1000	16.0
400	7.0	1200	18.0
500	8.5	1500	21.0

6.7 Техналогія монтажу повітряних ліній з металевими провадами

6.7.1 Характеристика опор

На повітряних лініях напругою до 1000 В застосовуються дерев'яні опори, які оброблені розчинками антисептика, дерев'яні на залізобетонних або дерев'яних приставках і залізобетонні. Дерев'яні опори з непросоченої деревини в середньому мають термін експлуатації 4...5 років (сосна), з просоченої – 12...20 років. Їх виготовляють з колод не вище за третій сорт. Мінімально допустимий діаметр – 13 см у верхньому відрубі, а для допоміжних елементів опор – 12 см. Стійку з приставкою з'єднують болтами, ломутами або дротяними бандажками із сталевим оцинкованим дротом.

Залізобетонні опори не піддаються загинанню, термін служби їх значно більший дерев'яних. За способом ушляхнення бетону опори діляться на віброучі і центрифуговані, за станом арматури – на опори з непруженою, з частково напруженою і повністю напруженою арматурою.

Залізобетонні опори виготовляються типовими, розрахованими на підвіску п'яти проволів перетином до 50 мм і чотирьох проволів радіотрансляції. Їх виконують, як правило, однострінчними. Опори всіх

типів в значних ґрунтах закріплюють в свердлових котлованах діаметром 350...450 мм. Глибина загурення опори залежить від її типу, площин, числа укріплених на ній проводів, категорії ґрунту, а також від способу проведення земляних робіт.

Розрахунок проводів, ізоляторів і арматури ПЛ ведуть за допустимими механічними напруженнями від дії навантажень, які визначаються механічним і електричним розрахунком ПЛ.

Ізолятори. На ПЛ застосовуються одні- і багатопровідкові штирьові ізолятори (ШФН-1, ШФН-2, ШФН-3, ШФН-4, ТФ-12, ТФ-16, ТФ-20, РФ-11), РФ(Г)-12, РФ(Г)-16). Останніми роками ширше застосовуються знаходять ізолятори із загартованого скла (НС-16, НС-18). Для запобігання від корозії кріпки, штирі, металеві частини трасери кронштейнів покривають асфальтовим лаком. Кріплення проводів на штирьових ізоляторах виконують дротяними в'язками або спеціальними затискачами. В'язальний дріт повинен бути з такого ж матеріалу, що і провід ПЛ. Діаметр сталевого в'язального дроту повинен бути не менше 2...2,7 мм, алюмінієвого – 2,5...3,5 мм. Кріплення проводу до ізоляторів виконують відповідно до проектного рішення для кожної ПЛ окремо.

6.7.2 Натягування, візування і прийоми створіння прогину проводів і тросів

До початку робіт з натягування і візування проводів і тросів на ділянці монтажу ПЛ повинні бути закінчені всі роботи з розкопування, з'єднання і ремонту проводів і тросів.

У якості тягових механізмів при натягуванні проводів і тросів можуть бути використані трактори, автомобілі, лебідки. Вибір того чи іншого механізму для проведення робіт повинний робитися відповідно до реальних умов монтажу ПЛ (прохідність тросів, стискальні зусилля та ін.).

Тяговий механізм при натягуванні проводів і тросів повинен бути встановлений в анкерній опорі на відстані, не меншій подвійної висоти місця закріплення блоку на опорі.

При натягуванні проводів і тросів повинен бути встановлений нагляд за підйомом проводів і тросів у прольотах і виділенням з них предметів, що зачепилися, і бруду; за проходженням сполучних з'єднань і ремонтних муфт через розкопувальні роликки; за проїздами дорогами й іншими перешкодами, над якими натягують проводи і троси.



1 – розкошульничий ролик; 2 – каніючий монтажний затискач;
3 – провід, що монтується; 4 – талевий трос

Рисунок – 6.3 Натягування одного проводу для візування

Натягування проводів і тросів для візування може бути зроблене за одним з трьох способів:

1-й спосіб – натягування одного проводу, рисунок 6.3;

2-й спосіб – одночасне натягування двох проводів, рисунок 6.4;

3-й спосіб – одночасне натягування трьох проводів, рисунок 6.5.

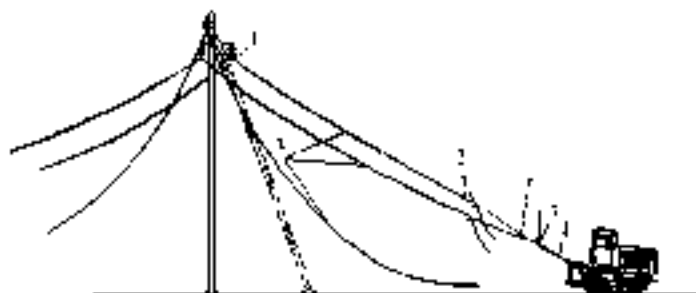
При наявності відповідних тягових механізмів рекомендується робити натягування проводів 3-м способом з використанням спеціального пристосування.

Тяговий механізм, що використовується для натягування проводів і тросів цим чи іншим способом, повинний відповідати максимальним величинам стискальних зусиль T . При монтажі за 1-м способом величина стискального зусилля відповідає T ; за 2-м способом – $2 T$; за 3-м способом – $3 T$.

Монтажний затискач у місці його установки на проводі повинний бути обмотаний один раз м'якою стрічкою товщиною 0,5–1 мм; стрічка повинна бути з того ж металу, що і провід.

Натягування і візування проводів і тросів повинні виконуватися, як правило, між анкерними чи анкерно-кутовими опорами.

Якщо місцеві умови не дозволяють зберегти напрям натягування проводів і тросів із прямим продовженням анкерного прольоту, що монтується, то натягування варто виконувати через додаткові відвідні роликки.



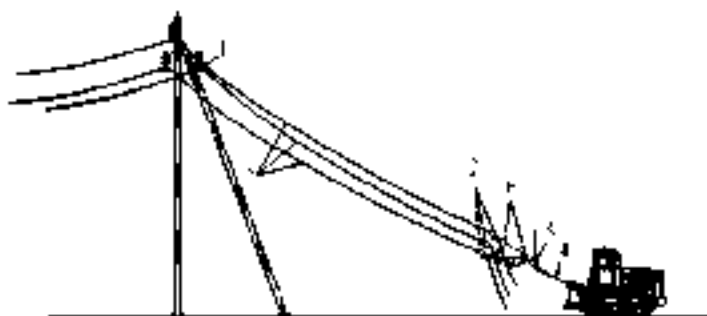
- 1 – розкошувальний ролик; 2 – клиновий монтажний затискач;
 3 – монтажний провід, 4 – тяжкальний трос, 5 – блок,
 6 – строп

Рисунок – 6.4 Натягування двох проводів через зрівняльний блок для візування

Одночасно з підготовкою до натягування проводів на проміжних опорах тих прольотів, у яких будуть візуватися стріли прогину, варто установити візирні рейки. Візування проводів і тросів в анкерних прольотах повинне виконуватись відповідно до відомості прольотів, що візується з монтажні кривий (чи таблиць) стріли прогину, наведених у проекті ПЛ.

Прийом стріли прогину при методі безпосереднього візування варто робити: при горизонтальному розташуванні проводів – на середньому проводі з навхрест розташованими стійками опори, при вертикальному розташуванні, починаючи з верхніх проводів. Прогин крайніх проводів при їхньому горизонтальному розташуванні повинен визначатися візуванням через рейки, встановлені в створі кожного проводу.

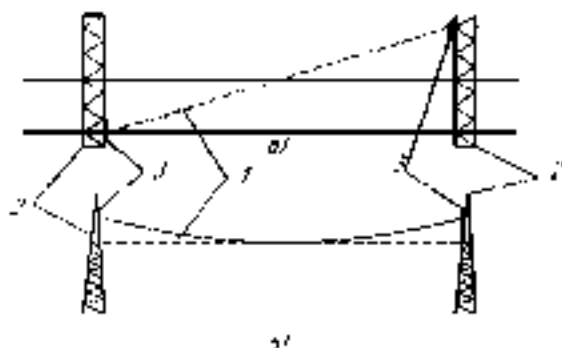
При прийомі стріли прогину проводів безпосереднім візуванням величину її визначають з урахуванням довжини підтримуючих прядів і відзначають прикріпленнями до опор рейками. З опори, що знаходиться ближче до талового механізму, прийимальник установлюють бінокль так, щоб горизонтальна вісь збіглася з укріпленою на опорі рейкою, після чого робить відлік.



- 1 – розкочувальний ролик; 2 – клиновий монтажний затискач;
 3 – монтажний провід, 4 – такелажний трос, 5 – пристосування для
 одночасного натягування трьох проводів; 6 – стропа

Рисунок 6.5 – Натягування трьох проводів через зрівняльні блоки для візування

Фактична стріла прогину проводу, тросу після закріплення натяжних циліндрів із проводами не повинна відрізнятися від проєктної більш ніж на $\pm 5\%$, а розрегулювання одного проводу, тросу стосовно іншого повинна бути не більш 10% проєктної стріли прогину.



- а – план, б – профіль; 1 – лінія візування; 2 – траверси;
 3 – рейка

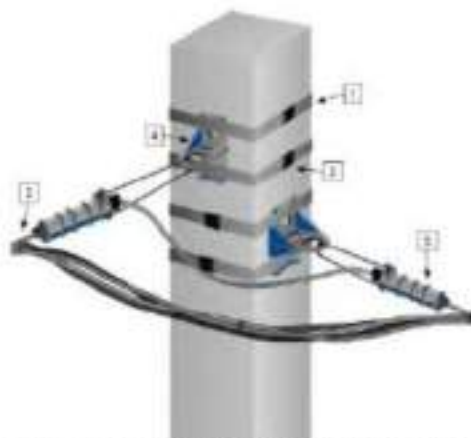
Рисунок 6.6 – Прийом стріл прогину безпосереднім візуванням

Потім, якщо натяжний затиск монтується на землі, провід опускається на землю. Відмітка, зроблена на проводі, повинна збігатися зі схилом, опущеним від місця кріплення натяжної гірлянди на траверсі опори.

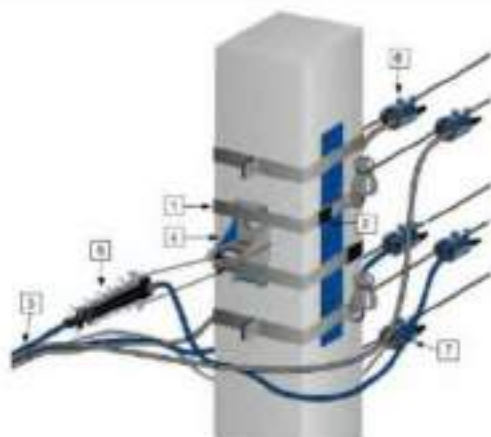
6.7.3 Кріплення проводів і тросів на опорах анкерного типу

По закінченні робіт з візування проводів і тросів варто приступити до закріплення їх на опорах анкерного типу. Проводи на опорах ПЛ зі штирьовими ізоляторами після звільнення їх з розкочувальних роликів варто кріпити до шийки ізолятора із застосуванням півшкворних затискачів (рисунок 6.7).

Тип кріплення проводів на штирьових ізоляторах (подвійне чи одинарне кріплення) визначається умовами траси ПЛ (населена чи ненаселена місцевість, перетинання зі спорудженнями та ін.) і розрахунковим тяжінням по проводах. Тип кріплення проводів повинний бути зазначений у проекті ПЛ.



а – подвійне кріплення на анкерній і кінцевій опорі



б – одинарне кріплення на кутовій опорі



в – подвійне кріплення на кінцевій опорі

1 – монтажна смуга; 2 – затискачі для кріплення смуги; 3 – кабельний ремізок; 4 – кронштейн; 5 – анкерний затискач; 6,7 – затискачі для приєднання СПІ до неізольованих проводів

Рисунок 6.7 – Анкерне кріплення проводів на опорах ПШ

6.7.4 Кріплення проводів і тросів на проміжних опорах

Перекладання проводів на проміжних опорах з розкочувальних роликів у підтримувальні роликів гирлянд чи ізоляторів на штирьові ізолятори повинне здійснюватися після остаточного закріплення проводів на опорах анкерного типу, що обмежують ділянку монтажу ПЛ.

Перекладання проводів і тросів треба робити, як правило, без опускання їх на землю. Перекладання тросів повинне робитися бригадою монтажників одночасно з перекладанням проводів. Перекладання проводів треба робити з гідропідйомників і телескопічних вишок.

Перекладання проводів з розгортальних роликів на штирьові ізолятори ПЛ може здійснюватися монтером безпосередньо з опори. Скидати розкочувальний ролик з опори після перекладання проводу забороняється.

Для захисту від механічних ушкоджень та зовнішнього пориву алюмінієвого або сталюалюмінієвого проводу, який монтується в підтримувальних затисках, провід варто обмотати алюмінієвою стрічкою 1×10 мм, при цьому обмотка повинна виступати з обох торців затиску на відстань не менше 10–15 мм. Допускається застосовувати алюмінієву стрічку товщиною менше 1 мм (до 0,5 мм) за умови обмотки проводу в два шари.

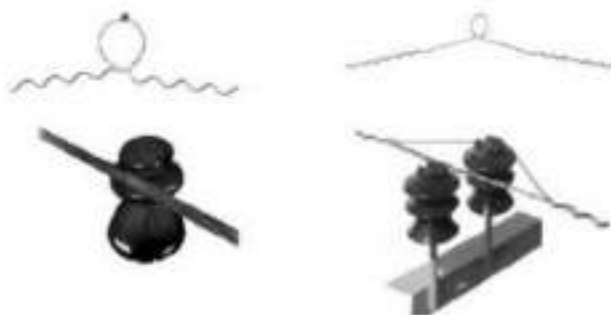
Замість алюмінієвої стрічки можуть бути застосовані алюмінієві прокладки товщиною не менше 1 мм. Обмотування проводу стрічкою повинне робитися без зазорів між окремими витками; витки повинні щільно прилягати по всій окружності проводу.

При перекладці проводів на проміжні опори ПЛ зі штирьовими ізоляторами проводи повинні кріпитися до ізоляторів дротовим в'язанням (рисунк 6.8а). При цьому може застосовуватися як головне (рисунк 6.8 а), так і бічне (рисунк 6.8 б) закріплення проводів.

Після перекладання проводів з розгортальних роликів у затиски чи на ізолятори необхідно перевірити вертикальність гирлянд, затягування натяжних болтів у підтримувальних затисках, правильність виконання дротового в'язання й устанівки пляшкових затисків.

6.7.5 Розробка технологічної карти монтажу проводів ПЛ

На підставі рекомендації нормативних документів, монтаж ПЛ виконують у два етапи: організація виробництва; виконання технологічних операцій



а – бічне кріплення проводів;



б – головне кріплення проводів

Рисунок 6.8 – Кріплення проводів на штирьових ізоляторах проміжних опор ШЛ

Для виконання електромонтажних робіт створюється бригада у кількості п'яти робітників. Перед виконанням робіт всі вони ознайомлюються з правилами техніки безпеки, особливими умовами праці та засобами захисту.

Після проведення інструктажів, отримання засобів захисту, інструментів та інвентарю бригада переміщується на об'єкт виконання робіт.

Відповідно до розробленої технологічної карти монтажу ШЛ виконуються: допуск до роботи; розкочування проводу; підйом проводів на опори; натягування проводу; кріплення проводу на опори; закінчення роботи.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть основні вимоги до монтажу повітряних ліній.
2. Дайте визначення повітряної лінії.
3. Перерахуйте класифікацію ліній за призначенням, за класом напруги.
4. Назвіть основні конструктивні елементи ПЛІ.
5. Назвіть основні типи і конструкції опор.
6. Перерахуйте основні вимоги щодо габаритів, пересічення і зближення ПЛІ з інженерними спорудами.
7. Назвіть основні правила улаштування повітряних ліній електропередач із самонесучими ізолюваними проводами.
8. Назвіть послідовність основних операцій з технології монтажу ПЛІ.
9. Як виконуються повторні та захисні заземлення, монтаж розземлень?
10. Яким чином виконується натяг, візування і прийом стріп прогину проводів і тростів?
11. Назвіть основні попереджувальні плакати на ПЛІ.
12. Які позначення накладає на опори ПЛІ?
13. Як виконується монтаж пристроїв захисту ліній від атмосферних перенапруг?
14. Яким чином виконується анкерне кріплення проводів на опорах ПЛІ?

РОЗДІЛ 7

МОНТАЖ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

7.1 Визначення кабельної лінії (КЛ). Області використання

Кабельною лінією називається електрична лінія, яка виходить із межі електростанції чи підстанції, призначена для передавання електричної енергії на відстань. Вона складається з одного або декількох паралельних кабелів з тандемними, стійкими або кінцевими муфтами та деталями кріплення [28,53].

Відповідно до ДСТУ 34 65-96 кабелем називають виріб, який складається з однієї або більш ізованих жил, які вміщені в герметичну оболонку, зверху якої може бути броня або захисний покрив.

Область використання. Кабелі використовують для конвілізації електроенергії. Вони розподіляються на *контрольні та силові*.

Силові кабелі призначені для передавання і розподілу електричної енергії.

Контрольні кабелі призначені для передавання електричних сигналів управління, зв'язку та сигналізації.

Основними елементами всіх кабелів є струмопровідні жили, ізоляція, скрутка, оболонка і зовнішні захисні покриття. Жилою кабелю називають один або кілька скручених проводів. Струмопровідні жили виготовляють переважно з алюмінію, рідше з міді. Залежно від їх кількості силові кабелі розділяють на одно-, дво-, три- і чотирижильні. Струмопровідні жили кабелів виготовляють круглими, секторними або сегментними з одного або декількох проводів. Окремі проводи жили скручені. Якщо кабель має четверту жилу трикутної форми, то вона розміщується в центрі кабелю.

Ізоляція забезпечує електричну міцність жил і кабелю в цілому. Кабелі, призначені для вертикального прокладання, мають збільшену просочену ізоляцію або не стікучу масу.

7.2 Підготовчі роботи

Для підготовки проекту проведення робіт повинна бути вивчена проектна документація [6,7,8,9,67]:

- відкоригований проект КЛ;

- креслення профілю КЛ у місцях пересічення з дорогами та іншими комунікаціями для КЛ напругою 35 кВ і для особливо складних трас КЛ напругою 6–10 кВ.

- плани трас з прив'язкою КЛ до споруд, з позначенням пересічення інженерних комунікацій і показанням глибини їх закладання;

- повздовжній профіль пересічення КЛ інженерних комунікацій із встановленням способу захисту кабелів від різноманітних впливів (механічних, хімічних);

- кабельний журнал, специфікація на кабелі, муфти та матеріали;

- матеріали узгодження траси КЛ із організаціями енергопостачання.

7.3 Вибір трас ліній

Проектування і прокладення кабельних ліній виконують на підставі техніко-економічних розрахунків. Трасу лінії вибирають з урахуванням найменшої витрати кабелів, уникаючи по можливості шляхи з агресивними середовищами, які мають хімічні речовини, що руйнують сталеву броню оболонки кабелів. Найменша відстань між кабелями і нафто- або газопроводом – не менше 0,5 м.

При розміщенні кабелів слід по можливості уникати перехрещувань їх одного з одним та інженерними спорудами. У складних кабельні лінії потрібно, як правило, прокладати під тротуарами по дворах, а не по проїжджій частині.

Велику небезпеку для кабелів становить додаткове нагрівання їх трубопроводами. Траси кабельних ліній повинні бути віддалені від них. У місцях зближення їх з теплопроводами слід вживати спеціальних заходів щодо захисту кабелів від перегрівання.

При пересіченні кабельних ліній між собою і кабелями зв'язку необхідно, щоб останні були вище силових, а силові кабелі вищої напруги слід прокладати під кабелями нижчої напруги. Між ними повинен бути прошарок землі товщиною не менше 500 мм. Поблизу електрифікованих доріг оболонки кабелів руйнують блукаючі струмки, тому траси з кабелями в металевих оболонках не повинні проходити біля них. При пересіченні залізничних шляхів і шосейних доріг кабелі прокладають в тунелях, блоках або трубах по всій ширині зони відчуження на відстані не менше 1 м від полотна доріг і не менше 0,5 м від дна водозонної кляви.

Тільки суворе дотримання встановлених правил прокладки кабелів може бути гарантією надійності роботи кабельних ліній.

7.4 Монтаж кабелів, кабельних муфт та воронок

КД прокладають безпосередньо в землі, у воді – через водойми і ріки, у повітрі – в кабельних конструкціях і виробничих приміщеннях: на потках, хорях, тротуар, встановках; підземних спорудах, тунелях, каналях, блоках, трубах та підземних залізобетонних конструкціях, потках, колекторах

7.4.1 Монтаж в траншеях

У сільській місцевості прокладання кабелів у траншеях є найекономішнім за капітальними витратами і витратами кольорового металу. При цьому рекомендується в одній траншеї прокладати не більше шести кабелів і відстань між ними по можливості збільшувати до 200–300 мм.

Кабельні лінії прокладають так, щоб у процесі монтажу й експлуатації виключити можливість виникнення в них небезпечних механічних напружень і пошкоджень. Кабелі необхідно укладати з запасом 1–3% по довжині (змійкою), достатнім для компенсації можливих зусів прунту і температурних деформацій. Круглість допустимого радіуса вигину до зовнішнього діаметра кабелю залежить від марки: багатожильні кабелі з паперовою просоченою ізоляцією – 30; з гумовою п'ястмасовою ізоляцією і броньованою оболонкою – 10 і з непросоченою – 6. Траншеї для прокладання кабельних ліній безпосередньо в землі повинні мати підстилку, зверху кабелі слід засипати дрібною землею без камення. Глибина траншеї повинна становити 800 мм, щоб забезпечити укладання кабелю на глибину 700 мм. Допускається зменшення глибини закладання до 500 мм на ділянках довжиною до 5 м при вводі лінії в приміщення, а також у місцях їх пересічення з підземними спорудами при умові захисту кабелів від механічних ушкоджень. Ширина дна траншеї повинна бути не менше 350 мм при прокладці одного–двох кабелів, в відстань між ними – не менше 100 мм. При прокладці трьох–чотирьох – ширина дна траншеї – 600 мм, при збільшенні кількості кабелів ширину дна траншеї збільшують на 200 мм на кожний кабель.

Кабель напругою до 10 кВкладають на перехрещенні вулиць – глибиною 1 м при паралельній прокладці декількох кабелів в одній

траншеї відстань між ними по горизонталі складає 100 мм для кабелів до 10 кВ, така ж – між ними і контрольними кабелями; відстань між контрольними кабелями не нормується. При прокладці кабелів біля будинків мінімальна відстань повинна бути 0,6 м. Відстань у створі від КЛ до заземлених частин і заземлювачів опору ПЛ 1 кВ повинна бути не менше 5 м. Кабелі при напрузі вище 35 кВ повинні бути захищені від механічних ушкоджень плитами або цеглою в один шар поперек траси кабелю.

7.4.2 Монтаж кабельних ліній у виробничих приміщеннях

КЛ повинні бути доступні для огляду і ремонту, захищені від можливих механічних пошкоджень, віддалені від нагрівальних поверхонь.

Проходи для людей можна пересікати кабельними лініями на висоті не менше 1,8 м від підлоги. Всі габарити і розміри по прокладці кабелів вказуються ПУЕ-86. В підлозі або в стелі кабелі дозволяється прокладати тільки в каналах або трубах. Труби повинні мати внутрішній діаметр не менше 1,5-кратного зовнішнього діаметра кабелів. Проходи кабелів через стіни, перегородки і перекриття з дерева або інших горючих матеріалів повинні бути виконані в трубах діаметром не менше 100 мм. Кабелі, що прокладаються всередині приміщень, не повинні мати зовнішніх захисних покриттів із горючих волокнистих речовин. Їх слід міцно закріплювати спеціальними затискачами. Відстань між сусідніми кріпленнями повинна бути при горизонтальній прокладці 0,8–1 м і до 2 м при вертикальній прокладці.

Забороняється:

- закривати кабелі наглуздо у підлогу або перекриття;
- відкрито прокладати кабелі по сходових клітках;
- засипати силові кабелі в каналах піском.

Всі з'єднання і відгалуження кабелів виконують у чавунних і споксидних муфтах, які захищають кабель від вологи і механічних ушкоджень. Кабелі приєднують до затискачів споживача муфтами і оплакуваннями. Кабельні муфти повинні забезпечувати у місці з'єднання електричну міцність не менше міцності кабелю у суцільному місці, необхідну механічну міцність на розтягування, герметичність.

7.2.3 Маркування кабельних ліній

Кожна КЛ повинна мати паспорт з документацією, диспетчерський номер та назву. Відкрито прокладені кабелі, а також усі кабельні муфти повинні мати бирки з позначеннями. На кінці в на початку ліній на бирках повинні бути вказані марка кабеля, напруга, переріз, номери або найменування ліній; на бирках з'єднувальних муфт – номер муфти, дата монтажу. Бирки повинні бути стійкими до впливу навколишнього середовища. Бирки потрібно закріплювати по всій довжині КЛ через вузли 50 м на відкрито прокладених кабелях, а також на поворотах траси і в місцях проходження кабелів через вогнестійкі перегородки й перекриття (з обох боків). Трасу кабельних ліній, прокладену по орних землях і незабудованій місцевості, позначають покажчиками, установленими на відстані не менше 500 метрів один від одного, а також у місцях зміни напрямку траси.

7.3 Використання безнатрієвих технологій

7.3.1 Загальні відомості

Провідними електротехнічними компаніями [23] розроблені технологія холодної усадки у 1968 році. Більш 25 років наукових досліджень і застосування технологій холодної усадки дозволяють використовувати кремнійорганічні матеріали з використанням варіації силіконів, що дозволяє отримувати матеріали із заданими спектральними властивостями. У різних державах світу встановлено більше 10 мільйонів виробів, які використовують технологію холодної усадки. Це підтверджує безпильовість та наявність виробів такої технології, яка сертифікована згідно зі стандартом ISO 9002.

Основними видами розроблених виробів є:

- муфти для з'єднання кабелів, які працюють під напругою 10–15 кВ QS1000 і під напругою 20–30 кВ QS2000,
- муфти для кінцевого закладення кабелів, які працюють в діапазоні напруг 6–46 кВ,
- ізолюючі і герметизуючі муфти для низьковольтних кабелів;
- кабелі із паперовою ізоляцією;



Рисунок 7.1 – Ескіз системи з'єднувальних муфт



Рисунок 7.2 – Ескіз муфти кінцевого закінчення кабелів



Рисунок 7.3 – Ескіз термоусаджувального манжета HDCW

Застосування даних технологій дає можливість підвищити надійність роботи обладнання за рахунок нових композиційних матеріалів, спростити монтажні роботи і відповідно підвищити культуру роботи ремонтно-обслуговуючого персоналу.

7.5.2 Муфта холодної усадки Quick Splice 1000

Призначена для з'єднання кабелів. Складається із монтажного комплексу сполучних муфт ZM QS 1000 типу 92-AG6X1-1 і включає суцільнолітну сполучну муфту (муфту холодної усадки) з багатшаровою синтетичною кремнійорганікою, розпорного корду, який віділяється, компоненти непланового вузла заземлення і матеріалу для відновлення оболонки кабелю. Муфти випускаються в трьох основних модифікаціях і призначені для з'єднання одножильних силових кабелів з перетином 70...400 мм², що мають тверду діелектричну ізоляцію і розраховані на напругу 6...10 кВ. Якість і надійність муфт гарантується поштучним технічним контролем на виробництві. В цілях більшої зручності, суцільнолітну кремнійорганічну муфту, що поставляється, розпорас спіралеподібний поліетиленовий корд, який відділяється під час установки (рисунк 7.4). При цьому з'єднанні усаджується і щільно обжимає кабель, який зрощується. Тією з'єднанням значно ослабляє напруженість електромагнітного поля, відновлює щільність ізоляції і екранування (напівпровідний екран) силових розподільної мережі (рисунк 7.5).

Сполучна муфта складається із основних компонентів:

- ізоляційний шар складається з матеріалу з високою діелектричною проникністю, забезпечує необхідний розподіл напруженості електричного поля і повністю відновлює характеристики власної ізоляції кабелю по всій довжині з'єднання;

- внутрішній напівпровідний електрод охоплює струмопровідну жилу, виключаючи необхідність застосування стрічки або додаткових металевих електродів;

- зовнішній напівпровідний шар муфти приймає форму ізоляції і замінює собою електромагнітний екран

Інші компоненти монтажного комплексу включають:

- пружинні кільця і металевий екран, який відновлює щільність металевого екрана кабелю, утворюючи неплановий вузол заземлення. Основне призначення цих металевих деталей полягає в тому, щоб встановити якісний контакт із землею і тим самим забезпечити надійний захист кабелю від пробую;

- стрічка, оброблена мастикою, підвищує вологонепроникність муфти, що особливо важливо при з'єднанні кабелів на лініях підземної прокладки;

- спеціальні пластикові (PST) трубки призначені для відновлення оболонки кабелю методом холодної усадки. Масивні стінки трубки запобігають проникненню в муфту вологи і рідин, здатних викликати корозію заземлювальних елементів.

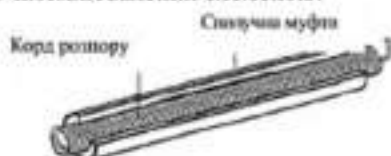


Рисунок 7.4 – Ескіз кремнійорганічної муфти



Рисунок 7.5 – Ескіз з'єднувальної муфти

Асортимент муфт включає дві серії основних і дві серії додаткових монтажних комплектів, призначених, відповідно, для з'єднання трижильних кабелів різних типів в пластмасовій ізоляції і виконання переходів на одножильні кабелі, також в пластмасовій ізоляції.

92-AG6X0-3: Сполучні муфти для трижильних кабелів в пластмасовій ізоляції з індивідуальними мідними екранами для кожної жили.

92-AG6X1-3: Сполучні муфти для трижильних кабелів в пластмасовій ізоляції із загальним мідним екраном.

92-PG6X0-3: Додаткові комплекти для виконання переходів від трижильних кабелів в пластмасовій ізоляції із загальним мідним екраном по трьох одножильних кабелях.

92-PG6X1-3: Додаткові комплекти для виконання переходів від трижильних кабелів в шістьмишовій ізоляції з індивідуальними мідними екранами по трьох одножильних кабелях.

Основні характеристики монтажних комплектів наступні:

1. Універсальна суцільнолитна конструкція гільзи забезпечує можливість установки муфти на кабелях різного розміру і типу.

2. Сумісність з кабельними з'єднувачами всіх стандартних моделей.

3. Абсолютна вологонепроникність та рахунок високої щільності прилягання гільзи до кабелів.

4. Широкий діапазон робочих температур.

5. Непаяний вузол заземлення.

6. Компактність муфти дає можливість проводити з'єднання в обмеженому просторі і вогкодоступних місцях.

7. Поштовхуваний технічний контроль на виробництві.

Технологія хвиляної усадки забезпечує швидкість і простоту установки муфти без застосування спеціальних інструментів.

Таблиця 7.1 – Сполучні муфти для одножильних кабелів QS1000

Модель QS 1000	Розміри кабелів				Розміри гільзи	
	Зовнішній діаметр по оболонці, мм	Зовнішній діаметр по ізоляції, мм	Перетин жил, мм ²		Зовнішній діаметр, мм	Довжина, мм
			6...10 кВ	8.7...17.5кВ		
92-AG611-1	39	17.7-26.0	70-150	50-150	14.2-28.0	135
92-AG621-1	46	22.3-33.2	185-240	150-240	18.0-33.2	145
92-AG631-1	56	28.4-42.0	300-400	300-400	23.3-42.0	220

Муфти QS 1000 призначені для з'єднання силових кабелів середнього класу напруги, що має тверду ізоляцію жил (поліетилен, шланг поліетилен та інші), екрани з металеві фольги або дроту і

пластикову оболонку. Муфти QS 1000 можуть застосовуватися для'єднання на підвісних лініях, в кабельних тунелях, а також на силових лініях підземної прокладки.

7.3.3 Муфти серії QT II

Муфти для кінцевого закладення мають монолітну конструкцію, в якій передбачені трубки рефракції для вирівнювання напруженості електромагнітного поля.

Муфта виготовлена із спеціального кремнійорганичного матеріалу, що додає їй особливо високу стійкість до ультрафіолетового випромінювання, тріщин і ерозії. Ефективність і надійність муфт холодної усадки підтверджуються більш ніж 20-річним досвідом їхньої успішної експлуатації в широкому діапазоні технічних і кліматичних умов.

Технологія монтажу муфт серії QT II.

1. Видалити зовнішній напівпровідний екран, кабель з екструдованим напівпровідним екраном, залишаючи 50 мм перед зрізом по оболонці.

2. Видалити ізоляцію з кабелю з напівпровідними стрічками і графітовим шаром, залишаючи 30 мм по поверхні стрічок, залишаючи 40 мм по поверхні графітового шару перед зрізом по оболонці кабелю.

3. Накласти один прошарок Scotch®13 з 50% перекриттям, починаючи із поверхні стрічок до поверхні ізоляції і один шар у зворотному напрямі.

4. Видалити ізоляцію по жилі на довжині $B + 5$ мм.

5. Надіти наконечник на жилу і опресувати. Ретельно зачистити поверхню наконечника, прибравши гострі краї, переконатися у відсутності металеві стружки.

6. Обмотати наконечник стрічкою Scotch™ 70, накладуючи її по всій довжині з середнім натягненням.

7. Нанести силіконовий гель на зріз по зовнішньому напівпровідному екрану і на ізоляції по жилі на відстані 40 мм від напівпровідного екрану.

8. Насунути елемент QTII на оброблений кабель. Видалити спіропетлеподібний корд за допомогою витягування, розкручуючи його в напрямі проти годинникової стрілки. Усядуку проводить від пружинного кільця.

9. Сплести прокладкою екран і приєднати наконечник.

Таблиця 7.2 – Номенклатура кабельної арматури для силових кабелів із щитого поліетилену

Артикул	Опис	Розміри
QTH 92-EB 62-1	Комплект винцевої муфти внутрішньої установки	1 × 50–150 мм ²
QS1000 92-AG611-1	Комплект сполучної муфти	1 × 70–150 мм ²
QS1000 92-AG621-1	Комплект сполучної муфти	1 × 185–240 мм ²
Перехідні муфти для з'єднання трижильних кабелів з маслопророщеною напоровою ізоляцією з трьома кабелями із СІП-ізоляцією 10кВ		
QS1000T92 FG 615-3	Комплект перехідної муфти	3 × 50–150мм ²
QS1000T92 FG 625-3	Комплект перехідної муфти	3 × 185–240мм ²

До складу комплекту входять всі необхідні матеріали для монтажу трьох фаз, за винятком наконечників. Монтаж виконується без застосування вогню. Кінцеві муфти застосовуються при холодній усадці для зовнішньої установки 10 кВ.

Порівняльні характеристики технології холодної усадки і традиційних методів кінцевого закладення силових кабелів наведено у таблиці 7.3.

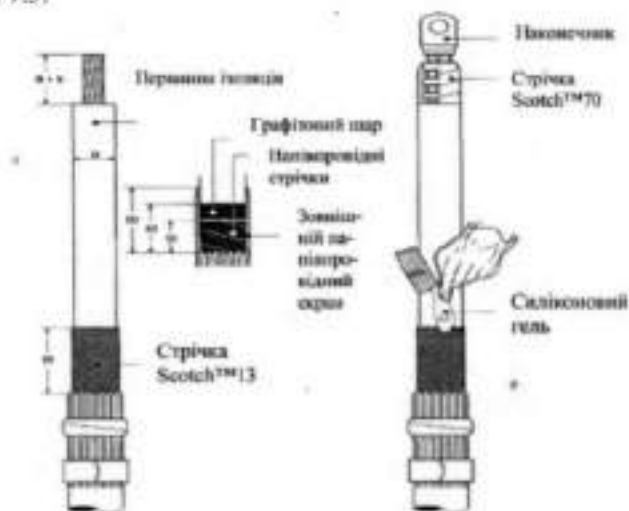


Рисунок 7.6 – Монтаж кабельної муфти, перший етап

7.5.4 З'єднувальна муфта 92-AC611-1

Складається з холодозахисного кобуха і використовується для одностороннього з'єднання кабелів з полімерною ізоляцією з дротяним екраном 6/10 кВ згідно з IEC 60502.

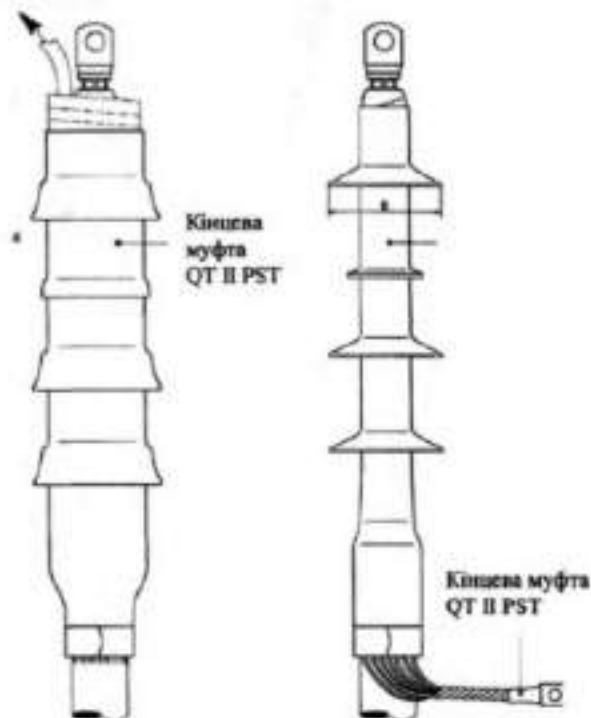


Рисунок 7.7 – Монтаж кабельної муфти, другий етап

Технологія монтажу кабельної муфти:

1. Видалити оболонку кабеля згідно з розміром А.
2. Відігнути дроти екрана назад уздовж оболонки кабеля, відрізати їх на відстані 40 мм від зрізу по оболонці і закріпити обрізані кінці двома витками стрічки Scotch™ 13, як показано на рисунку 7.8.



- 1 – оболонка кабелю, 2 – стрічка Scotch™ 13; 3 – дров'яний екран;
4 – зовнішній напівпровідний шар

Рисунок 7.8 – Монтаж кабельної муфти, перший етап

Видалити паперові стрічки до зрізу по оболонці кабелю. Видалити напівпровідний екран з кінця кабелю, залишаючи 40 мм до зрізу по оболонці.

Видалити первинну ізоляцію по струмопровідній жилі на відстані 1/2 довжини гільзи + 5 мм.

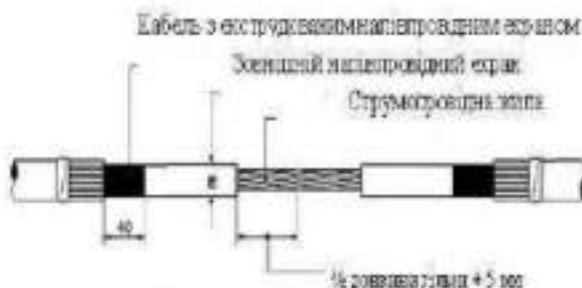


Рисунок 7.9 – Монтаж кабельної муфти, другий етап

Видалити напівпровідні стрічки з кінця кабелю, залишаючи 20 мм до зрізу по оболонці. Видалити графітовий шар з кінця кабелю, залишаючи 30 мм до зрізу по оболонці.

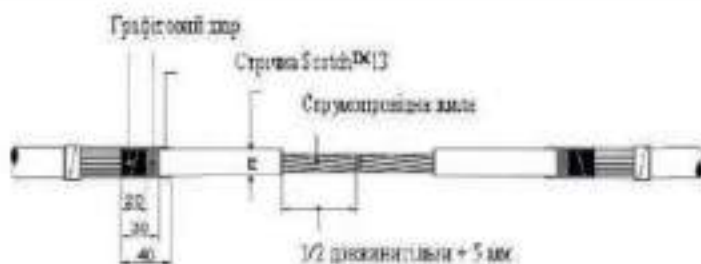


Рисунок 7.10 – Монтаж кабельної муфти, етап третій

Накласти один шар стрічки Scotch™ 13 з 50% перекриттям, починаючи з напівпровідних стрічок до первинної ізоляції і один шар у зворотному напрямі. Видалити первинну ізоляцію на довжину $1/2$ довжини гільзи + 5 мм.

Насунути чулку, що екранує, з лудженої мідної сітки на місце з'єднання і зафіксувати її за допомогою пружинних кілець на металевому екрані кабелю. Обрізати надлишки мідної сітки. Обмотати пружинні кільця двома шарами стрічки Scotch™ 13 з 50% перекриттям. Накласти стрічку Scotch™ 2228 поверх стрічки Scotch® 13, оболонки кабелю і лудженої мідної сітки. Забезпечити мінімальний діаметр поверх стрічки Scotch™ 2228.



Рисунок 7.11 – Монтаж кабельної муфти, етап четвертий

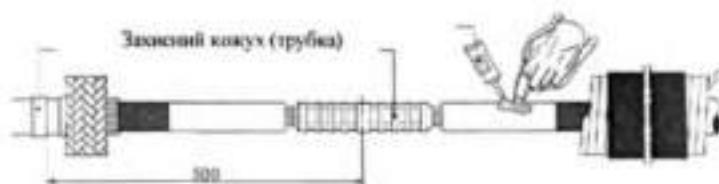


Рисунок 7.12 – Монтаж кабельної муфти, етап п'ятий

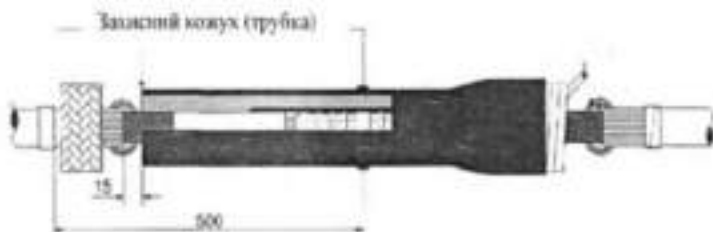


Рисунок 7.13 – Монтаж кабельної муфти, етап шостий

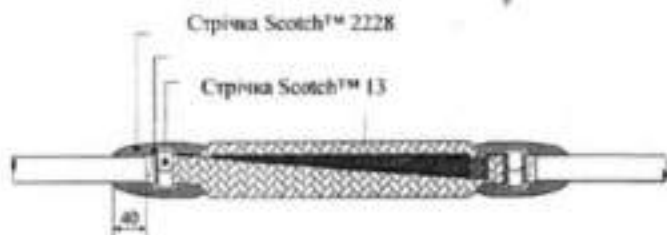


Рисунок 7.14 – Монтаж кабельної муфти, етап сьомий



Рисунок 7.15 – Монтаж кабельної муфти, етап восьмий

Насунути захисний кожух поверх з'єднання на позицію "С" і видалити розпіраючий спіралеподібний корд. При цьому захисний кожух починає усаджуватися від позиції "С" по всій довжині області з'єднання. На цьому монтаж муфти завершений.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть загальні вимоги до монтажу кабельних ліній.
2. Яка існує класифікація кабелів за призначенням та напругою?
3. Назвіть основні конструктивні елементи конструкцій силових кабелів з паперовою, пластмасовою, полівінілхлоридною та гумовою ізоляцією.
4. Які існують технології монтажу кабельних ліній?
5. Назвіть підготовчі роботи для проведення електромонтажних робіт з монтажу кабельних ліній.
6. Назвіть послідовність технології риття траншей.
7. Перерахуйте основні операції з технології розкочування кабелів.
8. Яка існує технологія укладки кабелів?
9. Яким чином виконується маркування кабелів?
10. Назвіть технологічні операції монтажу кабельних муфт.
11. Назвіть основні види розроблених видів безнагрівних технологій.
12. Перерахуйте основні етапи монтажу кабельних ліній з використанням безнагрівної технології.

РОЗДІЛ 8

МОНТАЖ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ

8.1 Основна характеристика трансформаторних підстанцій

Трансформаторною підстанцією (ТП) називається електроустановка, яка призначені для прийняття, перетворення і розподілу електричної енергії і складається із силових трансформаторів, розподільних пристроїв, пристроїв керування, релеїної захисту і автоматики, а також допоміжних споруд.

За конструктивним виконанням підстанції бувають:

- відкриті, обладнання яких встановлюється на відкритому повітрі. До них належать відкриті розподільні пристрої (ВРП) та трансформаторні підстанції;

- закриті, що розміщуються у будівлях різної конструкції.

До них належать:

- а) трансформаторні підстанції і закриті розподільні установки (ЗКРУ) стаціонарного типу з монтажем обладнання на місці установки;

- б) трансформаторні підстанції і ЗКРУ збірного типу, окремі вузли і деталі яких виконують на заводі-виробнику, але збирають у промисловій установці;

- в) комплектні трансформаторні підстанції (КТП). КТП призначені для електропостачання сільськогосподарських споживачів, окремих населених пунктів і невеликих промислових об'єктів.

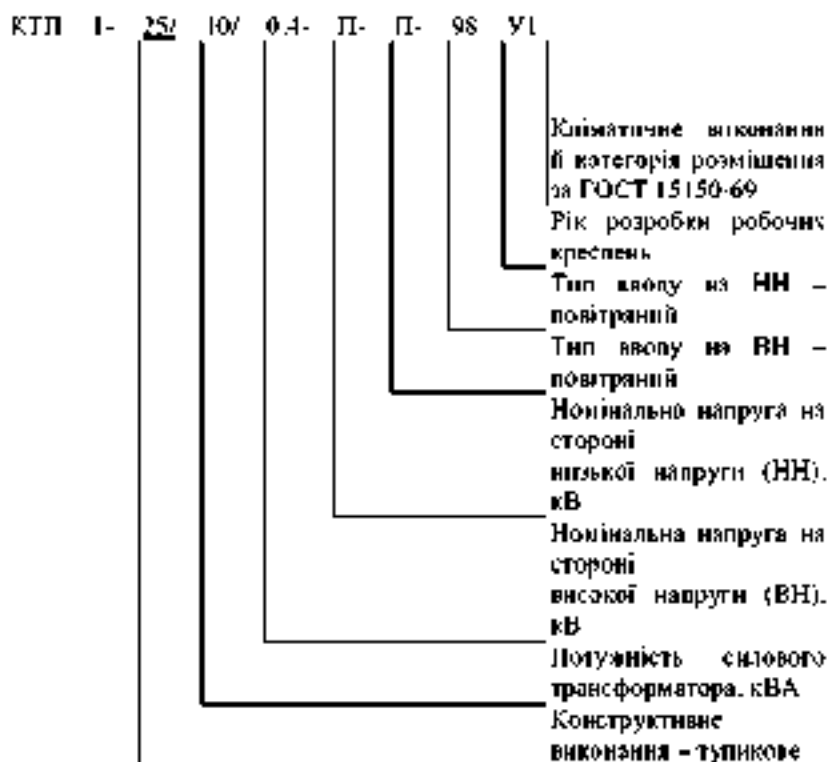
Комплектна трансформаторна підстанція – підстанція, складена з шаф чи блоків з вмонтованими в них трансформатором та іншим обладнанням розподільної установки, яку постачають складеною чи підготовленою до монтажу

КТП, що встановлюються у закритих приміщеннях, належать до внутрішніх установок, а ті, що встановлюються на відкритому повітрі, – до зовнішніх установок

Комплектна розподільна установка (КРУ) – електричне розподільне устаткування, укомплектоване з шаф чи блоків з вмонтованим у них обладнанням, пристроями керування, контролю, захисту, автоматики і сигналізації, яку постачають складеною чи підготовленою до монтажу для внутрішнього або зовнішнього встановлення.

Мачтові або стовпові підстанції – це відкриті підстанції, обладнання яких встановлено на конструкціях або опорях ліній електропередач на висоті, яка не потребує огороження підстанцій.

Структура умовного позначення типових кодів КТП.



8.1.1 Класифікація виконань та основні технічні дані КТП

Класифікація виконань та основні технічні дані КТП, які встановлюються на території населеного пункту, наведені у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Основні ознаки класифікації КТП

Ознаки класифікації КТП	Виконання
1 За типом силового трансформатора	З масляним трансформатором
2 За способом виконання нейтралі трансформатора на стороні НН	З глухозв'язаною нейтраллю
3 За взаємним розташуванням виробів	Однорядне
4 За кількістю застосованих силових трансформаторів	З одним трансформатором
5 За виконанням високовольтного уведення	Повітряне
6 За виконанням виводів ліній, що відходять, 0,4 кВ	Повітряне
7 Ступінь захисту за ГОСТ 14254-96 - шафи пристрою з боку вищої напруги (ПВН) із силовим трансформатором; - розподільного пристрою з боку нижчої напруги (РПНН) і шафи УВН із комутаційними апаратами вводу.	IP23 (P43)
8 За способом установки автоматичних вимикачів	Зі стаціонарними вимикачами
9 За наявністю коридору обслуговування в пристроях вищої напруги (ПВН) і розподільному пристрою нижчої напруги (РПНН)	Без коридору обслуговування
10 Вид керування	Місцеве
11 Схема на стороні ВН	Тулнкова

Таблиця 8.2 – Основні параметри КТП

Найменування параметру	Значення параметра	
	1	3
1 Потужність силового трансформатора, кВА	100	160
2 Номінальна напруга з боку вищої напруги, кВ	10	10

Продовження таблиці 8.2

1	2	3
3 Номінальна напруга з боку нижчої напруги, кВ	0,4	0,4
4 Номінальна частота, Гц	50	50
5 Номінальний струм плавких вставок високовольтних запобіжників, А напругою 10 кВ	16	31,5
6 Номінальний струм вторинної обмотки трансформатора, А	140	231
7 Число ліній, що відходять, нижчої напруги, шт.	4	4
8 Номінальний струм відхідних ліній нижчої напруги, А	160	235
9 Номінальний струм вуличного освітлення, А	40	63

8.2 Монтаж комплектної трансформаторної підстанції

8.2.1 Конструкція та робота комплектної трансформаторної підстанції

Конструкція КТП із тупиковою схемою з боку ВН КТП складається із блоку ПВН і шафи РПНН, які встановлені на одній рамі й з'єднані між собою болтами [17,18,52] (рисунк 8.1).

Блок ПВН складається із шафи силового трансформатора й струмопроводу. Струмопровід встановлюється на добу шафи силового трансформатора. Шафа РПНН – це шафа з апаратами підключення відхідних ліній.

Конструкція складових частин КТП виконана зі сталевих корпусів й обшивки, що забезпечують їхню механічну міцність, захист від дії кліматичних факторів елементів електромотажу й об'єднаннят апаратів з обліком їхнього кліматичного виконання й категорії розміщення, а також виконана по безпечному обслуговуванню й експлуатації.

При роботі КТП забезпечується прийом електроенергії високої напруги 10 кВ, перетворення її на 0,4 кВ і розподіл по лініях, які відходять. Крім ліній, які відходять, споживачів виробничого призначення в КТП передбачені лінії зовнішнього освітлення та лінії нульового проведення.

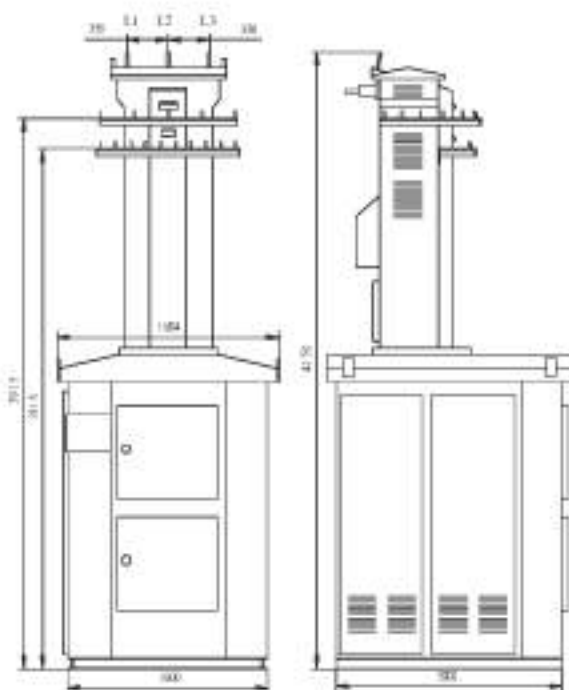


Рисунок 8.1 – Зовнішній вид трансформаторної підстанції

Конструкція КТП забезпечує виконання виводів повітряних ліній, які відходять 0,4 кВ (до п'яти ліній) на номінальні струми до 250 А.

Блок ПВН КТП із тупиковою схемою на стороні ВН призначений для підключення силового трансформатора до ПЛІ 10 кВ. Струмопровід блоку ПВН забезпечує задані відстані – 4,5 м до необгороджених повітряних ввідів ВН і 4,0 м до необгороджених повітряних виводів НН від землі при установці КТП.

Струмопровід (поз. 18, рисунок 8.2) складається з кожуха, прийомних пристроїв ПЛІ і ліній, які відходять, НН. Приймний пристрій ПЛІ складається із трьох сталевих штирів (поз. 15), приварених до даху кожуха під кутом, що забезпечує утримання проводів спуску ПЛІ. На них встановлюються високовольтні ізолятори,

які в комплект поставки не входять. Допустиме навантаження на кожен ізолятор від тяжіння проводів ПЛ, з урахуванням вітру й ожеледі не більше 245 Н (25 кгс).

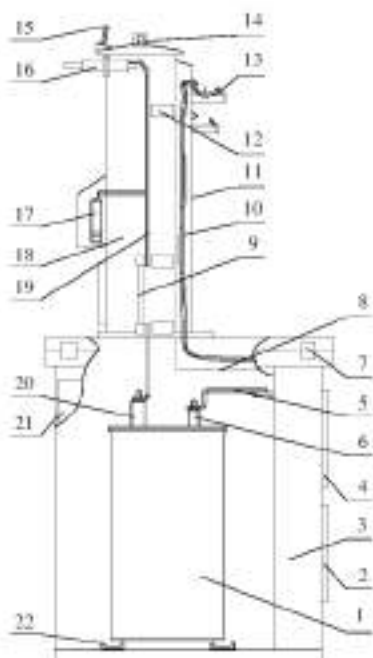


Рисунок 8.2 – Основні елементи трансформаторної підстанції

Пристрій для підключення ліній, які відходять, НН складається із двох з'єднаних траверс, до яких приварені сталеві штирі (поз. 13) під кутом, що забезпечує утримання проводів ліній, які відходять. На штирі встановлюються штиркові низьковольтні ізолятори. Припустиме навантаження на кожен ізолятор від тяжіння проводів ліній, які відходять, з урахуванням вітру й ожеледі, не більше 147 Н (15 кгс).

Головні кола ВН від проводів спуску ПЛ до силового трансформатора (поз. 1) виконані таким способом: від проводів спуску ПЛ до горизонтально встановлених прохідних ізоляторів (поз. 16) – алюмінієвим проводом. Від прохідних ізоляторів (поз. 16) до верхніх виводів високовольтних запобіжників (поз. 9) – алюмінієвими шинами (поз.19), встановленими на опорних ізоляторах (поз. 12) нижніх

виводів запобіжників до виводів ВН (поз. 20) силового трансформатора (поз. 1) – мішним дрюгом.

До алюмінієвих шин головних кіл ПВН підключені розрядники (поз. 17), установлені в струмопроводі (поз. 18).

Головні кола НН для приєднання ліній, які відходять, ПЛ до автоматичних вимикачів, встановлених у КТП, виконаних ізольованим проводом. Проводи від автоматичних вимикачів і нульового виводу силового трансформатора (поз. 1) поза шафою РПНН (поз. 3) прикладаються по зальній стінці шафи РПНН, далі під дахом шафи силового трансформатора (поз. 21) і потім по зовнішньому боці струмопроводу (поз. 18) до штирьових низьковольтних ізоляторів.

Ділянки проводів (поз. 10), прокладених під дахом шафи із силовим трансформатором (поз. 21) і по зовнішньому боці струмопроводу (поз. 18), закриваються знімними сталевими кожухами (поз. 8.11). Відкриті ділянки проводів (від корпусу струмопроводу до місць закріплення проводів із проводами ліній ПЛ 0,4 кВ) додатково захищені від впливу сонячного випромінювання поліхлорвініловими трубками, які надлягаються на них. У стінці струмопроводу (з боку прохідних ізоляторів вводу ВН) передбачені два прорізи. Проріз, що закривається знімним сталевим листом, використовується для обслуговування головних кіл ВН, що перебувають всередині струмопроводу. Другий проріз використовується для доступу до високовольтних запобіжників (поз. 9) і закривається дверцята із блокувальним пристроєм. Для спостереження за запобіжниками на цих дверцятах передбачене вікно із сіткою, що закривається поворотною кришкою.

На даху струмопроводу передбачені пластини (поз. 14) для підйому його при виготовленні й монтажу.

Шафа силового трансформатора (поз. 21) має два прорізи із протилежних боків, що закриваються двоступковими дверцята. Установка силового трансформатора проводиться через правий проріз (якщо дивитися з боку шафи РПНН). У лівій стінці шафи (якщо дивитися з боку шафи РПНН) для спостереження за рівнем масла в розширеному боці силового трансформатора передбачене оглядове вікно із сіткою, що закривається поворотною кришкою.

Для захисту ТП від перенапруг встановлюють вентильні розрядники та обмежувачі перенапруг.

Розрядники використовують для захисту ізоляції електрообладнання від комутаційних та атмосферних перенапругень. На ТП 10/0,4 кВ встановлюють у більшості випадків вентильні розрядники

типу РВО. Перед виконанням монтажу всі елементи розрядників слід перевірити. Вони не повинні мати тріщин, сколів та раковин.

При легкому струці на кут до 30° від вертикалі всередині не повинно бути шуму або дзвону. Розрядники встановлюють у збраному вигляді. Розрядник кріплять за допомогою двох болтів і вивіряють за рівнем та відкосом.

Провід фаз прислувають до площини, яка має електричний контакт з багаторазовим іскровим проміжком. Заземлювальний провідник приєднують безпосередньо або через реєстратор спрацьовування до шпильки, яка має електричний контакт з робочим опором. При приєднанні шин до розрядника необхідно враховувати можливість тяжіння особливо при зміні температури і з цією метою використовувати компенсуючі пристрої.

Гайки, які пофарбовані червоним кольором, не дозволяється відсручувати з метою порушення цілості ущільнення розрядника.

Після закінчення монтажних робіт виконують перевірку справності проводок та приладів, надійності кріплення болтових з'єднань, справності електричної ізоляції, а також приєднання до мережі заземлення.

8.2.2 Встановлення комплектної трансформаторної підстанції

8.2.2.1 Конструкція фундаменту на отворних конструкціях

Злетосумління КТП забезпечує індустріалізацію електромонтажних робіт (ЕМР), скорочує терміни спорудження електроустановок і підвищує надійність їхньої роботи. Тому КТП практично повністю витіснили ТП старішого типу, устаткування яких монтувалося на місці установки.

Будівельно-монтажні роботи. Котловини для фундаменту бурять спеціальними буровими машинами БКГО, ГБС. Діаметр свердловинних котлованів повинен складати 450 мм. Встановлюють стояки УСО-3А, УСО-4А. При спорудженні фундаменту КТП зрізають рослинний шар ґрунту не менше ніж на 10 см, залишають піщану основу ікладають залізобетонні конструкції.

Роботи з монтажу КТП виконують згідно з проектом виробництва ЕМР.

Монтажні роботи ведуться у дві стадії.

На першій стадії електромонтажники контролюють правильність установки будівельниками закладних елементів, які передбачені

будівельними кресленнями, та устатковують згідно з проектом електроустановок конструкції для освітлювальних пунктів, що окремо монтують для панелей захвату і електричних апаратів; виконують монтаж внутрішньої мережі заземлення та приєднують провод від заземлювачів до заставних конструкцій КТП. Для створення заземлювального контуру підстанції в ґрунт встановлюють вертикальні та горизонтальні заземлювачі.

Привезене на монтажний майданчик обладнання оглядають, виявляючи дефекти, що з'явилися при транспортуванні. Ціле обладнання встановлюють на підготовлений фундамент. При підготовці КТП на монтажному майданчику перевіряють комплектність технічної документації підприємства-виробника (паспорт, технічне описання та інструкцію з експлуатації, електричні схеми головних та вторинних кил, експлуатаційну документацію на комплектуючу апаратуру), відповідність направляючих під трансформатор (кронштейнів) і при необхідності встановлюють направляючі потрібної конструкції. Стропову КТП без упаковки виконують за відповідні кроки та рами. Переміщення та підйом комплектних комерт КТП завжди виконують у вертикальному положенні згідно з написами "Верх"; "Низ".

8.2.2.2 Підготовність монтажну КТП

На робоче місце КТП встановлюють на раніше підготовлені при виконанні будівельних робіт основи, закладні частини, опорні рами, ввірівання по рівню по проектній відмітці (рисунк 8.2).

КТП повинна встановлюватися на фундаменті висотою не менше 0,4 м від плянованого рівня землі й мати відстань від землі до необгороджених ввідів ВН не менше 4,5 м, а до виводів НН – не менше 4 м. Вибір місця й способу установки підстанції повинні вилучатися споживачем, виходячи з конкретних умов експлуатації, обговорених технічними умовами, з урахуванням можливості обслуговування з усіх боків.

КТП встановлюється на найпростішу бетонну площадку. Виконувати огороження КТП не обов'язково, крім місць можливого скупчення людей. Вихилення закладних елементів не повинно перевищувати 1 мм на 1 м довжини і 5 мм на всю довжину елемента. Побаритні, настійовні й присланувальні розміри, а також схеми головних кил і значення маси КТП наведені на рисунку 8.2. Несучі поверхні швелерів приєднують до контуру заземлення смугою із сталі 40x4 мм не менше ніж у двох місцях. Навантаження та вивантаження блоків КТП виконують за допомогою підйомного крану.

Після закріплення КТП на фундаменті встановлюють: низьковольтні ізолятори; прохідні ізолятори 10 кВ; патрони ланцюжників серії ПК, високовольтні та низьковольтні розрядники.

Після установки всіх необхідних компонентів виконують з'єднання трансформатора з розподільним пристроєм, заземлення корпусів, підключення повітряної лінії 10 кВ, підключення повітряної лінії 0,4 кВ.

При прийманні від замовника в монтаж КТП повинна бути перевірена комплекти технічної документації підприємства-виробника. Монтажні роботи в частині первинних кіл здійснюють перевіркою рівня масла в бачках і при необхідності доливанням чистого масла, перевіркою роботи виникочків, роз'єднувачів, допоміжних контактів і блокувальних пристроїв.

З метою скорочення термінів монтажних робіт другої стадії виконується максимальна можлива кількість робіт, які виконуються поза зоною монтажу на стелі в майстернях електромонтажних заготовок в період будівництва КТП і в період виконання монтажних робіт першої стадії.

На другій стадії монтажних робіт одночасно з роботами на первинних колах виконують монтаж вторинних кіл. В релеїних шафах камер КТП встановлюють прилади і апарати захисту, керування, сигналізації, вимірювання і обліку електроенергії, які демонтуються на час транспортування.

Згідно з проектом прокладають, розробляють і підключають контрольні кабелі, кабелі живлення оперативним струмом і кабелі освітлення. Розбирання кінців контрольних кабелів та підключення їх до затискачів роблять, як правило, після закінчення всіх монтажних робіт.

Усі проходи кабелів із каналів через відрізки труб ущільнюють бандажами із шпательу та ізоляційної стрічки. Згідно з кабельним журналом на кінці кабелів встановлюють маркувальні бирки з написами. На жилі кабелів також ставлять бирки з написами, що відповідають позначенням на схемі.

Електрообладнання РП повинно задовольняти умови роботи як для номінальних режимів, так і для коротких замикань, перенапруж та перевантажень.

3.2.3 Встановлення силового трансформатора

Силовий трансформатор у шафі (ноз. 1, рисунок 3.2) переміщається на котках по напрямних швелерах (ноз. 22). Для виключення переміщення силового трансформатора при експлуатації КТП на напрямних швелерах передбачена установка двох упорів, що фіксують положення діаметрально протилежних котків силового трансформатора.

На луку шафи передбачені пристрої (ноз. 7) для підйому (без силового трансформатора) як шафи, так і всієї КТП у транспортному положенні.

3.2.4 Технологія монтажу вторинних кіл КТП

Пристрій вторинної комутації – невід’ємна частина розподільних пристроїв сучасних електричних стовпів і підстанцій – призначений для виконання функцій керування апаратурою первинних кіл і захисту електроустаткування. Вторинні пристрої дозволяють вимірювати електричні величини в первинних ланцюгах, виконувати різні види оперативної сигналізації та ін. (таблиця 3.3).

Монтаж кіл вторинної комутації виконують за схемами, що входять до складу проекту даної установки, на яких умовними позначками зображені окремі елементи вторинної комутації та їхнього зв'язку між собою.

Таблиця 3.3 – Технологічна схема монтажу кіл вторинних кіл

Найменування і технологічна послідовність операцій	Спосіб виконання і пояснення
1	2
1. Оброблення контрольного кабеля (зняття захисних покривів, оболонки та ін.). Кріплення його до конструкції щита	Хлорвінілова оболонка після розмітки довжини відрізу знімається за допомогою електричного паяльника. На кінцях оброблення надівається відрізок вінілової трубки (діаметром, рівним зовнішньому діаметру кабеля)
2. Надягання хлорвінілових трубок на кожну жилу	За допомогою спеціальної голки (конструкції С. В. Циганова) або руки

Продовження таблиці 8.3

1	2
3. Маркірування жил і затисків зборки	На хлорвінілової трубки наносяться номери, що відповідають номерам, нанесеним на затисках зборки. Виконуються: 1) за методом скороченого продзвонювання (спосіб Н. Н. Літвиничева); для цього необхідно в кожному концентричному шарі знайти (продзвонити) одну жилу, а потім, рухаючись від цієї жили за годинниковою стрілкою, замаркувати всі інші жили кабеля; 2) за допомогою магазину опорів
4. Формування (збірна) жил кабеля в пучки. Розкладка жил у пучку строго рівнобіжна	Пучки формуються в послідовності розташування підходу їх до затискної зборки
5. Скріплення пучків жил: а) бандажами з прорезумованої стрічки і накладення на бандаж металевих поясних затискачів; б) за допомогою обтискачів	Відстань між бандажами береться з розрахунку запобігання случування жил. Крім того, бандажі накладаються в місцях вигину пучка
6. Вигин пучка жил для приєднання до зборки	За допомогою шаблона
7. Оцінка й обрізка зайвої довжини жил і трубки	На кожній хлорвінілової трубки робиться оцінка місця обрізу
8. Оцінка кінця жили для видалення ізоляції жили	До кінця прикладається штанцер окінцювання і робиться на трубці оцінка
9. Зняття ділянок трубки та ізоляції з кінця жили	Зняття ізоляції жили і видалення трубки робиться в спеціальних клішах або за допомогою особливого пристосування
10. Очищення жили від залишків гуми	За допомогою спеціальної гумчой пластини або пристосування
11. Надягання на жилу штанцера окінцювання	Вручну

Продовження таблиці 8.3

1	2
12. Закручення кілець на жила для приєднання до затисків	Кільця виготовляються діаметром 4,5–6 мм за допомогою круглогубів або спеціального пристосування
13. Приєднання жила до об'єктної колодки	Приєднання ведеться відповідно до маркування, нанесеного на жилах і на затискній колодці
14. Впріплявання і кріплення пучків	За допомогою шаблонів

3.2.5 Установка приладів

Прилади встановлюються і вивіряються таким чином, щоб лінії щокми (або фронтальні обиди) розташовувалися на вертикальних площинах, а вертикальні і горизонтальні осі шкал – по відповідних осях панелі.

Затягування кріпильних болтів ведеться рівномірно, без перевищення необхідного зусилля, щоб не деформувати корпус приладу і не зірвати різьблення на болтах.

При установці лічильників повинні бути дотримані наступні вимоги.

- лічильник повинний устатковуватися на висоті 1400–1600 мм на суворо вертикальній площині (стіні, панелі або щитку);
- повинна бути виключена можливість перекосів і деформацій корпусу;
- для забезпечення рівномірного контакту всіх точок кріплення лічильника до площини панелі повинні застосовуватися шайби і прокладки з гуми або електрокартону;
- металевий корпус лічильника повинен бути заземлений.

У процесі монтажу приладів і кіл вторинної комутації повинні бути зроблені наступні перевірки й іспити:

- а) вимір опору ізоляції;
- б) визначення правильності приєднання проводу до клем;
- в) визначення помірності вимірковальних трансформаторів;
- г) перевірка правильності підключення вимірвальних приладів, приладів сигналізації, релейних приладів, ключів керування та ін.;
- с) іспит підвищеною напругою змінного струму.

Перераховані перевірки та виміри мають на меті підготувати

всю систему вторинних з'єднань до приймально-здавальних іспитів.

Ревізія приладів. Прилади, які підлягають монтажу: прилади захвату дистанційного керування, блокування, обліку і контролю піддаються ревізії, при якій перевіряються:

- заводське упакування, а також наявність і цілісність пломб;
- відсутність на корпусі приладу вм'ятин (металевому корпусі) або тріщин (у корпусі з пластмаси).

- цілісність опалюючого скла, показачників та т.п.;

- комплектність монтажних і кріпильних деталей (гайок, болтів, шпильок, шайб, прокладок тощо);

- справність рухомої системи;

- відсутність обриву в електричних колах;

- стан ізоляції між металевим корпусом і струмопровідним затиском (між струмопровідним затиском і кріпильним болтом у приладі з корпусом із пластмаси). Перевірка виконується мегомметром на 500 В.

Перевірені прилади рекомендується зберігати в заводському упакуванні на стелажі, у сухому і закритому приміщенні з температурою від +5 до +35 °С. Не рекомендується вносити прилади для ревізії або іспиту з морозу в тепле приміщення (щоб уникнути відірвання і корозії). До розкриття прилад повинен мати температуру приміщення.

Відібрані після ревізії прилади здаються в лабораторію для електричної перевірки.

3.2.6 Монтаж запобіжників

Перед початком монтажу виконують ревізію та огляд запобіжників.

Ревізія:

- повноту та щільність заповня патронів кварцовим піском перевіряють струшуванням;

- цілісність плавкої вставки у патроні перевіряють продзвонюванням індикатором або контрольною лампою.

Запобіжник повинен мати цілісність контактних деталей, ізоляторів, арміровок, показачника спрацювання. Запобіжники монтують на стійкій рамі всередині шафи РУ. Цоколь ізоляторів повинен спинадати по верхній лінії поздовжньою висхідною лінією і контактні губок з припуском + 0,5 мм.

Встановлені патрони регулюють таким чином, щоб обмежувачі фіксували правильне положення патронів і закримували їх від повздовжнього переміщення.

Запобіжники заземлюють, приспують до фланців опорних ізоляторів, рами або металевій конструкції.

8.2.7 Можливе роз'єднувача та приводу до нього

Монтаж виконують поетапно:

1. Ревізія обладнання.
2. Підйом на опорні конструкції і закріплення.
3. Перевірка і регулювання основних та сигнальних контактів.
4. Одночасна перевірка роботи роз'єднувача та приводу у роботі.

Ревізія – перевіряють стан порцелянових деталей, відсутність тріщин, надколів, надійність кріплення всіх вузлів та деталей, справність контактної системи.

Підйом виконують залежно від ваги за допомогою пересувного підйому або ручного тіла.

Кріплення – за допомогою болтів або штирів.

Роз'єднувач та привід встановлюють таким чином, щоб основи лійки не відхилились більше ніж на ± 2 мм. Припустимі зазори для роз'єднувачів до 10 кВ повинні бути не більше 3 мм.

Роботи по встановленню та регулюванню роз'єднувача слід вважати закінченими, якщо привід і вся система передачі працює чітко без затримок, хвостиків лід не перевищує 5° .

Після закінчення монтажу до пуску в експлуатацію контактні частини роз'єднувача змащують технічним вазеліном, обертають папером та закріплюють шпигатом. Встановлюють у безпечному місці, щоб виключити можливість випадкового торкання до розрядників.

8.3 Монтаж заземлювальних пристроїв ТП 10/0,4 кВ

8.3.1 Загальні відомості

Заземленням називається спеціально влаштоване з'єднання відповідних частин устаткування або електричної мережі з металевим предметом, що з'являється у землі, – заземлювачем [53].

Ідеальним заземленням вважають еквіпотенціальну поверхню, за яку може бути прийнята поверхня землі або велика металева плита,

внаслідок чого різниці потенціалів між довільною точкою цієї поверхні та будь-яким заземленим устаткуванням дорівнюватиме нулю. Якщо через систему заземлення та ґрунт (землю) протікає струм, то різниця потенціалу буде нульовою лише в тому випадку, коли нульовим буде імпеданс на шляху протікання струму. У реальних умовах спроба досягти належних параметрів системи заземлення з наміром досягти якнайменших значень цього імпедансу, однак у реальних умовах цей імпеданс відірватися від нуля. Величина імпедансу, або найчастіше активного опору заземлення, визначається передусім властивостями та конструкцією елементів системи заземлення, зокремлюючи чинниками заземлювачів й характером та провідністю ґрунту, але також параметрами струму, що протікає: його амплітудою, частотою або швидкістю наростання струму, коли йдеться про блискавку.

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

3.3.2 Основні типи заземлювачів

Основним елементом заземлення є заземлювачі або розташовані у ґрунті струмопровідні елементи, які призначено для безпечного розтікання струму, що відводиться. Заземлювачі можуть бути природні або штучні, або складатись з обох вищезгаданих різновидів.

Металеві предмети, що знаходяться у землі, та які не призначені для відведення струмів до ґрунту називаються природними заземлювачами. Наприклад, залізобетонні підмурки будівельних об'єктів, металеві трубопроводи або елементи будинків, що проводять струм, металеві броні силових кабелів та ін., якщо забезпечено контакт із ґрунтом на певній довжині.

Однак найбільш розповсюджені на практиці штучні заземлювачі, тобто металопрофілі, прути, провідні або смуги, що розташовані у ґрунті вертикально-шпилькові заземлювачі або горизонтально-контурні заземлювачі. Заземлювачі можуть бути виготовлені із окремих вертикальних чи горизонтальних елементів – вони називаються зосередженими заземлювачами або у випадку, коли вони поєднані між собою, утворюють системи складених заземлювачів розгалуженої конфігурації – наприклад, променеві, контурні чи трапецієвидні заземлювачі.

Характеристичним параметром, що окреслює електричні властивості заземлення, є опір заземлення, тобто опір об'єму ґрунту у зоні між заземлювачем та довільним пунктом верхнього шару ґрунту, потенціал якого не підлягає змінам під впливом струму, що протікає через даний заземлювач або систему заземлювачів. Властивості заземлень при протіканні постійного або змінного струму частотою 50 Гц називаються статичними властивостями, а опір заземлення – статичним опором.

На практиці для подовження терміну експлуатації заземлень застосовуються такі заходи:

- використання протикорозійних покриттів для сталевих елементів шляхом нанесення шару цинку завтовшки прийнятної 50...100 мкм методом гарячого цинкування;

- застосування мідних або обмієнених заземлювачів, які у більшості випадків є стійкими проти корозії, за винятком середовищ, що містять кислоти, змак або сірку; слід також звернути особливу увагу на можливість швидкого розвитку процесів корозії у разі приєднання інших матеріалів, а також на з'єднання мідних та сталевих елементів, яке слід виконувати зварюванням, та спеціально захищати ці з'єднання від дії волини.

При застосуванні простих захисних заземлень, в яких використовуються такі заземлювачі, поблизу місця замикання на землю формується так звана зона розтікання електричного струму: електричний струм спливає в землю і протікає в ній, викликаючи падіння напруги на поперечнопровідних частинах електроустановки. Значення напруги на цій частині електроустановки щодо різних точок зони розтікання електричного струму і значення напруги щодо точок землі поза зоною розтікання струму залежать від значення струму замикання на землю і опору заземлення. При цьому розподіл напруги в зоні розтікання електричного струму залежить від ряду чинників, основним з яких є питомий опір ґрунту. Досить важко забезпечити за допомогою такого одноступінчатого заземлювача малу напругу дотику $U_{\text{дт}}$ і кроку $U_{\text{кр}}$, які не становлять б загрози життю людини.

У разі випадків виникають труднощі досягнення прийнятних значень напруги дотику і напруги кроку [53] при застосуванні контурного заземлення.

Таким чином, прості типи контурних і відносних заземлень у ряді випадків не в змозі забезпечити в зоні обслуговування багатьох одиниць електрообладнання необхідний рівень безпеки, оскільки в такій зоні обслуговування досить високо досягти прийнятних, з погляду

електробезпеки, розподілу електричних потенціалів за допомогою контурного і вивносного заземлень

8.3.3 Технологія монтажу пристроїв заземлення

Міжнародні норми рекомендують використовувати оцинковані елементи для систем заземлення. Рекомендовані елементи для влаштування заземлення – оцинковані, методом гарячого цинкування.

Послідовність монтажу пристроїв заземлення встановлює нормативний документ Р 45-017-2007 "Рекомендації з монтажу комплектів заземлювача типу ОВЗ".

Місце для встановлення заземлювального пристрою вибирається відповідно до проекту з використанням генерального плану, на якому нанесені усі комунікації.

Вертикальний заземлювач конструктивно виконується з вертикальних електродів довжиною 1,5 або 2 метри, які з'єднуються методом зрощування. Для покращення занурення електродів в ґрунт використовується антишпатель (насадка шкряп) підвищеної твердості, що полегшує занурення штанги електродів у ґрунт. Для прилягання заземлювача до мережі заземлення використовується універсальний затискач. За його допомогою можна виконувати прилягання до сталевих стрічки 40x4 та дроту діаметром 8–10 мм. Для герметизації з'єднання використовується антикорозійна стрічка.

Електроди діаметром 20 мм мають достатню жорсткість, їх занурюють вібромолотом або за допомогою кувалди. Перед занурюванням електродів необхідно підготувати заглиблення в ґрунті на глибину не менше 0,2 метра. Вставити нізеньку насадку в електрод за допомогою молотка. На верхню частину електрода надіти бойок (рисунк 8.3) та виконати занурювання першого електрода (рисунк 8.4).

Далі вставити наступний електрод. При забиванні, під дією ударної сили, відбувається їх зрощування. Занурюють необхідну кількість електродів.

Потім вертикальний заземлювач під'єднують до мережі заземлення за допомогою затискача. Для герметизації болтового з'єднання використовується антикорозійна стрічка. Осідлі упаковки достатньо на три з'єднання.



Рисунок 8.3 – Бойок до шпильки заземлення

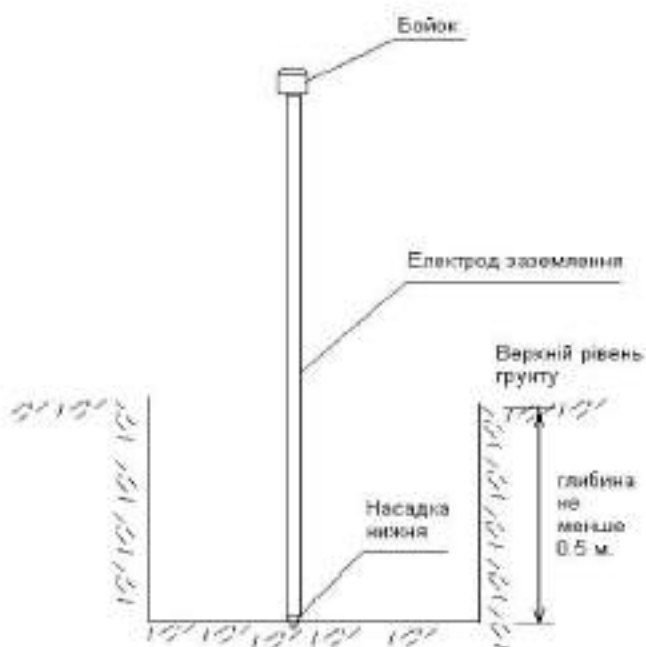


Рисунок 8.4 – Схема монтажу електродів

При необхідності підключення мідного проводу до системи заземлення, потрібно вивести з ґрунту сталеву заземлювальну мережу і виконати з'єднання через затискач з біметалічною пластинною. Якщо це з'єднання необхідно виконати всередині споруди, то базово встановити шину вирівнювання потенціалу.

Після завершення робіт необхідно:

- застатити верхню частину заземлювача з точкою підключення ґрунту;
- зафіксувати пристрій для огляду;
- накреслити схему змонтованого заземлювального пристрою з прив'язкою до великих стаціонарних орієнтирів;
- відключити вимірювальні прилади;
- прибрати робоче місце;
- документально оформити змонтований заземлювальний пристрій.

8.4 Модернізація комірки розподільного пристрою 10 кВ

8.4.1 Загальні відомості

Підприємство "Таврида Електрик Україна" є сучасним виробником вакуумного комутаційного обладнання і займається розробкою питань модернізації комплектних розподільних пристроїв (КРП) середнього класу напруги з заміною шинкача на вакуумні комутаційні модулі серії BB/TEL-10 з заміною апаратури релейного зв'язку [73].

Комплектні розподільні пристрої призначені для застосування у складі комплектних трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів при виконанні модернізації силового обладнання.

Модуль КРП – це мінімальний набір обладнання, яке встановлюється у шафі і виконує певні функції. Базовий модуль містить у собі вакуумний шинкач BB/TEL, роз'єднувач-заземлювач, трансформатор струму і первинний перетворювач (ПП) напруги емкисного типу.

Основними конструктивними особливостями і експлуатаційними характеристиками КРП/TEL є:

- рівень ізоляції згідно з ГОСТ 1516.1-76 (1999) – нормальний;
- вид ізоляції – комбінована; тверда і повітряна;
- ізоляція струмопровідних шин головної кілі – ізольовані струмопровідні шини;

- ступінь захисту оболонки шаф КРП/TEL – IP40;
- вид управління – місцеве, дистанційне, телеуправління;
- термін роботи – 25 років.

Модернізація викатних елементів (VE) КРП дозволяє додати КРП якісно нові характеристики, відповідні найсучаснішим світовим досягненням в області комутаційної техніки для мереж 6–10 кВ.

При мінімальних витратах на виконання робіт забезпечуються:

- продовження ресурсу VE КРП на строк до 25 років;
- підвищення надійності роботи КРП;
- значне зниження експлуатаційних витрат;
- висока безпека роботи оперативного і експлуатаційного персоналу;

- перехід КРП в категорію екологічно чистого устаткування.

Післямодернізовані викатні елементи мають вигляд модернізованого VE КРП2-10, який показаний на рисунку 8.5.

До складу комплексу модернізації комірці КРП відносяться:

- вакуумний выключач;
- рама вакуумного выключача;
- опорні ізолятори;
- вузла індикації і аварійного відключення;
- шафа вторинних з'єднань.

8.4.1.1 Конструкція вакуумного выключача

Выключач складається з трьох полюсів, встановлених на металевій підставі, в якій розміщені пофазні електромагнітні приводи з магнітною клямкою, що утримує выключач необмежено довго у вклученому положенні після переривання струму в котушці електромагнітну приводе. Решта вузлів полюсів розміщуються в ізоляційному корпусі з прозорого нехалкогенного і дугостійкого полімерного матеріалу, який оберігає їх від можливих в експлуатації механічних пошкоджень і дії електричної дуги струму короткого замикання.

Всі три полюси мають однакову конструкцію. Вклучення выключача виконується командою на вклучення від блоку управління. При цьому подається постійна напруда на котушку електромагніту [3].

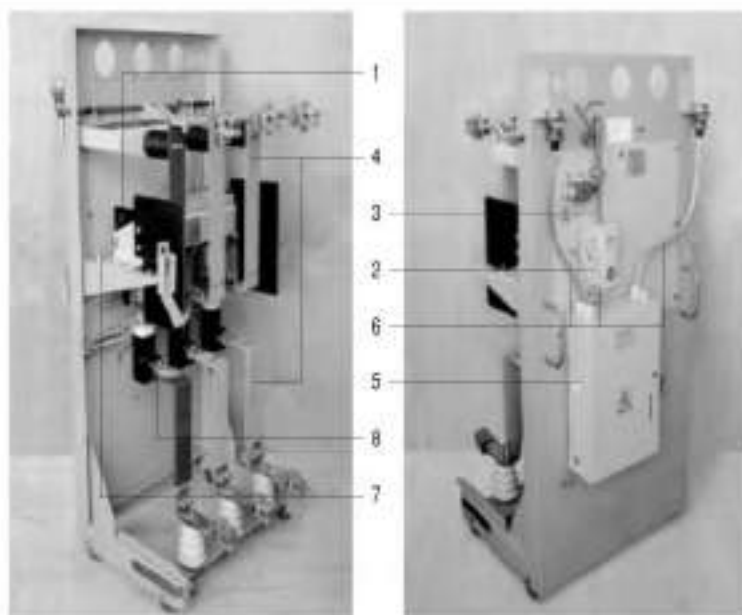


Рисунок 8.5 – Зовнішній вигляд модернізованого комплексу ВВ/ТЕЛ.

Під дією електромагнітних сил якір 12 починає рухатися вгору і через пружину підтискання 10 примушує рухатися тяговий ізолятор 5 і рухомий контакт 3, стискаючи при цьому пружину відключення 9. Після замикання контактів 1 і 3 ВДК якір продовжує рухатися ще 2 мм до упору, стискаючи пружину 10 і створюючи необхідне підтискання між контактами (поз. 2). Загальний хід якоря складе 8 мм, а хід рухомого контакту – 6 мм. Після зняття напруги якір залишається у включеному положенні завдяки залишковій індукції в кільцевому магніті 13. Відключення вимикача виконується командою на відключення від блоку управління. При цьому на котушку 11 подається напруга протилежної полярності, по відношенню до включення.



Рисунок 8.6 – Конструкція вакуумного вимикача серії ВВ/TEL-10

Магніт 13 при цьому частково розмагнічується, якір 12 знімається з магнітної клямки і під дією пружин 9 і 10 переміщається одночасно з рухомими частинами вимикача у відключене положення. У цьому положенні вони утримуються силою відключаючої пружини 9. Ручне відключення здійснюється дією на кнопку ручного відключення, яка через тягу 15, шарнірно пов'язану з валом 8, і через кулачок 7 з якорем 12, зриває якір з магнітної клямки і відключає вимикач.

Таблиця 8.4 – Діагностичні дані вакуумного вимикача
BB/TEL-10-12.5;1000У2

Найменування параметра	Величина
Номинальна напруга, кВ	10
Номинальний струм, А	630, 1000
Номинальний струм відключення, кА	12,5
Струм електродинамічної стійкості, кА	32
Випробувальна короточасна напруга, кВ	42
Ресурс комутаційної привокости: при номінальному струмі, циклів "Вкл.. Відкл"	50000
при номінальному струмі, відключення, операцій "Відкл"	100
При номінальному струмі відключення, циклів "Вкл.. Відкл"	100
Власний час відключення, мс	15
Повільний час відключення, мс.	25
Власний час включення, мс.	70
Стійкість до механічних впливів, група згідно з ГОСТ 17516-90	М7
Маса вимикача, кг	
Міжполюсна відстань 200 мм	35
Міжполюсна відстань 250 мм	37

8.4.2 Технологія монтажу при виконанні модернізації обладнання комірки

8.4.2.1 Опорна конструкція монтажного комплексу

Монтажний комплект складається із набору деталей і вузлів, призначених для установки вакуумного вимикача у комплектний розподільний пристрій зовнішньої установки (КР113). Для установки вакуумного вимикача у комірці К-ХП використовується універсальна ретельована опорна конструкція.

На рисунку 8.5 представлено монтажний комплект конструкції модернізації та установки його в комірках. Комплект модернізації відночас:

- елементи механічного кріплення ВВ на металоконструкції опуклого елемента (ВЕ);

- вузол індикації і аварійного відключення ВВ;
- вузли і деталі для зв'язку привошу ВВ з існуючим блокуванням

ВЕ.

- шини головних кіл;
- шафа вторинних з'єднань (ШВЗ) зі встановленим в ній модулем управління серії БУ/ТЕЛ;
- марковані електричні джгути;
- набір кріплення для монтажу ВВ;
- набір кріплення для ошиновки ВВ;
- деталі і кріплення для устанювки паралельно головним контактам ВВ обмежувачів перенапруги типу ОПН-РТ/ТЕЛ.

Елементи механічного кріплення ВВ призначені для його устанювки на ВЕ і організації конструкції, що забезпечує стійкість ВВ до механічних і електродинамічних дій, які виникають під час його експлуатації у складі КРП. Вузол індикації і аварійного відключення жорстко зв'язаний з валом ВВ і забезпечує механічну індикацію положення головних контактів ВВ, а також його ручного аварійного вилучення і організації блокувань. Вузли і деталі сполучення ВВ з існуючим блокуванням ВЕ призначені для організації механічного зв'язку між пристроєм блокування, фіксації ВЕ і приводом ВВ та використовують для запобігання помилковим діям обслуговуючого персоналу при експлуатації КРП. Шини головних кіл забезпечують електричне з'єднання між існуючими штепсельними роз'єднуючими контактами (ШРК) ВЕ і головним струмовим виводом ВВ.

8.4.2.2 Підготовка до монтажу комплексу модернізації

Керуючись інструкцією [73] на КРП, демонтувати масляний вимикач (МВ), елементи ошиновки. Налади елементи ошиновки, рухомі електричні роз'єднати контактні з'єднання використовувати при монтажу ВВ.

Огляд і перевірка комплектності комплексу модернізації здійснюється візуально шляхом порівняння зовнішнього вигляду деталей і вузлів і їх кількості з даними ілюстрованого опису. Крім того, вузли і деталі перевіряються на відсутність дефектів (деформації, корозії, порушення лакофарбових і гальванічних покриттів), які виникають внаслідок порушень умов і правил транспортування і зберігання.

Перед демонтажем мовляного вимикача, який призначено для модернізації, необхідно, згадавши встановлюючи вимкняний елемент на рівній горизонтальній поверхні, зняти розміри, що вказані на рисунку 8.7. Дані вимірювань занести в таблицю 8.5.

Ці параметри використовуватимуться для настройки геометрії ШРК головних струмових кіл ВЕ після монтажу ВВ.

Таблиця 8.5 – Дані розтинювання ШРК перед модернізацією мовляного елемента

Розмір	$H_1 \pm 1$ мм			$H_2 \pm 1$ мм			$L_1 \pm 1$ мм			$L_2 \pm 1$ мм		
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Значення	320	320	320	825	825	825	305	305	305	315	315	315

Наступним етапом йде виконання демонтажу з ВЕ вузлів і деталей кріплення МВ і його привід типу ЗПМ до ВЕ. Блокувальний важіль, пов'язаний з блокувальним сегментом і блокувальний штифт, пов'язаний з тягою рухового валу приводу МВ, розташовані на одній з напівосей блокувального і фіксувального пристрою ВЕ.

Після демонтажу на металоконструкції ВЕ повинні залишитися:

- металізи блокувального і фіксувального пристрою;
- деталі блокування, що взаємодіють з блокувальним замком типу ЕМБЗ і сям зчмок;
- механізи пристрою доведення;
- кронштейни приводу рухових металевих штоків шафи КРП;
- ділячки заземлення;
- порцелянові спорні ізолятори із закріпленнями фрагментами шини зі встановленими нижніми ШРК;
- вузол кріплення і кронштейн блокування рукоятки приводу підземлявального роз'єднувача триматиться на правому з боку фасаду ВЕ кронштейні кріплення МВ) для МВ типу АК 10/400/8;
- вузол кріплення МВ (триматиться на правому з боку фасаду ВЕ кронштейні кріплення МВ), що виконує функцію кронштейна блокування рукоятки приводу заземлявального роз'єднувача;

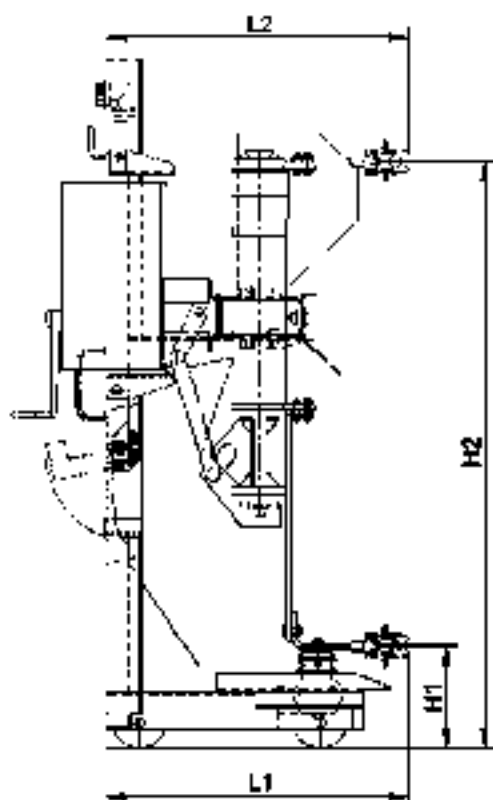


Рисунок 8.7 – Положення штепсельних роз'єднувальних контактів фрагментів шин зі встановленням верхнім ШРК

Крім того, необхідно зберегти кріпильні елементи M12 і M16 (болти, шайби плоскі і шайби пружинні) контактних з'єднань головних струмових виводів MB типу АК і колійної ошиновки BE з метою їх подальшого використання при монтажі ошиновки BB. Для забезпечення подальшого монтажу BB і елементів конструкції KM необхідно доробити металоконструкцію BE. Для цього слід обрізати нижні кронштейни кріплення приводу MB типу АК 10/400/8.

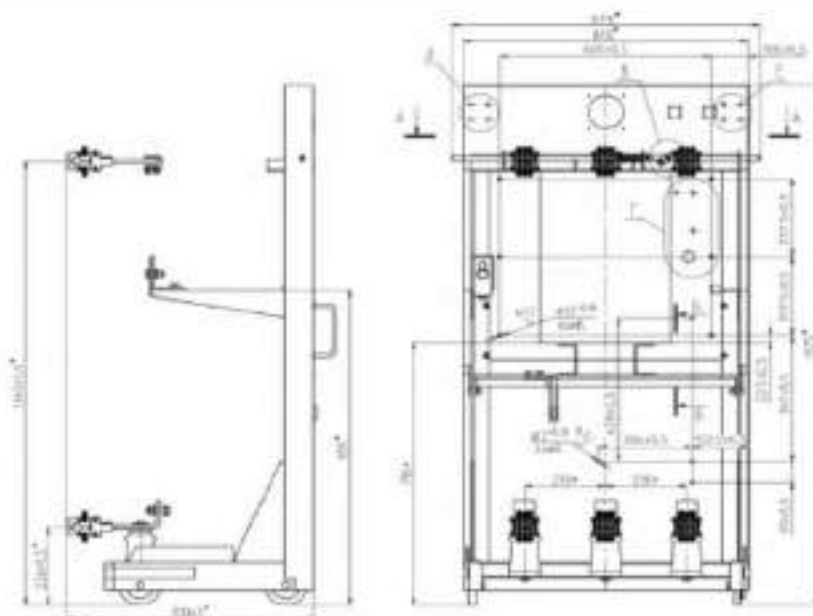


Рисунок 8.8 – Доробка конструкції викатного елемента

8.4.3 Монтаж вакуумного вимикача

Перед тим, як виконувати монтаж ВВ необхідно: розпакувати ВВ, провести зовнішній огляд, перевірку і підготовку ВВ до монтажу згідно з документом "Модулі серії TEL. Компоненти розподільних пристроїв 6/10 кВ. Технічний опис і інструкція по застосуванню", для ВВ/TEL 10-20/1000 зняти елементи кріплення (гайку, дискову пружину і плоску шайбу) з його верхніх струмових виводів, встановити на ковпаки ВВ/TEL 10-20/1000 ізоляційні кришки, як показано на рисунку 8.9.

Корпус ВВ/TEL 10-20/1000

Кронштейн



Рисунок 8.9 – Установка ізоляційних ковпаків

Закріпити на верхніх головних струмових виводах ВВ шини, зорієнтувавши їх в одному напрямі з нижніми струмовими виводами і використовуючи при цьому раніше зняте кріплення. Момент затягування гайок – 30 Н·м. Встановити на стінках корпусу його приводу кронштейни та ізоляційні бар'єри (з текстоліту або полікарбонату) з використанням відповідного кріплення, як показано на рисунку 8.10.

Гайка М10 ГОСТ 5915

Дисковий пружини

Шайба 16 ГОСТ 11371

Шина



Рисунок 8.10 – Установка шин верхніх головних струмових виводів

Кріплення вказаних деталей для ВВ з МВ типу АК 10/400/8 проводити через круглі отвори так, щоб ВВ при монтажу на кронштейни ВВ зайняв у вертикальній площині крайнє нижнє положення. Момент затягування болтів – 30 Н·м. Встановити балки кріплення ВВ/TEL 10-12,5/1000 відповідно до рисунку 8.11 так, щоб центри кріпильних отворів М16 ВВ розташовувалися посередині

відповідних овальних пазів балок. Момент затягування болтів – 70 Н·м.



Рисунок 8.11 – Встановлення балок для кріплення вакуумного вимикача

Встановити ВВ відповідними привалковими поверхнями раніше встановлених на нього кронштейнів на консолі металоконструкції ВЕ (рисунок 8.12). Переміщаючи ВВ в потрібному напрямі, сумістити отвори кронштейнів з відповідними доробленими отворами консолей ВЕ.



Рисунок 8.12 – Установка вакуумного вимикача на консоль

Прикріпити, дотримуючись кольоровості фаз, нижні шини ВВ до відповідних струмових виводів ВВ (рисунок 8.13), заздалегідь

підготувавши контактні поверхні відповідно до ГОСТ 10434 залежно від матеріалу шин і типу гальванічного покриття.



Шина познач ВВ
Болт М10х40 ГОСТ 7798
Шайба 10 ГОСТ 11371
Шайба 10.65 ГОСТ 6402
Гайка 10 ГОСТ 5915

Рисунок 8.13 – Підключення нижньої опішновки

Перевірити точність взаємного розташування контактних поверхонь встановлених шин і контактних поверхонь елементів збереженої нижньої опішновки ВЕ в зборі з ШРК. Зазор між вказаними поверхнями не повинен перевищувати 1 мм. Прикріпити, дотримуючись кольоровості фаз, верхні шини головних струмових кіл до відповідних струмових виводів ВВ, як показано на рисунку 8.14, заздалегідь підготувавши контактні поверхні відповідно до ГОСТ 10434 залежно від матеріалу шин і типу гальванічного покриття. Горизонтальність розташування верхніх площин шин контролювати візуально.

Верхня шина
Болт М10х40 ГОСТ 7798
Шайба 10 ГОСТ 11371
Шайба 10.65 ГОСТ 6402
Гайка М10 ГОСТ 5915



Рисунок 8.14 – Криплення верхніх шин головних струмових кіл

Для ВЕ закріпити шини в їх верхній частині на привалковій поверхні полімерних опорних ізоляторів (рисунок 8.15).

Верхня шина
Ізолятор
Болт М10х25 ГОСТ 7798
Шайба 10 ГОСТ 11371
Шайба 10.65Г ГОСТ 6402



Рисунок 8.15 – Кріплення верхніх шин на опорних ізоляторах

Закріпити попередньо на контактних поверхнях верхніх шин ВВ ШРК у зборі з фрагментами шин з масляного вимикача відповідного типу виконання з використанням кріплення М12.

Болт М12х40 ГОСТ 7798
Шайба 12 ГОСТ 11371
Шайба 12.65Г ГОСТ 6402
Гайка М12 ГОСТ 5915
Верхня шина
Роз'єднувач



Рисунок 8.16 – Монтаж верхніх ШРК на шинах ВВ

8.4.4 Настроювання елементів комплекту модернізації

Необхідно заміряти відстань від площини катання ВЕ до горизонтальної площини розташування верхніх ШРК у зборі з фрагментами шни на фазах L1 і L3 відповідно до рисунку 8.17. Вимірювання допускається проводити як по середній (по товщині) лінії фрагмента шни, так і по центру ШРК. Вимірювальний інструмент (лінійка, рулетка) повинен розташовуватися суворо перпендикулярно до площини катання ВЕ.

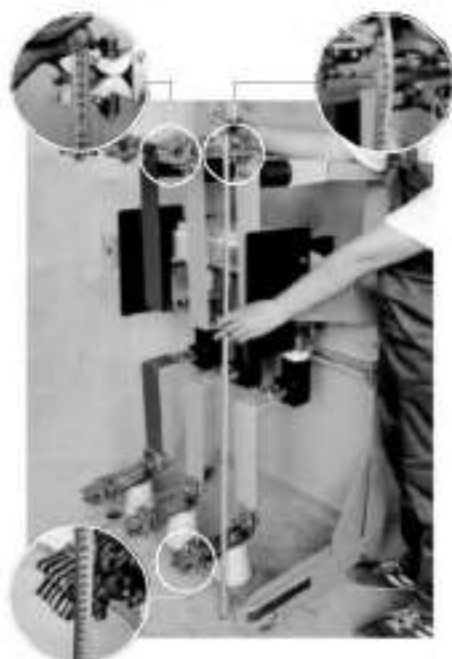


Рисунок 8.17 – Настроювання положення по висоті верхніх ШРК

Значення зміряних величин повинні відповідати даним таблиці 8.6. При необхідності здійснити настроювання положення ШРК шляхом вертикального переміщення ВВ у потрібному напрямі в овальних пазах кронштейнів для модулів ВВ/TEL 10-12,5/1000.



Рисунок 8.18 – Настроювання положення по горизонталі верхніх ШПК

Для горизонтального вимірювання необхідно заздалегідь ослабити затягування відповідних болтів кріплення ВВ і контактних з'єднань його опшивки. Здійснити настроювання положення ШПК фази В. Для цього необхідно встановити на верхню площину шини ВВ або фрагментів шини ШПК фаз L1 і L3 на ребро металеву лінійку необхідної довжини, після чого перемістити шину фази так, щоб її верхня поверхня знаходилася в одній горизонтальній площині з раніше встановленими шинами фаз L1 і L3.

Вимірювальний інструмент (лінійка, рулетка) повинен розташовуватися паралельно площині катанця ВЕ. Значення заміряних величин повинні відповідати даним таблиці 8.6.

При необхідності здійснити настроювання положення ШПК шляхом їх горизонтального переміщення в потрібному напрямі в овальних пазах фрагментів шини. Перед цим необхідно заздалегідь ослабити затягування відповідних болтів контактних з'єднань. Після закінчення настроювання обжати ослаблені перед цим з'єднання з відповідними моментами затягування.

Настроювання положення по глибині верхніх ШПК фаз L1, L3 виконується вимірюванням відстані між площиною фасадного листа ВЕ і крайніми точками ламелі верхніх ШПК фаз L1 і L3.



Рисунок 8.19 – Налаштування положення по глибині верхніх ШРК фаз L1, L3

Значення вимірних величин повинні відповідати даним таблиці 8.6. За необхідності виконати налаштування положення ШРК шляхом їх горизонтального переміщення в потрібному напрямі в овальних пазах фрагментів шин. Перед цим необхідно заздалегідь ослабити затягування відповідних болтів контактних з'єднань. Після закінчення налаштування обжати ослаблені перед цим з'єднання з відповідними моментами затягування.

Здійснити налаштування положення ШРК фази L2 шляхом переміщення його в овальних пазах ділянки шини так, щоб крайні точки ламелей знаходилися в одній вертикальній площині з ламелями раніше встановлених ШРК фаз L1 і L3. Перевірити міжфазну відстань для верхньої ошиновки ВВ згідно з рисунком 8.19.

Після виконання регулювання ШРК виконати підключення джгута згідно із схемою електричної принциповою і з'єднаннями ВВ і ШВС. Закріпити джгут у місці його оброблення на корпусі ВВ за допомогою скоби, після чого захистити жили джгута від місця оброблення до введення в клемник WAGO пластмасовою спіраллю. Закрити клемні виводи ВВ захисними кришками, заглушивши невикористані для проходу джгута отвори раніше знятими заглушками. Для ВЕ МВ встановити фасадну панель з використанням відповідних деталей і кріплення. Балки кріпляться з внутрішньої сторони фасадного листа ВЕ з МВ і призначені для збільшення його жорсткості.

3.4.5 Установка елементів блокування

Переконайтеся в тому, що ВВ знаходиться в положенні "Відключено". Гайки і болти не обтягувати повинні зусиллям. Тягу (поз. 1) кінцем з коротким різьбленням пропустити крізь отвір у фасадній панелі (ФП) (поз. 2) і корпусі (рамі) ВЕ і вкрутити в блокувальну тягу ВВ на всю дозволу різьбової частини (рисунок 8.5).

Земіряти розмір від торця тяги до площини ФП (розмір L). Викрутити тягу з ВВ і укоротити (з боку довгої різьбової частини) на (L+7) мм. На важіль 1 встановити втулку 2. Кріпити болтами М6×20 (втулка не повинна затискати важіль). Перевірити відповідність орієнтації ролик 3 кінцевому вимикачу 1. При необхідності розвернути ролик на 90°. Встановити вимикач на передню панель. Кріпити гвинтами М5×20.

Зібрати ручку з елементами блокування. На ручку 1 встановити планку 2, кріпити болтами М10×20. На планку 2 встановити важіль за допомогою осі 4. Стопорити шайбою і шпильтом. Тягу відключення ВВ відкрити з вузлом індикації і аварійного відключення. З'єднати панель "Відкл" і корпус 2, втулку. Встановити тягу відключення ВВ, накрутити гайку М10 і втулку. Відрегулювати положення важеля 4: встановити індикатор паралельно площині ФП. З'єднати втулку 3 з важелем віссю, застопорити шайбою і шпильтом. Законтрити втулку гайкою. Встановити тягу 3, шайбу і пружину 7, вкрутити у втулку важеля 9. Розмітити і укоротити (за необхідності) тягу 3 до розміру, що забезпечує зазор 2±0,5 мм до важеля 1 панелі "Відкл". Законтрити тягу гайкою. Встановити тягу 7, для цього: розмітити і укоротити тягу до розміру, що забезпечує перехресття не менше ніж на половину діаметра вала механізму переміщення і доведення ВЕ. При повороті ручки 8 до упору, повинен забезпечуватися доступ до вала із зазором 2-3 мм між тягою і встановленою на вал рукояткою переміщення і доведення ВЕ. Укоротити вісь важеля 3, що проходить крізь ФП так, щоб забезпечити розмір 18±1 мм від торця осі вала приводу уключення ВЕ. Встановити на вал 1 приводу уключення ВЕ сектор 2, зібраний з двох напівмуфт. Кріпити болтами М10×45. Відрегулювати блокування так, щоб в проміжному (між контрольним і робочим) положенні ВЕ і встановлений рукоятці переміщення і доведення ВЕ, положення елементів блокування відповідало положенню шти ВЕ і обертанням рукоятки за годинниковою стрілкою. З'єднати тягу 9, встановити на місце корпус 2. Встановити тягу 9 на місце, одягнути

пружину і шайбу, законтрити гайкою. Упор створити на тязі болтом М6х20, контрити гайкою М6.

8.4.5.1 Підключення шафи вторинних з'єднань на висхідному елементі

Встановити ШВС на фасадний лист ВЕ із застосуванням спеціальних втулок з КМ і заземлити провідником заземлення (рисунок 8.20).



Рисунок 8.20 – Установка і заземлення ШВС на фасаді ВЕ

Взяти з КМ електричні джгути з'єднання ШВС із з'єднувачами типу ШР вторинних кіл із закріпленими на них кронштейнами і завести їх, а також електричний джгут від модуля ВВ і дрід підключення вимикача кінцевого типу ВПК у відповідні сальники

ШВС. Підключити жили джгутів до клемних колодок типу WAGO та виконати заземлення корпусу ШВС.

Закріпити кронштейни електричних джгутів з ШР на відповідних місцях фасадного листа ВЕ, одночасно заглушивши отвори на фасаді ВЕ, що залишилися від ШР МВ типу АК із застосуванням пластин потрібного виконання. При необхідності замінити пошкоджене захисне оргскло оглядових вікон ВЕ на пластини залежно від типу ВЕ.

8.4.5.2 Монтаж і настрівання блокування викатного елемента

Вкрутити тягу необхідного виконання різьбовим кінцем М10 з гладким циліндровим хвостовиком меншого діаметра в різьбовий отвір блокувальної тяги ВВ (рисунк 8.21), після чого закрутити її ключем до упору, використовуючи для цього відповідні відмітки.



Рисунок 8.21 – Фіксація тяги в блокувальній тязі ВВ

Фіксація тяги при цьому здійснюється за рахунок щільної посадки її хвостовика у відповідні отвори блокувальної тяги. Встановити вузол індикації і аварійного відключення. При цьому необхідно відкрутити болти М6, які кріплять корпус і зняти корпус. Витягнути шлінт, витягнути вісь і зняти хвостовик з важеля, зберігши дві шайби 8 ГОСТ 1137С. Нагвинтити на 45 обертів хвостовик на раніше встановлену тягу блокування ВВ, зорієнтувавши паз хвостовика вертикально. Заздалегідь встановити кронштейн вузла

індикації і аварійного відключення в зборі з механізмом важеля на фасадну панель ВЕ.

Важіль індикатора при цьому повинен увійти до паза хвостовика. Відрегулювати положення хвостовика щодо важеля індикатора, для чого вивести важіль індикатора з паза хвостовика і, обертаючи хвостовик щодо тяги блокування в потрібному напрямі, добитися такого його положення, при якому площина індикатора з покажчиком при встановленій осі зчленування важеля індикатора і хвостовика була розташована вертикально при вимкненому ВВ (рисунок 8.22).



Рисунок 8.22 – Настроювання положення елементів вузла індикації та аварійного відключення

Після закінчення регулювання остаточно закріпити кронштейн, встановити раніше зняті шайби, вісь і розвести шплінт вузла зчленування важеля індикатора і хвостовика, задалегідь нанести на поверхні, які труться, мастило типу ЦИАТИМ201.

Повернути вісь вузла індикації і аварійного відключення за відмітки, що виступають над бічними поверхнями кронштейна, у напрямі розкручування встановленої на цій осі пружини так, щоб відмітки зайняли вертикальне положення. При цьому взаємне розташування отвору в осі і паза у втулці важеля індикатора повинне

забезпечувати вільне проходження тяги через отвір у верхній площині кронштейна і вказані елементи механізму важеля.



Рисунок 8.23 – Встановлення штовхача і пружини

Не виймаючи тягу, завести до упору знизу на кронштейн і диск осі вузла індикації і аварійного відключення знятий раніше корпус, після чого закріпити його кріпленням М6, що входить в комплект модернізації. Заздалегідь встановити утримувач на фасадну панель ВЕ з використанням елементів кріплення.

Для ВЕ МВ завести в отвір утримувача штовхач і накрутити його різьбовим отвором на відповідну частину тяги, заздалегідь встановивши на ній поворотну пружину.

Відрегулювати відстань від осі отвору утримувача до фасадного листа ВЕ і кут його повороту так, щоб штовхач в зборі з тягою вільно, без перешкод переміщався у вертикальному напрямі в отворі вузла індикації і аварійного відключення, після чого остаточно зафіксувати утримувач.

Для всіх типів ВЕ закріпити раніше встановлений на рукоятці розфіксації ВЕ важіль в пазу вилки штовхача, використовуючи відповідні деталі. Відрегулювати положення важеля на рукоятці розфіксації щодо фасадної панелі ВЕ так, щоб він вільно, без перешкод, переміщувався в пазу вилки штовхача. Обертаючи важіль щодо рукоятки в потрібному напрямі і вкручуючи (викручуючи) тягу в штовхач добитися взаємного розташування вузлів і деталей блокування, що забезпечує повне переміщення (розфіксацію)

напівосей пристрою фіксації ВЕ. При цьому пружини пристрою розфіксації і пружина повинні надійно повертати систему в первинний (зафіксований) стан при відпуску рукоятки фіксації (рисунок 8.24). Змастити поверхні деталей, які труться, мастилом ЦИАТИМ201. Після настройки блокування зафіксувати тягу щодо штовхача гвинтами М4×6.



Рисунок 8.24 – Перевірка надійності роботи пристрою блокування

Заздалегідь встановити кінцевий вимикач типу ВПК 2111 на кронштейні з використанням відповідного кріплення, після чого закріпити кронштейн на фасадній панелі ВЕ і заземлити кінцевий вимикач. При необхідності, підкладаючи шайби М6 СТ СЭВ 280-89 між привалковою поверхнею кронштейна і фасадною панеллю ВЕ, встановити кінцевий вимикач так, щоб його ролик знаходився в діаметральній площині штовхача

Переміщаючи кінцевий вимикач в овальних пазах кронштейна в горизонтальному напрямі і сам кронштейн щодо фасадної панелі в його пазах у вертикальному, добитися такого положення кінцевого вимкача, при якому він надійно розриває електричне коло включення ВВ на перших 5 мм ходу штовхача, після чого остаточно закріпити

кінцевий вимикач і кронштейн його кріплення.

Перевірити надійність роботи всіх вузлів і деталей блокування в зборі шляхом багатократного (10...15 разів) повернення рукоятки фіксації ВЕ за годинниковою стрілкою, при цьому повинні забезпечуватися повне переміщення (розфіксація) напівосей пристрою фіксації ВЕ, спрацювання кінцевого вимикача на перших 5 мм ходу штокача і надійне повернення елементів блокування в початковий стан при відпуску рукоятки. Для ВЕ всіх типів наклеїти на фасадну панель у відповідних місцях покажчики "Розфіксувати", "Знак заземлення" і "Паспортна табличка", заздалегідь знежиривши поверхні уайт-спіритом (рисунком 8.25).

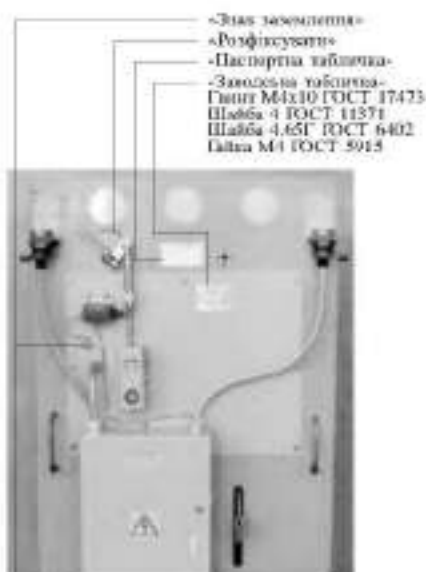


Рисунок 8.25 – Розташування табличок та вказівників на панелі ВЕ

Заповнити укладені в прямокутні поля паспортної таблички необхідними даними і значеннями параметрів КРП, які модернізуються, використовуючи для цього спиртовий або інший незмивний маркер чорного кольору. Зовнішній вигляд ВЕ МВ типу АК 10/400/8 після модернізації повинен відповідати вигляду, представленою на рисунку 8.5.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Дайте визначення трансформаторних підстанцій (ТП).
2. Перерахуйте типи конструкцій ТП, їх особливості та області використання.
3. Назвіть основні вимоти до монтажу трансформаторних підстанцій.
4. Які існують конструкції фундаменту та опорних конструкцій?
5. Перерахуйте послідовність встановлення комплектних трансформаторних підстанцій.
6. Назвіть послідовність встановлення силового трансформатора.
7. Вкажіть послідовність монтажу низьковольтної та високовольтної шафи керування.
8. Яка існує технологія монтажу прохідних ізоляторів?
9. Вкажіть технологічні операції монтажу розрядників, обмежувачів перенапруг.
10. Як виконується монтаж роз'єднувача та приводу до нього?
11. Технологія монтажу контуру заземлення.
12. Послідовність основних операцій з модернізації комплектних розподільних пристроїв напругою 10 кВ.

РОЗДІЛ 9

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ РОБІТ, ЗАЕМЛЕННЯ І ЗАНУЛЕННЯ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

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

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

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

Електрозахисні заходи розподіляють на організаційні та технічні.

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

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

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

Електрозахисні способи об'єднують використання технічних прийомів і пристроїв:

- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання електричного потенціалу;
- автоматичне захисне відключення;
- зостосування м'яких напруг;
- ізоляцію струмопровідних частин;
- використання огорожувальних пристроїв;
- використання попереджувальної сигналізації.

Електрозахисні засоби:

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

9.2 Заземлення у сільських електроустановках

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

Заземлення виконує дві основні функції:

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

Ідеальним заземленням вважають екіпотенціальну поверхню, за яку може вважатися поверхня землі або велика металева плита. Внаслідок чого різниця потенціалів між довільною точкою цієї поверхні та будь-яким заземленням устаткуванням дорівнюватиме нулю. Якщо через систему заземлення та ґрунт (землю) протікає струм, то різниця потенціалів буде нульовою лише в тому випадку, коли нульовим буде опір на шляху протікання струму. У реальних умовах спроба досягти надійних параметрів системи заземлення є намаганням досягти якнайменших значень цього опору, однак у реальних умовах цей опір відрізняється від нуля. Величина опору, або найчастіше активного опору заземлення, визначається передусім властивостями та конструкцією елементів системи заземлення, головним чином заземлювачів її характером та провідністю ґрунту, але також параметрами струму, який протікає: його амплітудою, частотою або швидкістю наростання струму, коли йдеться про блискавку.

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

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

- *захисне заземлення, яке має на меті захист людей та тварин від ураження електричним струмом;*
- *робоче заземлення, яке забезпечує належне функціонування*

електричних, телекомунікаційних та радіоустановок, що також має назву функціонального заземлення.

- *землення системи блискавкизовисоту*, що має на меті безпечно розтікання у ґрунт струмів розряду блискавки.

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

Основними елементами заземлення є *заземлювачі*, або *розтілювачі* у ґрунті струмопровідні елементи, які призначені для безпечного розтікання струму, який відводиться.

Найбільш розповсюджені на *практиці* *шпильки заземлювачі*, тобто металопрофілі, прутки, провози або смуги, які розташовані у ґрунті, вертикально-шпилькові або горизонтально-контурні заземлювачі. Заземлювачі можуть бути виготовлені із окремих вертикальних чи горизонтальних елементів – вони називаються зосереджувальними заземлювачами, або у випадку, коли вони поєднані між собою, утворюють системи складених заземлювачів розгалуженої конфігурації – наприклад, променеві, контурні чи трикутні заземлювачі (рисунк 9.1).

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

Припустимі значення статичного опору визначаються нормами та рекомендаціями й стосуються як вимог до заземлень, які забезпечують захист від ураження електричним струмом, так і заземлювачів систем захисту від блискавки. Деякі значення статичного опору заземлення згідно з вітчизняними нормами наведені у таблиці 9.1

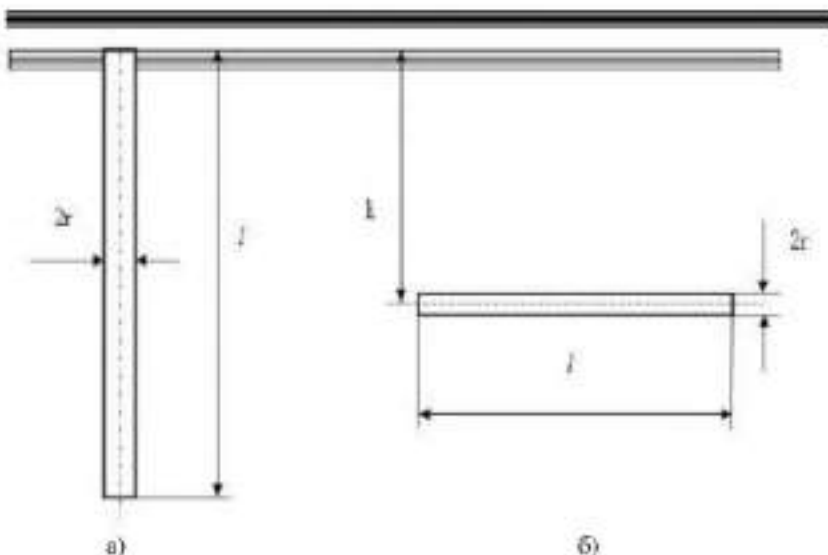


Рисунок 9.1 – Штирковий (а) та горизонтальний заземлювач (б)

Таблиця 9.1 – Допустимі значення опору заземлення

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

9.3 Занулення у скількох електроустановках

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

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

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

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

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

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

Застосування занулення в електроустановках з ізолюваною нейтраллю не допускається

Заземлення або занулення підлягають:

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

- металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів.

Заземлення або занулення не підлягають;

- корпуси електроприймачів з лодвійною ізоляцією, а також корпуси електроприймачів, що підключаються до мережі через роздільний трансформатор;

- рейкові шляхи (окрім кранів), що виходять за територію електростанції, підстанції, розподільних пристроїв і промислових підприємств.

Слід зазначити, що в електричних мережах напругою нижче 1000 В з системами заземлення TN-C-S, TN-S, TT і IT для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом у разі дотику до відкритих струмопровідних частин, що опинилися під напругою унаслідок порушення ізоляції частин, окрім захисного заземлення з нормованим опором, згідно з вимогами ПУЕ ЕСУ повинен застосовуватися також пристрій захисного відключення від прямого випадкового дотику до струмопровідних частин електроустановки.

9.4 Пристрій вирівнювання електричних потенціалів

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

Цей спосіб застосовується для забезпечення електричної безпеки тварин на тваринницьких фермах.

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

У даний час розроблена і широко застосовується для дослідження і прогнозування аварійного стану зземлювальних пристроїв об'єктів електроенергетики методика розрахунку на ЕОМ складних зземлювальних пристроїв з урахуванням неоднорідної структури ґрунту і ряду інших чинників. Саме за допомогою металевих сіток на території електричної підстанції, де зосереджено багато одиниць висововольтного електроустановкавання, простіше і найефективніше вдається здійснити потрібний за умовами електробезпеки рівномірний розподіл електричних потенціалів, як би "підперши" їх і тим сильнм вирівнявши в окремих точках підстанції. В принципі, аналогічний ефект може бути отриманий

(правда, з набагато меншим успіхом) також шляхом істотної зміни конфігурації самого заземлювача і його занурення в ґрунт, а при застосуванні ґрунтового заземлювальних електродів – шляхом їх оптимального розміщення. Проте такий спосіб отримання рівномірного розподілу потенціалів є дорогим і на практиці не застосовується. Металеві стіпки, що розміщуються в ґрунті на території відкритого розподільного пристрою (тако під підлогою виробничого приміщення), призначені для вирівнювання електричного потенціалу, прийнято натягати вирівнювальними сітками. Такі сітки звичайно виконують з тих, що перекрещуються під поверхнею ґрунту і сполучені між собою металевих голих проводів або шин. Це дозволяє найбільш природним чином створити на всій території електричної підстанції і в безпосередній близькості від неї по зовнішньому периметру розподіл електричних потенціалів, що плавно змінюється і забезпечує необхідний ступінь безпеки.

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

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

Враховуючи основне призначення вирівнювальних заземлювальних смуг, їх слід укладати не ближче ніж на відстані 0,3–1 м від устаткування, яке заземлюється, і від стін. При такому укладанні смуг людина зможе торкнутися цього устаткування, знаходячись тільки за цими смугами, а не перед ними.

З метою максимального зменшення напруги дотику вирівнювальну сітку розносять якомога ближче до поверхні землі. Для набуття ж найменших значень напруги кроку сітку необхідно заглиблювати. Тому там, де вирішується завдання забезпечення необхідних значень напруги дотику, сітку треба ретельно витягнути якомога ближче до поверхні землі, а там, де ця вимога відсутня (територія підстанції т.д.), сітку слід заглибити. Такі рішення найбільш раціональні, проте на практиці для спрощення будівельно-монтажних робіт в більшості випадків вдаються до "уніфікації", яка полягає в тому, що всю вирівнювальну сітку на всій території підстанції укладають на одній глибині, зазвичай на відстані від 0,3 до 0,9 м від поверхні ґрунту.

9.5 Застосування малої напруги

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

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

Знижувальні трансформатори на випадок пробією ізоляції між обмотками повинні бути занулені або заземлені залежно від режиму нейтралі живлячої мережі (заземлено або ізольовано). Заборонено застосовувати автотрансформатори, резистори або реостати, включені до схеми потенціометра для живлення електроприймачів малої напруги.

Як самостійний захисний спосіб або на додаток до інших, наприклад, до зниження макієї напруги, можна застосовувати розділючі трансформатори і перетворювачі частоти або частоти струму, наприклад, електромашинні перетворювачі частоти.

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

Згідно з Правилами [11.79], первинна напруга цього трансформатора повинна бути до 1000 В (наприклад, 220 або 380 В), а вторинна номінальна напруга – до 380 В, тобто трансформатор може знижувати напругу, наприклад, до малого, але може і мати коефіцієнт трансформації, близький до одиниці, наприклад, 220/230 В.

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

Не дозволяється використовувати розділюючий трансформатор для декількох електроприймачів, по-перше, тому, що вторинна проводка при цьому стає більш розгалуженою і протяжною, при цьому ростуть активна і смісна провідність через ізоляцію на землю, по-друге, тому, що в різних електроприймачах можуть послідовно статися

пошкодження ізоляції, наприклад, поблизу різномісцевих записків. Тоді через людину, яка доторкнулася до корпусу пошкодженого електроприймача, піде струм під дією вторинної напруги трансформатора.

Згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 (2001) всі електричні вироби за способом захисту людини від ураження електричним струмом діляться на п'ять класів: 0, 0I, I, II і III.

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

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

9.6 Блокування в електроустановках

Блокувальні безпеки – це пристрої, що не допускають небезпечних помилок в роботі, наприклад, знання огорож, відкриття дверцят або кришки в них, коли усереднені огорожі струмопровідні частини знаходяться під напругою.

Часто використовується і інший принцип блокування. Кришку або двері в огорожі неможливо відкрити, поки не знята напруга із захищених кіл, завдяки або безпосередньому важелю або іншому механічному зв'язку між приводом вимикача, роз'єднувача і замком на дверцятках, або спеціальним блокувальним замком на приводі і дверцятках з санним переносним ключем, загальним для обох замків. Замок на рукоятці приводу вимикача відкривається, коли вимикач вклучений, тобто дозволяє у будь-який момент вийняти цей ключ. Замок встановлений так, що ключ не може бути вийнятий із замка, поки замок відкритий. Оскільки ключ один на обидва замки, неможливо

відімкнути обидва замки одночасно, тобто замок на дверцятах огорожі відкрити неможливо, поки вимикач не буде вимкнений і замок на його приводі замкнений. Завдяки цьому виключається пошкодження під напругу усередині огорожі.

Блок-замки бувають механічні, електромеханічні і електромагнітні. На рисунку 9.2 показано креслення механічного блок-замка.

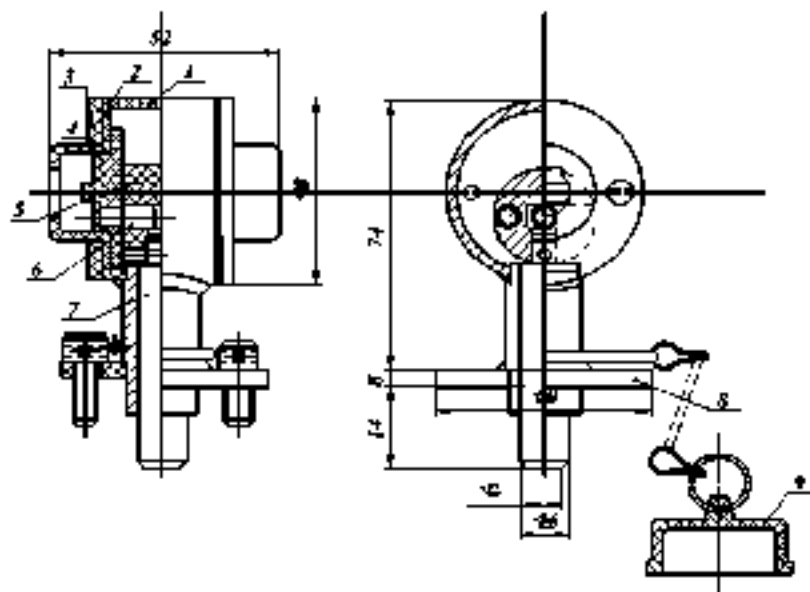


Рисунок 9.2 – Механічний двоключовий блок-замок типу С2

Можливі електричні блокування для запобігання механічним травмам. При небезпечному стані верстата або іншого пристрою розмикаються контакти в колі управління його приводом і він зупиняється або не може бути пущений в ход (наприклад, при знятій огорожі рухомих частин).

Для запобігання дотику стріли автоматично до проводів електричних повітряних ліній під напругою застосовують блокувально-сигнальний пристрій ЛВ-24М1, який зупиняє рух стріли при наближенні на мінімальну відстань від ПЛ.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Перерахуйте електрозахисні способи використання технічних прийомів і пристроїв.
2. Яким чином виконується заземлення у сільських електроустановках?
3. Назвіть послідовність виконання знулення у сільських електроустановках.
4. Як виконується монтаж пристроїв вирівнювання електричних потенціалів?
5. У яких випадках рекомендовано застосування малої напруги?
6. Як виконується блокування в електроустановках?
7. Назвіть основні поняття про заходи захисту людей і тварин від ураження електричним струмом.
8. Перерахуйте основні операції з монтажу блискавкоприймачів.
9. Яким чином виконується монтаж заземлювальних провідників і пристроїв всередині приміщень?

ЛІТЕРАТУРА

1. АВВ. Електрообладнання низької напруги. 2009. Режим доступу: <http://www.avb.ua/product/gb9AAC910006.asp>.
2. Акимов Е.Г., Давыдов Т.Н., Сагірова И.С. Низковольтные комплекные устройства. Низковольтные комплекные устройства для нужд освещения. Сводный каталог. Том 3.-М.: Информэлектр, 2001. – с.72: с ил., табл.
3. Батын А.М. Монтаж електрооборудовання в сільському виробництві. - Мінськ: Ураджэй, 1980 – 296 с.
4. Ганелин А.М., Коструба С.Н. Справочник сільського електрика. – 3-е изд. – М.: Агропромиздат, 1988 – 304 с.
5. Гурій А.М., Поворожнюк Н.І. Електричні і радіотехнічні вимірювання: Посіб. для пед. працівників та учнів проф.-техн. навч. закл. – К.: Навч. книга, 2002. – 287 с.
6. ДБН А 2.2-1-2003 Проектування. Склав і зміст матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування.
7. ДБН А. 2.2-3-2004 Проектування. Склав, порядок розроблення, погодження та затвердження проекційної документації для будівництва.
8. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
9. Державні санітарні норми і правила захисту населення від електромагнітних випромінювань (Київ, УНЦ МОЗ, 1996)
10. Джерела світла. Комплекуючі для світильників. – К.: Елетек, 2009. – 16 с.
11. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: АТ "Київська книжково-фабрика", 1998. – 380 с.
12. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: ВП "ТРАНСНА", 2001. – 117 с.
13. ДСТУ EN 50086-1:2004 Системи кабелепроводів для електричних установок. Частина 1. Загальні технічні вимоги.
14. Олійник В.С., Гайдук В.М., Гончар Г.Ф. та ін. Довідник сільського електрика / За ред. В.С. Олійника – 3-е вид. перероб. і доп. – К.: Урожай, 1989. – 264 с.

15. **Электрокаталог поставщиков электрооборудования, материалов та послуг.** – Львів: ТзОВ "Редакція газети "ЕлектроТЕМА", 2009. – 64 с. Режим доступу: <http://www.electra.com.ua/>.

16. **Живов М.С.** Справочник молодого электромонтажника. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 1990. – 207 с.

17. **Живов М.С.** Электромонтажник по распределительным устройствам промышленных предприятий. – М.: Высш. школа, 1987. – 704 с.

18. **Живов М.С.** Электромонтажник по распределительным устройствам промышленных предприятий. – М.: Высш. школа, 1982. – 247 с.

19. **Журнал "Электрические сети и системы"**, 2009, Режим доступу: www.enrgo.net.ua. Дата посилання 1.09.2009.

20. **Зак С.М., Пленковский Ю.А.** Монтаж светильников с газоразрядными лампами. – 3-е изд., доп. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 112 с.

21. **Про електроенергетику: Закон України від 16.10.1997 № 575/97-ВР (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 1, ст. 1).**

22. **Нванов и др.** Справочник по монтажу распределительных устройств выше 1 кВ на электростанциях и подстанциях. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 304 с.

23. **Изоляционные материалы производства компании 3М. Каталог.** – К.: Представительство 3М, 2009. – 96 с. Режим доступу: http://solutions.3m.com/wpr/portal/3M/ru_UA/World/Wide/.

24. **Испытание электротехнических изделий: Учеб. пособие для сред. ПТУ.** – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 247 с.

25. **Ирда П.Д.** Монтаж электроустановок в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1983. – 144 с.

26. **Каминский Е.А.** Проектные примеры чтения схем электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 368 с.

27. **Каталог электротехнической продукции** – К.: ПРОСВІТ, 2009. – 16 с. Режим доступу: e-mail: proswit@ukr.net.

28. **Каталог проводов и кабелей.** – Одесса: "TYUMEN TWOMEN", 2009. – 22 с. Режим доступу: <http://www.twomen.odessa.ua/ukr/products/ab/>.

29. **Каталог светильников.** – К.: ELECTRUM, 2009. – 38 с. Режим доступу: <http://www.electrum.com.ua/>. Дата посилання 1.09.2009.

30. Каталог світлотехнічної продукції. Корпорація "ВАТРА" – К.: ООО "Патріярм-Інвест", 2009. – 16 с. Режим доступу: www.vatra.com.ua/.

31. Каталог. ДКС "Каталог кабеленесущих систем 2008". – К.: ЗАО "Діелектрические Кабельные Системы Украины", 2008. – 260 с.

32. Каталог. ЕлектроСвіт. Нова автоматизація. – Львів: ЕлектроСвіт, 2009. – 6 с. Режим доступу: <http://es.ua>.

33. Каталог. Компактний люмінесцентна лампа з вмонтованим пускорегулюючим пристроєм ТМ MAXUS – Харків: ПрестижНаб, 2009. – 2 с. Режим доступу: <http://maxus.com.ua>

34. Каталог. Світлотехніка. – Бровари: Торговий Дім Світлотехніка, 2009 – 123 с. Режим доступу: <http://svitlotehnika.com.ua/catalog/?mp=catalog>.

35. Каталог. Все для производств электротехнического оборудования и электрификации в промышленном и гражданском строительстве НТЦ "Харьков реле комплект". Режим доступу: <http://http://www.nrc.com.ua/page-id-47.html>.

36. Кабельная продукция Каталог. – Бердянск: Азовская кабельная компания. Режим доступу: <http://www.azovcc.ru/index.php>.

37. Контактгор низковольтный вакуумный LSM/TEL-1/400. Режим доступу: <http://www.kontaktin.ru/>.

38. Контев А.А. Монтажные требования к электрооборудованию и материалам. – М.: Энергоиздат, 1982. – 96 с.

39. Кшиторев А.Ф. Практическое руководство по монтажу электрических сетей. – М.: Высш. шк., 1987. – 271 с.

40. Кушенко Ю.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом "Монтаж енергетичного обладнання та засобів автоматизації". – Мелітополь. ТДАТА, 2005 – 120 с. Рекомендовано до друку методичною комісією факультету "Енергетика сільськогосподарського виробництва" протокол № 7 від 23.06.2005 р.

41. Лявинец Н.П. Справочник энергетика-строителя. – 3-е изд. – К.: Будівельник, 1988 – 176 с.

42. Магидин Ф.А. Сооружение воздушных линий электропередач: Учебник для сред проф. техн. училищ. – М.: Высш. школа, 1982. – 335 с.

43. Масляян Э.С. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 504 с.

44. НАПБ А.01.001-2004 "Правила пожарной безопасности в Украине" від 19.10.2004 № 126, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 04.11.2004 за № 1410/10009.

45. Низковольтная коммутационная техника. ДП Сименс Украина. 2009. Режим доступу: <http://adi.siemens.ua/ru/zh/ed/ccc/protection/>.

46. Низковольтное оборудование. – Великие Луки: ЗАО "Завод электротехнического оборудования", 2009. – 4 с. Режим доступу: <http://7149.ru/all-biz.info/>.

47. Никельберг В. Д., Кожухаров В.И. Монтаж освещения промышленных и жилых зданий. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 224 с.

48. Номенклатура кабельной продукции – Запорожье: Энергокабельная компания, 2009. Режим доступу: <http://58888.ua/all-biz.info/>.

49. Оборудование для монтажа воздушных линий. – К.: ООО ПК "Уральские заводы". 2009 – 12 с. Режим доступу: <http://uralzavod.com.ua/>.

50. Передача и распределение электроэнергии. Системы кабельных каналов. Том 1...8 – Istanbul: "EAE Elektrotechnik A.S.", 2009. – 150 с. Режим доступу: <http://www.wkabin.com/catalog.htm>.

51. Пирогов, Зевин М.Б. Монтаж электроустановок во взрывоопасных зонах. – М.: Энергоатомиздат, 01987. – 224 с.

52. Подстанции комплектные трансформаторные мощностью 25, 40, 63, 400, 160, 250,400 кВА. Техническая информация ПКАИ. 670049-009 ТИ. – Ровно. 2001. – 14 с.

53. Правила устройства электроустановок -Х.: Издательство "ИНДУСТРИЯ", 2007. – 416 с.

54. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: ДП НТУКЦ "АсВпВнерго". – 2007. – 304 с.

55. Презентаційний диск кабеленесущих систем ДКС 2004. – К.:ЗАО "Диелектрические Кабельные Системы Украины". – 2009. Режим доступу: www.dks.ua.

56. Провода самонесущие изолированные. – Д.: "ООО "Электал". 2009. – 28 с. Режим доступу: <http://www.elektal.com.ua/o.htm>.

57. Производство низковольтного электрооборудования – Александрия: ЗАО "НПО "ЭТАЛ", 2009. – 33 с. <http://www.etal.ua/ru/catalogue/page4/>.

58. Предохранители серии ПН22. – Запорожье: ООО "Квалри", 2009. – 12 с.

59. Профессиональный инструмент для электромонтажа. – Доступ <http://dip.com.ua>.
60. Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации электроустановок зданий при применении устройств защитного отключения. – М.: Издательство МЭН, 2001. – 120 с.: ил.
61. Сакулин В. П. Охрана труда при монтаже и эксплуатации сельских электроустановок – Л.: Агропромиздат, 1986. – 223 с.
62. Свет и растения – Каталог. Master 24.04 2009. Режим доступа: www.Lighting.philips.com.
63. Современные решения от "OBO". – К.: ТОВ "ОБО Бетгерманн Україна", 2009. – 48 с. Режим доступа: <http://www.obo-bettermann.com/uk/>
64. Соколов Б.А., Соколова Н.Б. Монтаж электрических установок. – М.: Энергоатомиздат, 1991 – 542 с.
65. Голота А.Д. Автоматика в электроэнергетических системах: Навч. посібн. – К.: Вищо шк., 2006. – 367 с.
66. Мілнх В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник / За ред. В.І. Мілнх. 2-е вид. – К.: Каравела, 2008. – 688 с. – 592 с.
67. СОУ-Н ББ 21.262.2008 Кліматичне забезпечення будівництва та експлуатації електричних мереж. – К.: ОЕП "ГРІФРЕ", 2008. – 35 с.
68. Средства промышленной автоматизации. – К.: Логікон, 2009. – 60 с. Режим доступа: <http://www.logicon.ua/company.html>.
69. Чуншкін А.А. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
70. Экспресс - клеммы для строительного электромонтажа "WAGO". 2009. Режим доступа: <http://www.wago.com.ua/>
71. Электромонтажные изделия. Том 1. – Выпуск 2009. – Кременчуг: Electrograd, 2009 – 32 с. Режим доступа: <http://www.electrograd.com.ua/equipment/>.
72. Электронное реле защиты электродвигателей ЭРЗЭ-5М. Руководство по эксплуатации ЭРЗЭ-5М.00.000.РЭ. – Харьков, 2009. – 10 с. Режим доступа: www.tehnikharkiv.com.
73. Электротехническая продукция Таврида Электрик. – С.: "Таврида Электрик", 2009. – 65 с. Режим доступа: <http://www.teu.tavriada.com/>
74. Электротехническая продукция АсКо УкрЕМ. Режим доступа: http://www.ascola/e-store/xml_catalog/.

75. Электротехническая продукция НЭК. – К.: "НЭК Украина", 2009. – 65 с. Режим доступа: <http://www.jek.com.ua/>.

76. Электротехническая продукция. Производственное предприятие ООО "Вилком-Электро", 2009. Режим доступа: www.vilkom@online.kiev.ua.

77. Ермоляев С.О., Яковлев В.Ф., Мунтян В.О., Козирский В.В., Радько І.П., Куценко Ю.М. Проектирование систем электропитания в АПК. Начальный курсник / 3-й ред. С.О. Ермоляев. – Метітополь: друкарня "Люкс", 2009. – 567 с.

78. Пилипчук Р.В., Щиренко Я.В., Яремчук Р.Ю. Энергоэффективное промышленное освещение. Методично-справочное пособие – Донецк: Коштан, 2005 – 366 с.

79. Якобс А.Н., Луковников А.В. Электробезопасность в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1981. – 239 с.

ДОДАТКИ


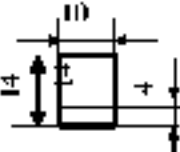

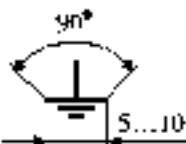

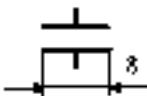

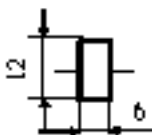

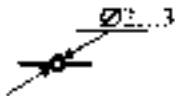

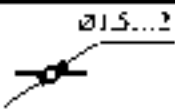

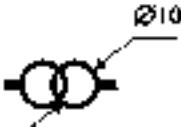
ДОДАТОК А1
(довідковий)

Позначення елементів електричних схем


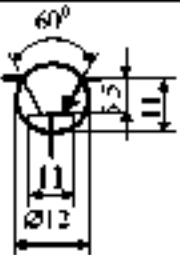








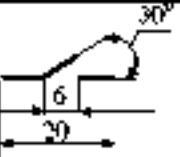
Таблиця А1 – Умовні графічні позначення і розміри елементів електричних схем

Назва елементів	1	Графічне позначення елемента	Розміри зображення елемента	Номери ГОСТ, ЦСТУ
1	2	3	4	5
Діод, випрямний блок	VD			2.746-68 (2002)
Резистор постійний	R			2.728-74 (2002)
Запобіжник плавкий	FU			2.727-68 (2002)
Лампа розжарювальна освітлювальна	FI			2.732-68 (2002)
Вольтметр	PV			2.729-68 (2002)

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5
Пічильник активної енергії	PI			2.729-68 (2002)
Ваземлення				2.754-72 (2001)
Конденсатор постійної ємкості	C			2.728-74 (2002)
Котушка збілолка реле	K			2.754-72 (2004)
Контакт розбірного з'єднання	XT			2.755-87 (2004)
Контакт нерозбірного з'єднання	XN			2.755-87 (2004)
Трансформатор однофазний з феромагнітним осереддя	T			2.754-72 (2002)


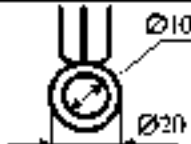

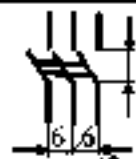









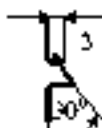
Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5
Транзистор тип $p-n-p$ тип $n-p-n$	VT			2.730-73 (2002)
Польовий транзистор з каналом - n - типу - p - типу	VT			2.730-73 (2002)
Антенна несиметрична а) розгортання б) передача в) прийом	W			2.735-68 (2009)
Антенна симетрична (вібратор)	W	а)  б) 		2.735-68 (2009)
Контакти - розбірне з'єднання - нерозбірне	XT XN		-	2.755-87 (2004)
Випаєний тумблер	SA			2.755-74 (2004)

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5
Кнопка з самоповерненням	SB			2.755-87 (2004)
З'єднання штепсельне роз'ємне	XT			2.755-87 (2004)
Штепсель	XP			2.755-87 (2004)
Гніздо	XS			2.755-87 (2004)
Трансформатор	T			2.723-68 (2002)
Діод напір-провідниковий	VD			2.730-73 (2002)
Діод тунельний	VD			2.730-73 (2002)
Стабілітрон: - однобічний - двобічний	VD			2.730-73 (2002)






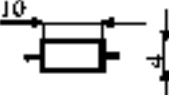

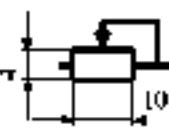



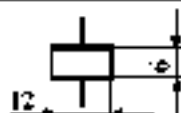

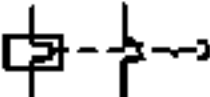
Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5
Електродвигун трифазного струму	M			2.722-68 (2007)
Вимикач триполюсний	QS			2.755-87 (2004)
Вимикач триполюсний з автоповерненням	QF			2.755-87 (2004)
Вимикач кнопковий з замикальним контактом	SB			2.755-87 (2004)
Вимикач кнопковий з розмикальним контактом	SB			2.755-87 (2004)
Контакт замикальний	K			2.755-87 (2004)
Контакт розмикальний	K			2.75-87 (2004)


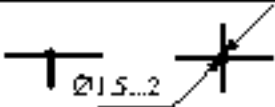
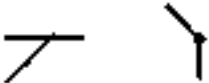
Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5
Контакт розмикаючий теплового реле	KK			2.755-87 (2004)
Контакт роз'ємного з'єднання	XT			2.755-87 (2004)
Контакт роз'ємного з'єднання	XT			2.755-87 (2004)
Штир	XP			2.755-87 (2004)
Гніздо	XS			2.755-87 (2004)
Запобіжник плавкий	FU			2.727-68 (2002)
Джерело живлення електричне. Батарея акумуляторна	G			2.768-90 (2004)
	GB			
Лампа розжарювання сигнальної	HT.			2.732-68 (2007)
Котушка індуктивності	L			2.732-68 (2002)

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5
Дросель	LL			2.732-68 (2002)
Прилад вимірювальний	P			2.729-68 (2002)
Резистор, що не регулюється	R			2.728-74 (2002)
Резистор, що регулюється а) розмиканням ланцюга; б) без розмикання ланцюга	R			2.728-74 (2002)
Терморезистор	R			2.728-74 (2002)
Котушка реле	K			2.756-76 (2004)
Однофазна мостова схема	VD1 VD4			2.735-68 (2009)
Реле електрооплове	KK			2.729-74 (2002)

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
Якір з обмоткою, колекторним та щітками	M		2.721-68 (2007)
Лінія електричного зв'язку з розгалуженням			ДСТУ Б А.2.4-18: 2008
Дозволяється зображувати розгалуження під кутами 45°			ДСТУ Б А.2.4-18: 2008

ДОДАТОК Б1 (довідковий)

Положення про виконання та приймання робіт з монтажу технологічного обладнання

Існуючі положення розповсюджуються на виробництво і приймання робіт по монтажу технологічного обладнання (надалі – обладнання), призначеного для отримання і транспортування початкових, проміжних і кінцевих продуктів при абсолютному тиску від 0,001 МПа (0,01 кгс/см²) до 100 МПа включно (1000 кгс/см²), а також трубопроводів для подачі теплоносіїв, мастила та інших речовин, необхідних для роботи обладнання.

Положення повинні дотримуватися всіма підрозділами, що беруть участь у проєктуванні нових, розширенні, реконструкції і технічному переобладнанні виробництв, що діють, а також реконструкції машин і механізмів.

Роботи по монтажу обладнання, підконтрольних Держпромнагляду України, зокрема зварка і контроль якості зварних з'єднань, повинні проводитися згідно з правилами, нормами і законодавчими актами по охороні праці України.

При виробництві робіт по монтажу обладнання необхідно дотримуватися вимог з правил охорони праці в будівництві, стандартів, технічних умов. Роботи по монтажу обладнання повинні проводитися відповідно до затвердженої проєктно-кошторисної і робочої документації, документації підприємств-виробників. Постачання обладнання і необхідних для монтажу комплектуючих виробів і матеріалів здійснює ВОЗІК, ВМТП за заявками монтажної організації і підрозділу замовника. Закінчення роботи з монтажу обладнання належить вважати після завершення індивідуальних випробувань.

Після закінчення монтажною організацією робіт з монтажу, тобто завершення індивідуальних випробувань і приймання обладнання під комплексне випробування, замовник проводить комплексне випробування обладнання.

Роботи, що виконуються ВМАН і СГА, включають розробку проєктно-кошторисної документації:

✦ за графіками виконання програми технічного розвитку;

- за графіками виконання річних і довгострокових заходів щодо пожежної безпеки та охорони праці;

- за вказівками генерального директора або директорів за напрямом і їх заступників, викладеними в протоколах нарад, наказах і розпорядженнях.

Проектно-конструкторська документація повинна бути виконана і оформлена згідно з правилами, нормами і вимогами стандартів ЄСКД, що діють: СПДБ, ПУЕ, БНП, ДБН, ГОСТ, ДСТУ, ДНАОП, ДСН і правилами по нагляду і вантажопідйомних механізмах, правилами по вибухо- і пожежо-небезпечних умовах, а також нормативними, керівними і каталожно-довідковими матеріалами, передбаченими спеціально для цих цілей, вимогами в паспортах на обладнання.

Проектно-конструкторська документація розробляється після передачі замовником узгодженого і затвердженого технічного завдання. Технічне завдання на проектно-конструкторські роботи розробляється і оформлюється підрозділом-замовником технічної документації. Технічне завдання встановлює призначення, технічну характеристику, показники якості, техніко-економічні і спеціальні вимоги, що пред'являються до проектуваного об'єкту (випробу). Приклад технічного завдання наведеної в СТП 07 (додаток В2.4). ВОЗК повинен надати в БОП копію договору на постачання імпортного обладнання, а в ДМАВП пояснювальну частину договору, протягом 10 днів після його підписання.

Проектна документація до початку будівельно-монтажних робіт повинна пройти експертизу в органах нагляду. Порядок проведення експертизи і її об'єм залежно від виду робіт, на які розроблена проектна документація, а також порядок отримання дозволу регламентуються ДНАОП 0.00-4.05-03 "Порядок видачі дозволів Державним комітетом з нагляду за охороною праці і його територіальними органами".

ДОДАТОК Б 2 (довітковий)

Скорочення

ВМАВП – відділ механізації та автоматизації виробничих процесів;

ВМТП – відділ матеріально-технічного постачання;

ВОЗіК – відділ обладнання, запчастин і комплектуючих;

СГА – служба головного архітектора;

ВГМ – відділ головного механіка;

ВГЕ – відділ головного енергетика;

ВОП – відділ охорони праці;

СЕС – санітарно-епідеміологічна служба;

ВН і ТД – відділ нормативної і технічної документації;

ВНТ і А – відділ нової техніки і асортименту;

ВОНС – відділ охорони навколишнього середовища;

ЗДПО-7 – загін державної пожежної охорони № 7;

ЕТЦ – експертно-технічний центр;

МНС – Міністерство надзвичайних ситуацій;

МОЗ – Міністерство охорони здоров'я;

БНП – будівельні норми і правила;

ДБН – державні будівельні норми;

БН – будівельні норми;

ПУЕ – правила улаштування електроустановок;

ДНАОП – державні нормативні акти з охорони праці;

СТП – стандарти підприємства;

ЄСКД – єдина система конструкторської документації;

СПДБ – система проектно-документації для будівництва;

ГОСТ – державний стандарт;

ДСТУ – державний стандарт України;

ДБН – державні санітарні норми;

ТНЗЕД – товарна номенклатура зовнішньоекономічної діяльності.

ДОДАТОК Б3
(довішкочивий)

Виробнича документація, що оформлюється при монтажі обладнання

При монтажі обладнання, повинні бути складені, а при їх здачі передана робочій комісії виробнича документація, приведена в таблиці В 2.1

Таблиця Б1 – Виробнича документація

Номер	Документація	Примітка
1	2	3
1	Акт передачі робочій документації для виконання робіт	.
2	Акт передачі обладнання, виробів та матеріалів до монтажу	.
3	Акт готовності фундаментів до виконання монтажних робіт	.
4	Акт випробування посудів та апаратів	Складають на кожен посуд та апарат, котрий підлягає випробуванню
5	Акт випробування трубопроводів	Складають на кожну ланку трубопроводів
6	Акт випробування машин та механізмів	Складають на кожну машину або механізм, що підлягає випробуванню
7	Акт огляду прихованих робіт (при монтажі обладнання та трубопроводів)	.
8	Акт перевірки установки обладнання на фундамент	До акту додають формуляр з вказуваннями замірів, проведених при монтажі
9	Акт приймання обладнання після індивідуальних випробувань	.
10	Акт робочої комісії про приймання обладнання після комплексного випробування	.

- рахунок-фактура;
- сертифікат походження;
- сертифікат якості;
- пакувальні листи;
- експортні декларації;
- контракт на придбання, завершений на підприємстві, в одному екземплярі;

- інші документи та вимоги

3. Декларанти бюро декларування визначають код ТНЗЕД обладнання що надходить, та визначають перелік дозволів.

4. Залежно від коду ТНЗЕД товару оформлюються:

- складання попереднього договору з обласною СЕС на експертизу обладнання.

- укладення Державної санітарно-епідеміологічної експертизи або лист головного санітарного лікаря обласної СЕС про можливість вводу та використання в Україні згідно з існуючим висновком;

- на обладнання потужністю, більшою 75 кВт (100 л. с.), оформлюється "Експертний висновок про відповідність об'єкту нормативним актам з питань енергопостачання" в Керівництві Державної інспекції з енергозбереження.

- при необхідності оформлюються інші дозволяючі документи для митного оформлення (УкрСЕПРО, Державного комітету ядерного регулювання України СЕРТАТОМ, Дніпроестрологія, ДержЕкспорт-Контроль та ін.)

5. Надання в ВОП копії контракту, попереднього договору з обласної СЕС, дозволяючих документів, сертифікатів (на прогні 10 днів після отримання).

6. Передача усю документацію на обладнання, описувальну частину контракту, а також дозволяючі документи і сертифікати до ВМАВП для розробки проектної документації, а у подальшому – підрозділу-замовнику.

ВМАВП (відділ механізації та автоматизації виробничих процесів):

1. Розробка проектної документації згідно з ліцензією (розділи ТХ, ОВ, ВК, ТС, НВК, ПТ, Э, Эсм, Эсо та ін.)

2. Видача завдань на розробку архітектурно-будівельної частини в СА.

3. Складання пояснювальних записок до проектів, розроблених ВМАВП (за необхідністю).

4. **Погодження проєктів, що не вимагають комплексної експертизи:**

- СЕС;
- ЗДПО-7 (МНС)

5. **Надання допомоги СГА:**

у погодженні проєктів, що вимагають комплексної експертизи, в різних інстанціях;

у складанні технічних умов ґрунтувальних пристя, переліки потужностей та ін.

6. **Інформування про погодження проєктів технічного директора та ВОП (протягом 10 днів).**

7. **Розробка паспортів на обладнання, розроблене ВМАНП.**

8. **Ресстрація актів робочої комісії та наказів про введення до експлуатації**

9. **Передає до ВОП за їх службовою запискою копії технічної документації з описувальною частиною та розділом з охорони праці, дозволяючих документів та сертифікатів.**

СГА (служба головного архітектора):

1. **Отримання дозволу на початок проєктування для проєктів, що вимагають комплексного погодження.**

2. **Розробка будівельної частини проєкту (розділи АС, ГП, КМ, КЮ).**

3. **Складання договорів на розробку розділу ОВОС з організацією, що має ліцензію на даній виді робіт.**

4. **Погодження проєктів, що вимагають комплексного погодження:**

- ДЮК "Українвестекспертиза";
- СЕС;
- МНС;
- Управління екології;
- Державної інспекції з енергозбереження;
- ПрЕТЦ (за необхідності);
- інших органів (за необхідності).

5. **Інформування про узгодження проєктів технічного директора та ВОП (протягом 10 днів).**

6. **Вилуч узгоджену документацію підрозділу-замовнику.**

ВН + ТД (відділ нормативної і технічної документації):

Отримання сертифікатів на імпордне обладнання.

ВОП (відділ охорони праці):

1. Оформлення листів (за заявою підрозділу) про участь представників органів надзору в роботі комісії по введенню обладнання в експлуатацію та отримання підписів представників:

- МНС (ОГПО-7);
- СЕС;
- Держпроннагляду.

2. На імпортне обладнання забезпечує гігієнічний висновок обласної СЕС, для чого готує:

- заяву Головному санітарному підрозділу області;
- заяву заступнику міністра МОЗ України;
- акт дослідження районної СЕС;
- протоколи дослідження повітря робочої зони,
- протоколи замірів шуму, вібрації, що виконані районною СЕС за договором:

- договір на проведення санітарно-гігієнічної експертизи

3. Складання договорів на проведення замірів освітленості на робочому місці.

Бюро фізіології праці ВОП:

1. Виконання замірів за заявою підрозділів (шум, вібрації, теплове промінювання).

2. Видача протоколів.

ВГЕ (відділ головного енергетика):

1. Надас паспорти на електрообладнання.

2. Забезпечує за вимогою протоколи замірів заземлення, опору та ін.

3. Дає дозвіл на виробництво земляних робіт.

Підприємства організації:

1. Ведення документації, журналів, які заповнюються при проведенні будівельно-монтажних робіт.

2. Заповнює акти згідно з "Положенням...", що оформлюються у процесі проведення будівельно-монтажних робіт

3. Бере участь у робочій комісії по прийманню обладнання.

ВОНС (відділ охорони навколишнього середовища):

1. Надавання даних для розділу ОВОС.

2. Надавання допомоги в експертні проєкти в управлінні екологією

3. Заміри повітря у робочій зоні.

4. Видача протоколів замірів підрозділу-дмовнику.

Підрозділ-замовник:

1. Заповнює акти відповідно до "Положення..." на роботи, що передують монтажу обладнання або здійснюються при монтажу:

- акт передавання робочої документації для виконання робіт;
- акт приймання-передачі обладнання до монтажу,
- акт готовності фундаменту до установки обладнання;
- акт на приймання прихованих робіт;
- акт правильності установки обладнання на фундамент.

2. Готує та надає до ВОП пакет документів, необхідний для введення в експлуатацію:

- проект на установку обладнання,
- технічна документація виробника на придбане обладнання;
- паспорт ВМАНП на нестандартне обладнання,
- протоколи замірів шуму;
- протоколи дослідження повітря робочої зони;
- протоколи замірів освітленості;
- протоколи замірів заземлення;
- інші протоколи за вимогою.

3. Надає до ВОП письмове оголошення про готовність обладнання до приймання.

4. Підготовка актів робочої комісії на обладнання, яке вводиться в експлуатацію.

5. Підготовка обладнання до приймання його робочою комісією та проведення випробувань.

6. Вилучення зауважень, що виявлені робочою комісією в ході випробувань.

7. Реєстрація підписаних членами комісії актів у ВМАНП.

8. Підготовка наказу про ввіл обладнання до експлуатації з погодженням у зацікавлених службах.

9. Оформлення спільно з бухгалтерією актів по формі 03-1 або 03-2

ДОДАТОК В1 (довідковий)

Автомати світлочутливі серії АСТ-10

Призначення: Автомат світлочутливий герметичний, з вмонтованим світлочутливим датчиком АСТ-10 призначений для автоматичного ввімкнення освітлення на вулицях та площах, вітрих магазинів, реклам тощо в сутінках і вимкнення такого освітлення на світанку [32].

Принцип дії: Автомат розташовується в місці, де є постійний доступ природного світла, яке зміною своєї інтенсивності вмикатиме і вимикатиме освітлення. Момент вмикання освітлення користувач може встановити потенціометром. Оберт в сторону "місяця" – ввімкнення освітлення при меншій інтенсивності природного світла, оберт в сторону "сонечка" – при більшій. Автомат обладнано системою затримки вимкнення і вимкнення освітлення, таким чином він знешкоджує вплив перешкод (наприклад, атмосферних розрядів) на роботу автомата.

Таблиця В1.1 – Технічні характеристики автомата АСТ-10

Найменування параметра	Величина
Напруга живлення	220 В, 50 Гц
Максимальний струм навантаження	10 А
Регульований поріг спрацювання	2 – 1000 лк
Гістерезис	близько 15 лк
Затримка спрацювання ввімкнення	1 – 15 с
Затримка спрацювання вимкнення	10 – 30 с
Споживана потужність	0,56 Вт
Кабельне і'єднання	0,8 м 3x0,75 мм ²
Витривалість контактів	5·10 ⁶ вмикань
Робоча температура	від -25°С до +50°С
Ступінь захисту пристрою	IP65
Габаритні розміри	26x50x67 мм
Монтаж пристрою	двома шурупами до основи



Рисунок В1 – Зовнішній вигляд світлочутливого автомата АСТ-10

ДОДАТОК В 2
(довідковий)

Реле напруги серії ДПФ - 4

Призначення: Реле напруги ДПФ-4 призначено для контролю рівня напруги мережі та захисту електричних пристроїв від небезпечного для них підвищення та зниження рівня напруги мережі поза встановлені межі. Пристосовано для монтажу на монтажній шині в електрощитах.

Принцип дії: Потенціометрами встановлюються нижній (U1) та верхній (U2) пороги діапазону напруг, в межах яких зміна рівня не спричинить розмикання контактів реле. Якщо рівень напруги в мережі виходить за межі встановленого діапазону, то контакти вихідного реле розмикаються і від'єднують навантаження. Повторно навантаження вмикається автоматично, коли значення рівня напруги в мережі повертається у встановлений діапазон.

Таблиця В2 – Технічні характеристики реле напруги ДПФ-4

Найменування параметра	Величина
Напруга живлення	380 В, 50 Гц
Максимальний струм навантаження	10 А
Кількість груп контактів	1
Затримка спрацювання для нижнього (U1) порогу	1,5 с
Напруга нижнього порогу регульована	150-210 В
Споживана потужність	1,7 Вт
Робоча температура	від -25°C до +50°C
Ступінь захисту пристрою	IP40
Монтаж пристрою	на шині 35 мм
Присаднання проводів	затискачі гвинтові 4 мм ²
Габаритні розміри	три модулі типу S (17,5 мм)



Рисунок В2 – Зовнішній вигляд реле напруги ДПФ-4

ДОДАТОК В 3
(довідковий)

Реле зниження фаз серії ДПФ

Призначення: Реле зниження фаз призначені для захисту електричних двигунів, які живляться від трифазної мережі змінного струму, у випадку зниження напруги однієї чи двох фаз або у випадку несиметрії напруг між фазами, що може бути причиною виходу з ладу двигунів.

Принцип дії: Зниження напруги хоча б на одній довільній фазі або несиметрія напруг між фазами більша ніж встановлена фабрично призведе до аварійного вимкнення двигуна. Вимкнення відбувається з затримкою 4 с, що запобігає випадковому вимкненню двигуна під час короткочасного зниження напруги живлення однієї чи двох фаз. Повторне увімкнення відбувається автоматично при зменшенні несиметрії напруг на 5 В, інакше запуск двигуна є неможливим.

Таблиця В3 – Технічні характеристики реле зниження фаз ДПФ

Найменування параметра	Величина
Напруга живлення	380 В, 50 Гц
Максимальний струм навантаження	10 А
Групи вихідних контактів	1 вільно розімкнена
Несиметрія напруг для аварійного вимкнення	45 В
Гістерезис напруг	5 В
Споживана потужність	1,6 Вт
Робоча температура	від -25°C до +50°C
Ступінь захисту пристрою	IP40
Монтаж пристрою	на монтажній основі
Приєднання проводів	кабель 0,5 м
Габаритні розміри	26x50x70 мм



Рисунок В3 – Зовнішній вигляд реле зниження фаз ДПФ

ДОДАТОК В.4 (довідковий)

Автоматичний перемикач фаз серії АПФ

Призначення: Автоматичні поремикачі фаз призначені для підтримання постійного рівня напруги живлення однофазних електроприладів у випадку зникнення фази живлення або зміни рівня напруги на ній після встановлених межі шляхом перемикання живлення на іншу фазу з правильними параметрами.

Принцип дії: На вхід перемикача підведено трифазну чотирипровідну напругу живлення, а з виходу подається напруга однієї фази. Якщо рівень вихідної напруги перевищить встановлені межі, перемикач перемикає на вихід фазу з правильними параметрами. Під час перемикання (від'єднання однієї фази та під'єднання іншої) на виході короткочасно немає напруги. Перемикачі фаз АПФ-441 та АПФ-451 пристосовані для під'єднання трьох додаткових реле (контакторів) до кожної фази для живлення електроприладів струмом понад 16 А. Без додаткових реле максимальний струм живлення становить 16 А.

Таблиця В.4 – Технічні характеристики автоматичного перемикача фаз

Найменування параметра	Величина
Вхідна напруга	380 В, 50 Гц
Вихідна напруга	220 В, 50 Гц
Максимальний струм навантаження	16 А
Поріг спрацювання (L1, L2)	195 В
Поріг спрацювання (фаза L3)	190 В
Час перемикання	<0,2 с
Гістерезис	5 В
Робоча температура	від -25°C до +50°C
Витривалість контактів	5-106 вмикань
Ступінь захисту	IP40
Монтаж пристрою	на шині 35 мм
Приєднання провідів	затискачі гвинтові 4 мм ²
Габаритні розміри	1 модуль і піву S (52,5 мм)

Пошкодження реле робочої фази (перегорання контактів, розрив кола котушки) призведе до перемикання живлення на іншу фазу. Конструкція пристрою не дозволяє ввімкнути більше одного реле одночасно, тому у випадку замикання контактів реле в колі фази з неправильними параметрами перемикання на іншу фазу не відбудеться.



Рисунок В 4.1 – Зовнішній вигляд автоматичного перемикача фаз

Фаза L3 є пріоритетною. Якщо вона матиме правильні параметри, перемикач перемкне її на вихід незважаючи на те, що рівень напруги під'єднаної фази є правильним. Час перемикання однієї фази на іншу становить 0,2 с.

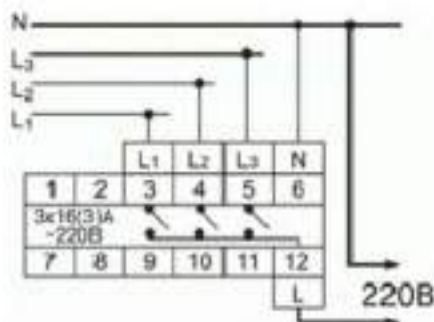


Рисунок В4.2 – Схема включення автоматичного перемикача фаз

ДОДАТОК В 5 (довідковий)

Реле часу серії РЧ 512

Приміщення: Реле часу призначені для передачі команд з одного електричного кола в інше з визначеною, наперед встановленою затримкою; застосовуються для керування пристроями промислової та побутової автоматики, вентиляцій, обігріву, освітлення, сигналізації тощо.

Принцип дії: В момент ввімкнення живлення контакти вихідного реле пристрою замикаються і починається відлік встановленого часу t у встановленому діапазоні x t, по закінченні якого контакти повертаються в початковий стан. Після вимкнення напруги живлення та її повторної подачі робочий режим реле реалізується знову.

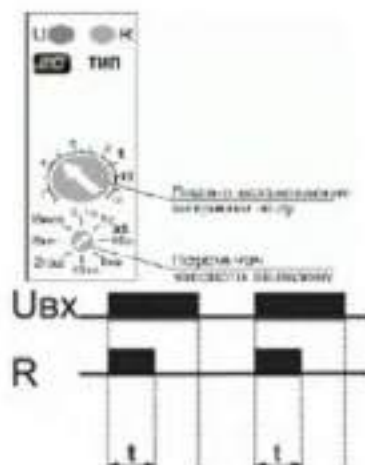
Встановлення перемикача часового діапазону в положення:

ВКЛ – призводить до тривалого замикання контактів вихідного реле при ввімкненому живленні.

ВИКЛ – призводить до тривалого розмикання контактів вихідного реле при ввімкненому живленні.

РЧ-512 в одному з двох варіантів живлення: 220 В, 50 Гц або 24 В змінної чи постійної напруги

РЧ-512 уні – 12-264 В змінної чи постійної напруги



ДОДАТОК В 6
(довідковий)

Електромагнітні реле серії PE

Призначення. слугують для гальванічної розв'язки між силовими колами і колами управління електричних пристроїв

Таблиця В6 – Технічні характеристики електромагнітного реле

Найменування параметра	Величина
Відповідність стандарту	IEC 61095
Напруга живлення: PE-хР 230 В PE-хР 110 В PE-хР 48 В PE-хР 24 В PE-хР 12 В	230 В ~ 110 В ~/ 48 В ~/ 24 В ~/ 12 В ~/
Струм навантаження: PE-1Р PE-2Р PE-3Р	< 16 А 2 × (< 8 А) 3 × (< 8 А)
Категорія використання	АС-7а
Напруга ізоляції	400 В
Напруга пробної ізоляції	контакти - обмотки 2,5 кВ
Між групами контактів	3,6 кВ
Між розімкненими контактами	1,2 кВ
Витривалість до перевантажень	3 кВ
Клас безпеки	В
Ступінь герметичності корпусу	IP40
Струм споживання	25 мА
Індикація спрацювання	зелений LED
Приєднання провідів	затискливі гвинтові 2,5 мм ²
Робоча температура	від -25°C до +50°C
Габаритні розміри	1 модуль типу S (17,5 мм)
Монтаж	на шині 35 мм

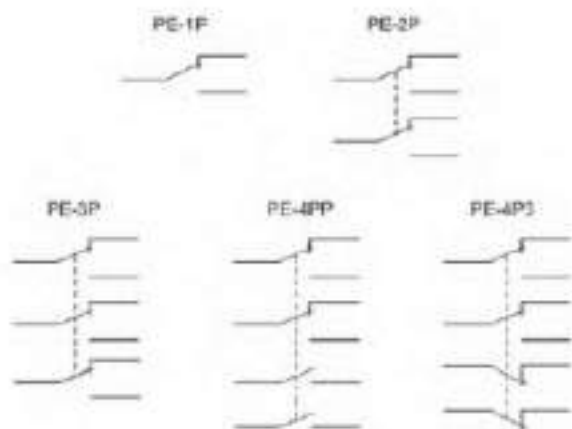


Рисунок В6 – Зовнішній вигляд та схеми контактів електромагнітного реле

ДОДАТОК В7 (довідковий)

Обмежувач потужності серії ОП-1

Призначення: Обмежувач споживаної потужності призначено для автоматичного від'єднання живлення електричного кола однофазної мережі у випадку перевищення встановленої величини потужності, яку споживають електричні пристрої в даному колі.

Принцип дії: Обмежувач потужності забезпечує неперервне споживання електроенергії, якщо сумарна потужність електричних пристроїв в контрольованому колі є нижча від встановленої обмежувачем. Перевищення встановленого порогу споживаної потужності в контрольованому колі призводить до від'єднання джерела живлення цього кола. Живлення буде поновлено автоматично після встановленого часу. Якщо величина споживаної потужності далі буде перевищувати встановлену, джерело живлення знову буде від'єднане.

Таблиця В7 – Технічні характеристики обмежувача потужності ОП-1

Найменування параметра	Величина
Напруга живлення	220 В, 50 Гц
Максимальний струм навантаження	16 А
Споживана потужність	0,8 Вт
Обмеження потужності	200 – 2000 Вт
Затримка спрацювання	1,5 – 2 с
Затримка поновлення живлення	30 с
Робоча температура	від -25°C до +50°C
Монтаж пристрою	двома шурупами до основи
Приєднання проводів	затискачі гвинтові 4 мм ²
Габаритні розміри	50×67×26 мм



Рисуюнок В7 – Зовнішній вигляд обмежувача потужності ОП-1

ДОДАТОК В8
(довідковий)

Обмежувач потужності серії ОП-631

Таблиця В1.8 – Технічні характеристики обмежувача потужності ОП-631

Найменування параметра	Величина
Напруга живлення	220 В, 50 Гц
Максимальний струм навантаження	16 А
Споживана потужність	0,8 Вт
Обмеження потужності	200 – 2000 Вт
Затримка спрацювання	1,5 – 2 с
Затримка поновлення живлення	30 с
Робоча температура	від -25°С до +50°С
Витривалість контактів	5×10 ⁶ вмикань
Монтаж пристрою	на шині 35 мм
Приєднання проводів	затискачі гвинтові 4 мм ²
Габаритні розміри	3 модулі типу S (52,5 мм)



Рисунок В8.1 – Зовнішній вигляд обмежувача потужності ОП-631

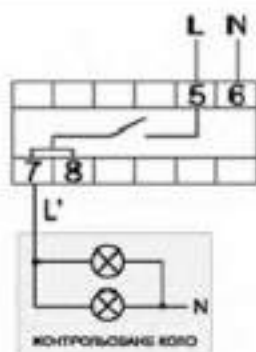


Рисунок В8.2 – Схема ввіключення обмежувача потужності ОП-631

ДОДАТОК Г1
 (довідковий)
Сучасні комплексні рішення для прокладення кабелю
 (Стенди компаній ДКС Україна)



Рисунок Г1.1 – Системи пластикових труб “Експрес” для прихованого і відкритого монтажу



Рисунок Г1.2 – Система для зовнішньої провідки в адміністративних приміщеннях серії “In-Liner”



Рисунок Г1.3 – Система кабель-каналів "In-Liner Front" лінійного типу



Рисунок Г1.4 – Універсальна система електровстановочних виробів "Brava"



Рисунок Г1.5 – Система дровяных лотків "F5-Комбитек"



Рисунок Г1.6 – Система листових металевих лотків "S5-Комбитек"



Рисунок Г1.7 – Кабеленесущая система та комутаційні елементи для електроустановок і щитів керування "Quadro"



Рисунок Г1.8 – Кабельна каналізація силових ліній

ДОДАТОК Д1

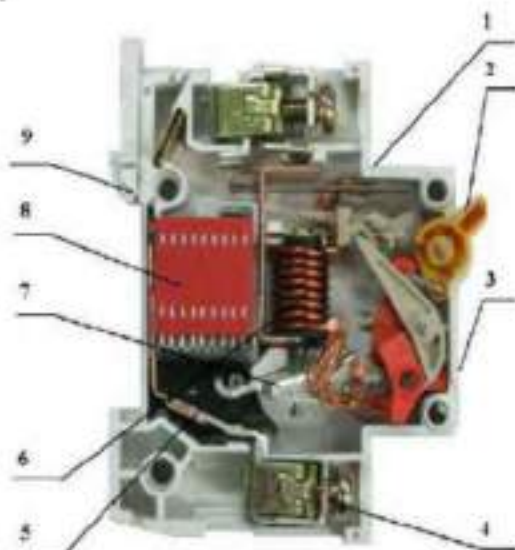
(довідковий)

Автоматичні вимикачі серії ВА47-29

Автоматичні вимикачі ВА 47-29 компанії ІЕК призначені для захисту розподільних і групових мереж, що мають різне навантаження:

- електроприлади, освітлення – вимикачі з характеристикою В;
- двигуни з невеликими пусковими струмами (компресор, вентилятор) – вимикачі з характеристикою С;
- двигуни з великими пусковими струмами (підйомні механізми, насоси) – вимикачі з характеристикою D.

Автоматичні вимикачі ВА47-29 рекомендуються до застосування у відно-розподільних пристроях для житлових і громадських споруд. Випускається 200 типовиконань на 18 номінальних струмів від 0,5 до 63 А.



1 – корпус із термостійкої ABS-пластмаси; 2 – рукоятка керування; 3 – індикатор "Вимкнено-ввімкнено"; 4 – присидувальні затискачі з насічкою для фіксації зовнішніх провідників; 5 – нерухомі і рухомі контакти із срібного композиту; 6 – котушка електромагнітного рознішповача; 7 – біметалічна пластина теплового рознішповача; 8 - дугогасильна камера; 9 – посадочне місце під DIN-рейку

Рисунок Д1 – Конструкція вимикача ВА-47

Особливості конструкції.

1. Конструкція вимикача передбачає два типи захисту від перевантаження і короткого замикання, що істотно підвищує захищеність розподільних і групових кіл.

2. Наплавлення з срібловмісткого композиту підвищує зносостійкість контактної групи і знижує перехідний опір. Уніфікований корпус з можливістю підключення додаткових пристроїв не вимагає розборки, можливості самостійного підключення.

3. Захист механізму теплового розчіплювача плексигласовою вставкою від зміни заводських налаштувань. Збільшений розмір головки гвинта з універсальним плієм (+, -) полегшує монтаж і запобігає випадковим гвинтів при установці.

4. Уніфікований корпус з можливістю підключення додаткових пристроїв не вимагає розборки, можливості самостійного підключення.

5. Удосконалена ширша рукоятка вимикача зі збільшеною площею контакту полегшує процес комутації.

6. Насічки на контактних затискачах знижують теплові втрати і збільшують механічну стійкість з'єднання.

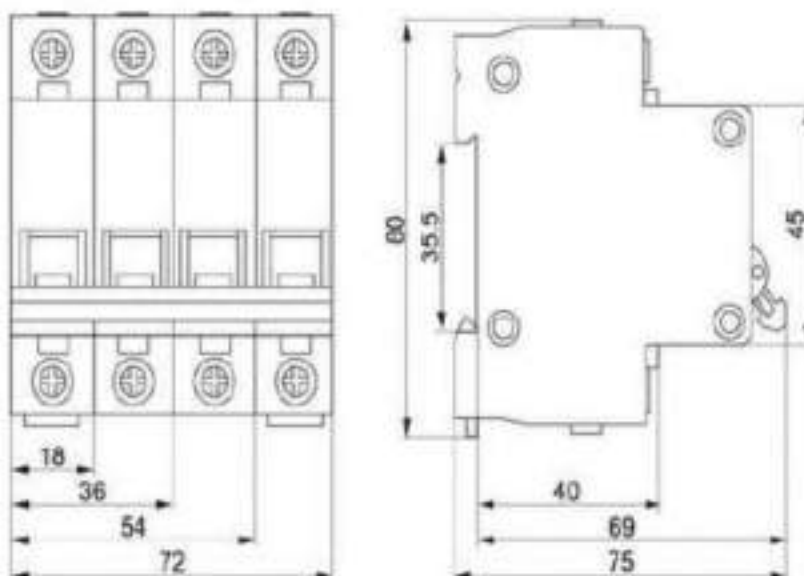


Рисунок Д.2 – Габаритні розміри автоматичного вимикача BA47-29

Таблиця Д1 – Технічні характеристики автоматичного вимикача
ВА 47-29

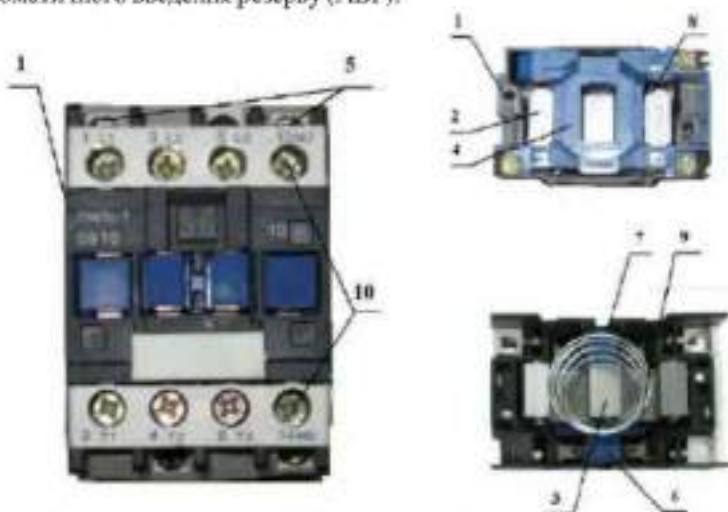
Показник	Значення
Стандарт виконання	ГОСТ Р 50345-99, ТУ 2000 АГНЕ.641.235.003
Номінальна напруга частотою 50 Гц, В	230/400
Номінальний струм I_n , А	0,5; 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63
Номінальна вимикальна здатність, А	4 500
Напруга постійного струму, В полюс	48
Характеристики спрацювання електромагнітного розчіплювача	B, C, D
Кількість полюсів	1, 2, 3, 4
Умови експлуатації	УХЛ14
Ступінь захисту вимикача	IP 20
Електрична зносостійкість, циклів В-О, не менше	6 000
Механічна зносостійкість, циклів В-О, не менше	20 000
Максимальний переріз передувальних проводів, мм ²	25
Наявність дорогіших металів (срібло), г/полюс	0,3±0,5
Маса одного полюсу, кг	0,1
Діапазон робочих температур, °С	-40 ± +50

ДОДАТОК Д2

(додатковий)

Малогабаритні контактори серії КМН

Малогабаритні контактори змінного струму загальнопромислового застосування КМН компанії ІЕК на струм навантаження від 9 до 95А призначені для пуску, зупинки та реверсування асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором на напругу до 660 В (категорія застосування АС-3), а також для дистанційного управління колами освітлення, нагрівальними колами і різними малоіндуктивними навантаженнями (категорія застосування АС-1). Всі виконання на струм навантаження до 40 А мають одну групу замикаючих або розмикаючих додаткових контактів. Виконання на струм навантаження понад 40 А – дві групи (замикаючу і розмикаючу). Область застосування малогабаритних контакторів серії КМН – управління вентиляторами, насосами, тепловими зв'язками, печами, кран-балками, верстатами, освітленням, в системах автоматичного введення резерву (АВР).



1 – основа із термостійкої пластмаси; 2 – нерухома частина магнітопроводу; 3 – рухома частина магнітопроводу; 4 – електромагнітна котушка керування; 5 – контактні затискачі котушки; 6 – траверса з рухомими контактами; 7 – зворотня пружина; 8 – короткозамкнені алюмінієві кільця; 9 – нерухомий контакт; 10 – затискач з насічкою для фіксації провідників силового кола

Рисунок Д 2.1 – Конструкція малогабаритного контактору серії КМН

Особливості конструкції.

1. Прислужувальні контакти спеціальної овальної форми забезпечують надійну фіксацію провідників: - для 1 і 2 габариту – з загартованими тарільчатими шайбами; - для 3 і 4 габариту – з затисковою скобою, що дозволяє підключити контакт більшого перетину.

2. Короткозамкнені алюмінієві кільця, запресовані в полостьи наконечники нерухокої частини магнітної системи, передбачені для запобігання детонації.

3. Насічки на прислужувальних контактах знижують нагрівання проводів завдяки надійній фіксації в місцях прислужування і збільшення сумарної площі контакту.

4. В результаті застосування унікальної технології виробництва магнітна система в робочому положенні забезпечує оптимальний режим експлуатації (відсутність шумів і підвищена надійність контактної системи).

5. Наявність вбудованих додаткових контактів. Кожен контактор до 32 А комплектується вбудованим одним додатковим контактом: 1НО або 1НЗ (замикаючим або розмикаючим). Контактори від 40 до 95 А комплектуються двома додатковими контактами: 1НО + 1НЗ.

6. Існують два способи монтажу контакторів:

а) швидко встановлення на DIN-рейку: КМИ від 09 А до 32 А (1 і 2 габарити) – 35 мм; КМИ від 40 А до 95 А (3 і 4 габарити) – 35 і 75 мм;

б) монтаж за допомогою гвинтів.

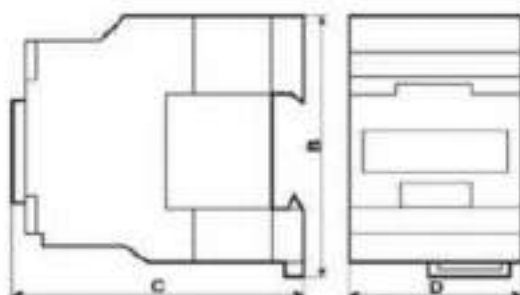


Рисунок Д 2.2 – Габаритні розміри контакторів КМИ-10910; КМИ-10911; КМИ-11210; КМИ-11211; КМИ-11810; КМИ-11811; КМИ-22510; КМИ-22511

Таблиця Д 2.1 – Габаритні розміри і маса контакторів КМИ-10910; КМИ-10911; КМИ-11210; КМИ-11211; КМИ-11810; КМИ-11811 КМИ-22510; КМИ-22511

Типовиконання	Розмір, мм			Маса, не більше кг
	В	С	Д	
КМИ-10910; КМИ-10911	74	80	45	0,34
КМИ-11210; КМИ-11211	74	80	45	0,345
КМИ-11810; КМИ-11811	74	85	45	0,365
КМИ-22510; КМИ-22511	84	93	56	0,400

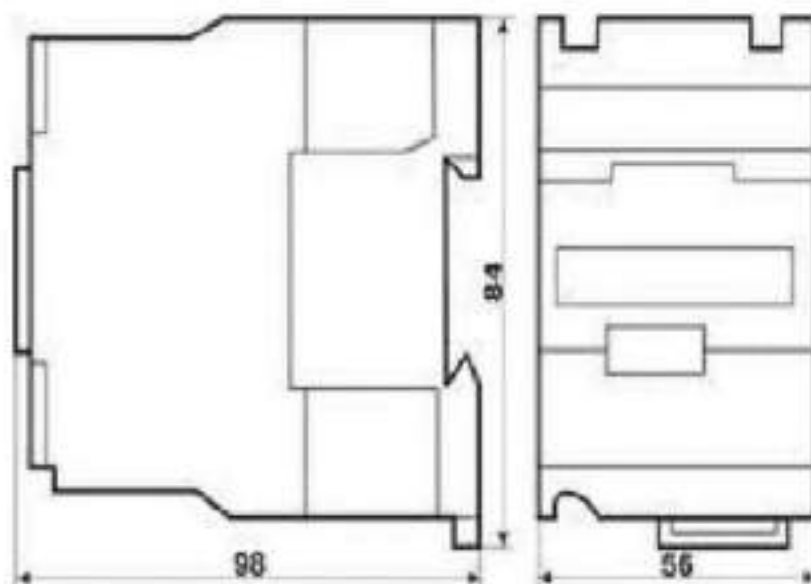


Рисунок Д 2.3 – Габаритні розміри контакторів КМИ-23210; КМИ-23211 (маса 0,545 кг)

Таблиця Д2.2 – Маса контакторів КМИ-34010; КМИ-34011
КМИ-35012; КМИ-46512

Типовиконання	Маса, не більше кг
КМИ-34010; КМИ-34011	1,400
КМИ-35012	1,400
КМИ-46512	1,400

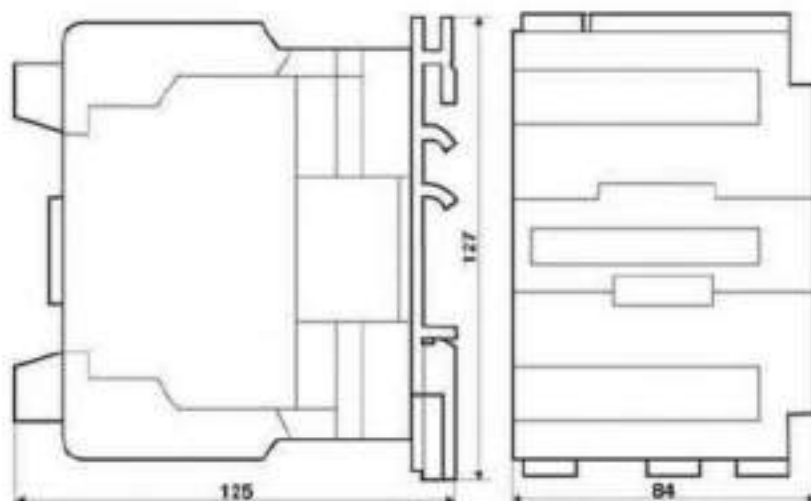


Рисунок Д2.5 – Габаритні розміри контакторів КМИ-48012;
КМИ-49512

Таблиця Д 2.3 – Маса контакторів КМИ-34010; КМИ-34011
КМИ-35012; КМИ-46512

Типовиконання	Маса, не більше кг
КМИ-48012	1,590
КМИ-49512	1,610

Таблиця Д.2.4 – Технічні характеристики контакторів серії КМН

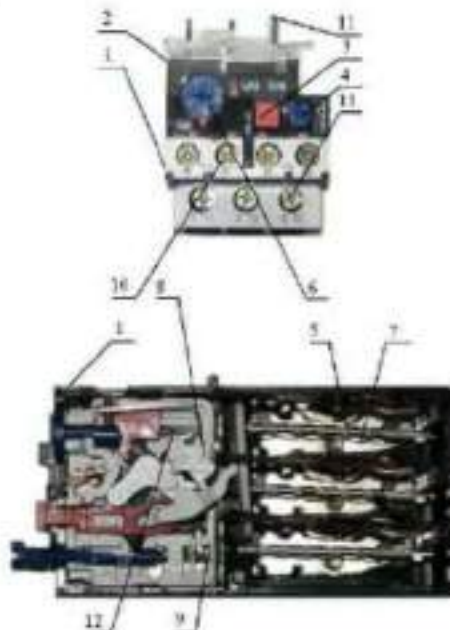
Параметри	КМН					
	10910	11210	11810	22510	23210	
Номинальна робоча напруга змінного струму U_n , В	230, 400, 660					
Номинальна напруга ізоляції U_i , В	660					
Номинальна імпульсна напруга U_{imp} , кВ	8					
Номинальний робочий струм I_n , категорій застосування АС-3 ($U_n \leq 400$ В), А	9	12	18	25	32	
Умовний тепловий струм I_{th} ($\theta \leq 40^\circ$), категорій застосування АС-1, А	25	25	32	40	50	
Номинальна потужність по АС-3, кВт	230 В	2,2	3	4	5,5	7,5
	400 В	4	5,5	7,5	11	15
	660 В	5,5	7,5	10	15	18
Максимальне короткочасне навантаження ($t \leq 1$ с), А	162	216	324	450	576	
Умовний струм короткого замикання I_{sc} , кА	1	1	3	3	3	
Захист від надструмів – запобіжник gG, А	10	20	25	40	50	
Потужність розсіювання при I_n , Вт/полюс	АС-3	0,2	0,3	0,8	1,2	2
	АС-1	1,5	1,5	2,5	3,2	

ДОДАТОК Д3

(довідковий)

Теплові реле серії РТИ

Реле електротеплове серії РТИ компанії ІЕК є електричним комутаційним пристроєм, що має власне споживання енергії. Електротеплове реле серії РТИ призначене для захисту електродвигунів від перевантаження, асиметрії фаз, затягнутого пуску і заклинювання ротора. Встановлюється безпосередньо на контактори серії КМИ. Для захисту від короткого замикання повинні бути передбачені запобіжники або автоматичні вимикачі на відповідні значення номінального струму спрацювання.



- 1 – корпус; 2 – пластмасова кришка; 3 – кнопка ручного звороту;
4 – кнопка автоматичного звороту; 5 – нагрівний елемент; 6 – ексцентрик-регулятор; 7 – термобіметалічна пластина; 8 – система тяг і важелів; 9 – контактний місток; 10 – контакт кола керування;
11 – контактні виводи силового кола; 12 – зворотна пружина

Рисунок Д 3.1 – Конструкція електротеплового реле РТИ

Особливості конструкції

1. Пломбування прозорої кришки, що захищає диск регулювання уставки, виключає несанкціонований доступ до регулювань робочих параметрів струму уставки.

2. Наявність кнопки "Тест" дозволяє перевірити працездатність апарата до його підключення в силове коло.

3. Процес повторного включення може відбуватися в двох режимах: ручному й автоматичному.

4. Наявність поверхні для нанесення маркування дозволяє робити вказівки на відповідність схемі, що спрощує монтаж.

5. Про поточний стан розмикаючих і замикаючих контактів інформує індикатор на передній панелі.

6. Можливість примусової зупинки контактора.

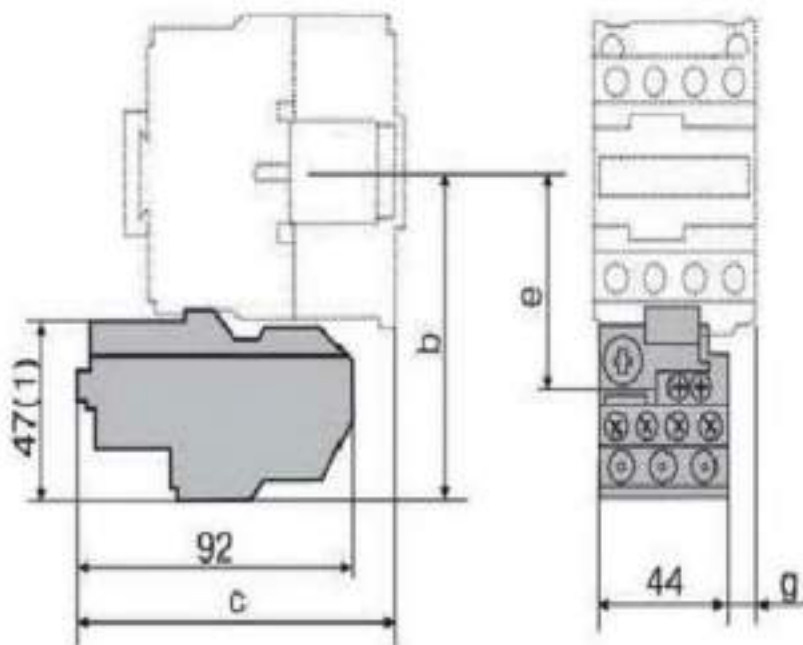


Рисунок Д 3.2 – Габаритні розміри теплових реле РТИ 1300

Таблиця Д 3.1 – Габаритні розміри теплових реле серії РТИ 1300

Типовиконання реле	Типовиконання контактору	Розмір, мм			
		b	c	e	g
РТИ-1301; РТИ-1302 РТИ-1303; РТИ-1304 РТИ-1305; РТИ-1306 РТИ-1307; РТИ-1308 РТИ-1310; РТИ-1312 РТИ-1314; РТИ-1316 РТИ-1321; РТИ-1322	КМИ-10910 КМИ-10911 КМИ-11210 КМИ-11211 КМИ-11810 КМИ-11811	81	98	50	0
	КМИ-22510 КМИ-22511	86	108	55	10,7
	КМИ-23210 КМИ-23211	86	109	55	8,1

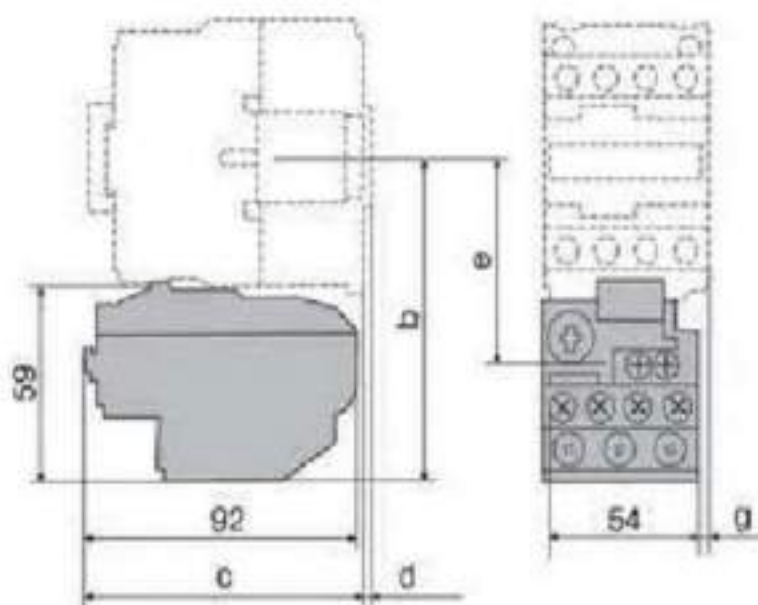


Рисунок Д 3.3 – Габаритні розміри теплових реле РТИ-2353

Таблиця Д 3.2 – Габаритні розміри теплових реле РТИ-2353

Типовиконання реле	Типовиконання контактору	Розмір, мм			
		b	c	e	g
РТИ-2353	КМИ-23210 КМИ-23211	97,5	98	60	0,5

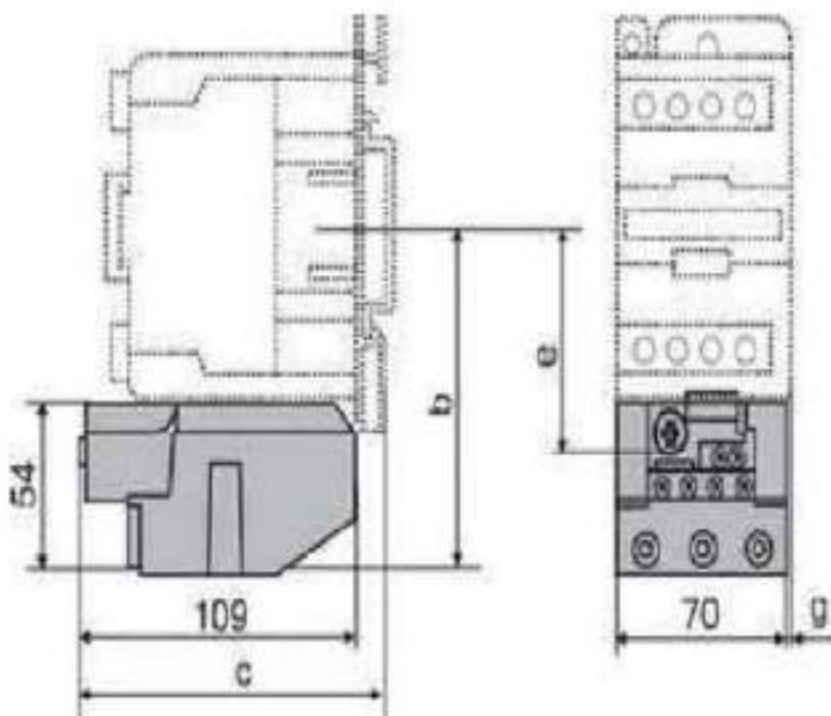


Рисунок Д3.4 – Габаритні розміри теплових реле РТИ-3300

Таблиця Д3.3 – Габаритні розміри теплових реле РТН-2353

Типовиконання реле	Типовиконання контактору	Розмір, мм			
		b	c	e	g
1	2	3	4	5	6
РТН-3353; РТН-3355 РТН-3357; РТН-3359 РТН-3361; РТН-3363 РТН-3365	КМН-34012	111	119	72,4	4,5
	КМН-35012	111	119	72,4	4,5
	КМН-46512	111	119	72,4	4,5
	КМН-48012	115,5	124	76,9	9,5
	КМН-49512	115,5	124	76,9	9,5

Таблиця Д3.4 – Технічні характеристики силового кола електротеплових реле РТН

Параметри		РТН-1301...РТН-3353	РТН-3355...РТН-3365
Діапазон уставок реле, А		+32	+93
Номинальна робоча напруга U_c , В		230~, 400~, 660~	230~, 400~, 660~
Номинальна напруга ізоляції U_i , В		660	660
Номинальна імпульсна напруга U_{imp} , кВ		6	6
Частота, Гц		50	50
Переріз провідників, що підключаються, мм ²	Гнучкий кабель без наконечника	+10	+3,5
	Гнучкий кабель з наконечником	4	+3,5
	Жорсткий кабель	+6	+3,5
Обертковий момент при затягуванні, Н·м		2	9

ДОДАТОК Е1

(довідковий)

Автоматичні вимикачі УкрЕМ ВА-2000, ВА-2001, ВА-2006

Одно-, дво- та триполюсні вимикачі автоматичні призначені для захисту низьковольтних електричних кіл від тривалих струмових перевантажень та струмів короткого замикання, а також для оперативних комутацій електричних кіл.

Відповідають ДСТУ 3025-95; ГОСТ30325-95 та МЭК 898-87.

Таблиця Е1.1 – Технічні характеристики автоматичних вимикачів серії ВА-2000, ВА-2001, ВА-2006

Тип	ВА-2000	ВА-2001	ВА-2006
Кількість полюсів	1, 2, 3		
Номинальний струм, I_n , А	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63		
Номинальна напруга комутації, U_n , В	220/380		
Номинальна частота мережі f_n , Гц	50		
Час спрацювання електромагнітного захисту, с	$3I_n \geq 0,1$	$5I_n \geq 0,1$	$8I_n \geq 0,1$
	$5I_n \leq 0,1$	$8I_n \leq 0,1$	$12I_n \leq 0,1$
Комутаційна зносостійкість, циклів*	6000		
Гранична комутаційна здатність, А	6000		
Ступінь захисту IP	20		
Температурний коефіцієнт, %	1,02		

* При комутації струмів, які не перевищують $0,8I_n$, температури від -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ та вологості не більше 75%.

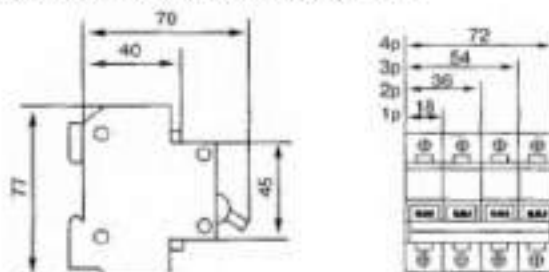


Рисунок Е1.1 – Габаритні розміри автоматичного вимикача ВА-2000

Автоматичні вимикачі УкрЕМ ВА-2002

Дво- та чотириполюсні вимикачі автоматичні низьковольтні призначені для захисту низьковольтних електричних кіл від тривалих струмових перевантажень та струмів короткого замикання, а також для оперативних комутацій електричних кіл.

Відповідають ДСТУ 3025-95; ГОСТ30325-95 та МЭК 898-87.

Автоматичні вимикачі ВА-2002 – це так звані вимикачі "Фаза + Нейтраль".

Таблиця Е1.2 – Технічні характеристики автоматичних вимикачів серії ВА-2002

Кількість полюсів	2р (1+N), 4р (3+N)
Номинальний струм комутації, I_n , А	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Номинальна напруга комутації, U_n , В	220/380
Номинальна частота мережі f_n , Гц	50
Час спрацювання електромагнітного захисту, с	$5I_n \geq 0,1$; $8I_n \leq 0,1$; - тип С
Комутаційна вносостійкість, циклів*	6000
Гранична комутаційна здатність, А	6000
Ступінь захисту IP	20

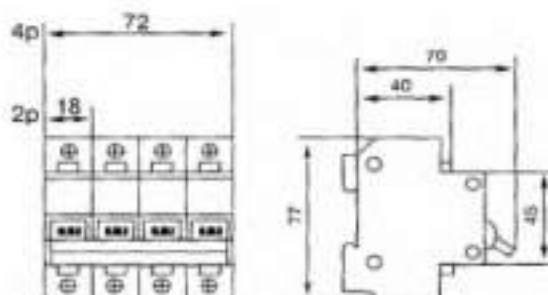


Рисунок Е1.2 – Габаритні розміри автоматичного вимикача ВА-2002

ДОДАТОК Е2

(довідковий)

Пости керування ХАL-В

Пости керування ХАL-В застосовуються для керування електротехнічними пристроями.

Матеріал виготовлення: механічно міцний, термостійка пластмаса, яка не підтримує горіння. Ступінь захисту IP65.



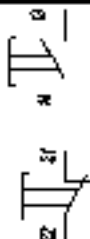
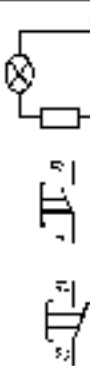
XAL-B211H29



XAL-B373

Рисунок Е2 – Двомісний та тримісний пости керування серії ХАL-В

Таблиця В2 – Характеристики постів керування

Опис	Тип контакту	Схема	Маркування на корпусі	Маркування на панелі	Позначення
Натискні кнопки 1-Зелена 2-Червона	NO+NC		Start Stop	-	XAL-B211H29
1-Сигнальна арматура 230V 2-Зелена 3-Червона	NO+NC		Start Stop	-	XAL-BJ73

ДОДАТОК ЕЗ

(швидкопливний)

Пускачі електромагнітні (ПМ)

Три- та чотириполюсні електромагнітні пускачі серії ПМ у комбінації з тепловим реле – це розвідкований засіб захвату та комутації електричних двигунів. Кріпляться на 35 мм DIN-рейку або гвинтами. Відповідають ДСТУ 3020-95, МЭК 947-2.

Таблиця ЕЗ.1 – Технічні характеристики магнітних пускачів

Тип пускача		ПМ 1-09	ПМ 1-12	ПМ 1-18	ПМ 2-25	ПМ 2-32
I		2	3	4	5	6
Номінальна напруга АС U_n , В		220, 380				
Спробна напруга, U_{spr} , кВ		6				
Номінальний струм, I_n , А	АС 3	9	12	18	25	32
	АС 4	3,5	5,0	7,7	8,5	12,0
**Потужність асинхронних трифазних двигунів, кВт	220 В	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
	380 В	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0
Тепловий струм I_{th} , А		20	20	32	40	50
Електрична вносостійкість, циклів	АС4×10 ⁴	20	15, 20	7, 20	7, 15	7, 15
	АС3×10 ⁴	2				
*Комутаційна вносостійкість, циклів	20×10 ⁶					
Контакти		3P+NO (10), 3P+NC (01)				
Потужність P_{duty} зав. ($t \leq 10$ сек), А		162	216	324	450	576
Гранична комутаційна здібність, А		3000	3000	5000	5000	5000
**Захист від зверхструміа, А		10	20	25	40	50
Потужність розвізання при I_n , Вт	АС1	0,2	0,36	0,8	1,25	2,0
	АС3	1,56	1,56	2,5	3,2	5,0

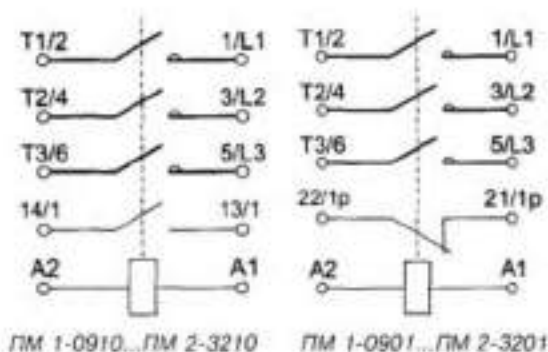


Рисунок Е3 – Електричні схеми пускачів електромагнітних

Таблиця Е3.2 – Технічні характеристики кола керування

Тип пускача		ПМ1-09	ПМ1-12	ПМ1-18	ПМ2-25	ПМ2-32
Номинальна напруга АС U_n , В		24, 36, 42, 110, 220, 380				
Діапазон напруги керування	замикання	$(0,8 \dots 1,1)U_n$				
	розмикання	$(0,3 \dots 0,6)U_n$				
Потужність споживання при U_n , ВА	замикання $\cos\varphi=0,75$	60			90	
	утримання $\cos\varphi=0,3$	7			7,5	
Час комутації, мс	замикання	12...22			15...24	
	розмикання	4...19		4...16	5...19	
*Комутаційна здатність, циклів		20×10^6				
Потужність розсіювання, Вт		3,0			3,5	

*При комутації струмів, які не перевищують I_n , при температурі від -40 до $+60^\circ\text{C}$ та вологості не більше 75%.

ДОДАТОК Е4

(довідковий)

Електротеплове реле серії РТ

Електротеплове реле серії РТ в комплекті з електромагнітними пускачами (контакторами) призначене для захисту електродвигунів від надструмів неперпустимої тривалості.

Особливостями реле є: ручний або автоматичний поворот роз'єднувального механізму в початковий стан, наявність температурної компенсації, а також наявність електрично незалежних замикаючих контактів для сигналізації спрацювання механізму та розмикаючих контактів для відключення пускача.

Клас розчеплювача – 10, що забезпечує застосування РТ для пусків електричного двигуна з часом запуску до 10 сек. Ступінь захисту IP 20.

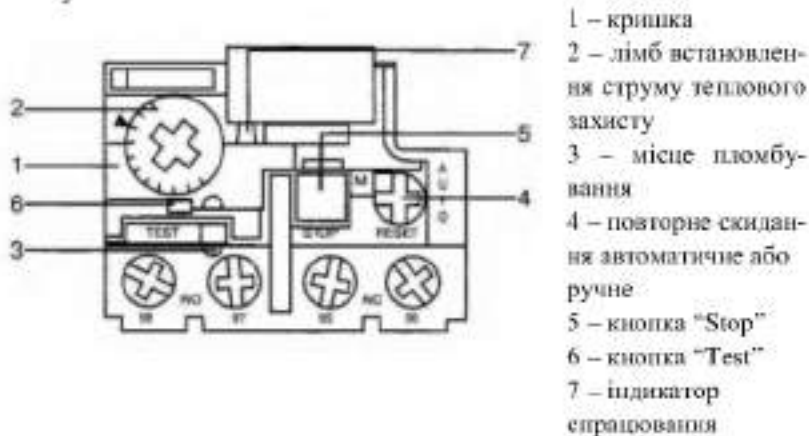


Рисунок Е4.1 – Панель керування електротеплового реле

Принцип роботи електротеплового реле:

Для встановлення струму спрацювання електротеплового реле необхідно відкрити прозору кришку (1), встановити необхідний струм спрацювання реле поворотом лімба (2), суміщуючи значення струму на шкалі з відміткою на корпусі. Для запобігання несанкціонованого змінення струму установки кришка може бути опломбована (3).

Таблиця Е4 – Технічні характеристики електротеплового реле

Тип реле	Максимальний струм А	Струмове завантаження А	Максимальна напруга В	Напруга пробового В	Рекомендовані заповіжки, А				
					АМ	gT			
1	2	3	4	5	6	7			
PT-1301	25	0,1...0,16	440	6,0	0,25	2,0			
PT-1302		0,16...0,25			0,5	2,0			
PT-1303		0,25...0,40			1,0	2,0			
PT-1304		0,4...0,63			1,0	2,0			
PT-1305		0,63...1,0			2,0	4,0			
PT-1306		1,0...1,6			2,0	4,0			
PT-1307		1,6...2,5			4,0	6,0			
PT-1308		2,5...4,0			6,0	10,0			
PT-1310		4,0...6,0			8,0	16,0			
PT-1312		5,5...8,0			12,0	20,0			
PT-1314		7,0...10,0			14,0	20,0			
PT-1316		9,0...13,0			16,0	25,0			
PT-1321		12,0...18,0			20,0	35,0			
PT-1322		17,0...25,0			25,0	50,0			
PT-2353		36			23,0...32,0	440	6,0	35,0	65,0
PT-2355					28,0...36,0			40,0	65,0
PT-3353	93	23,0...32,0	440	6,0	40,0	65,0			
PT-3355		30,0...40,0			40,0	100,0			
PT-3357		37,0...50,0			63,0	100,0			
PT-3359		48,0...65,0			63,0	100,0			
PT-3361		55,0...70,0			80,0	125,0			
PT-3363		53,0...80,0			80,0	125,0			
PT-3365		80,0...93,0			100,0	165,0			

Автоматичний та ручний режими повторного скидання:

Щоб відкрити прозору кришку можливо за необхідності змінити режим повторного встановлення поворотом перемикача "RESET" (4). При повороті ліво перемикач виходить із зачеплення та перемикається в режим кнопки, при натисканні якої реле електротеплове (РТ) перемикається в режим ручного повторного скидання.

Відповідно, при натисканні на перемикач та повороті направо РТ перемикається в режим автоматичного повторної уставки. При відкритті кришки перемикач блокується.

Стоп:

При натисканні кнопки "STOP" змінюється стан замикаючих контактів 97–98 (рисунок E4.2).



Рисунок E4.2 – Електрична схема включення реле електротеплового

Тестування:

При натисканні викруткою кнопки "TEST" імітується спрацювання реле при перевантаженні; змінюється стан нормально-розімкнутого контакту та включається індикатор спрацювання.

ДОДАТОК Е5

(швидкоживий)

Світлосигнальна апаратура

Світлосигнальна апаратура призначена для світлової індикації стану електротехнічного обладнання (робочого, яке потребує підвищеної уваги та аварійного).

Світлодіодна сигнальна апаратура серії AD22 та AD16

Перевагами світлодіодів у порівнянні з звичайними розжарюваними та неоновими лампочками є:

- нечутливість до вібрацій;
- мале енергоспоживання;
- великий строк служби;
- відсутність електромагнітних випромінень;
- малі габарити.

Ступінь захисту зі сторони розсіювача IP54.

Таблиця Е5 – Технічні характеристики

Поміщальна напруга AC/DC U_n , В		6, 12, 24, 48, 110, 220, 380
*Запрацювання на відмовлення Т, год/дн		$> 4 \times 10^4$
Яскравість, cd/m ²		> 60
Клас електрозахисту		III
Робочий діапазон температур $t_{\text{раб}}$, °С		-5...+60
Струм живлення I_c , мА	AD22DS зелений	30
	AD22DS синій	15
	AD22DS черв., жовт., біл.	7
	AD16DS зелений	20
	AD16DS синій	10
	AD16DS черв., жовт., біл.	6

*При дотриманні умов експлуатації та зберігання.

Будова світлосигнальної апаратури.

Корпус світлосигнальної апаратури AD22 виготовлено із термостійкої та механічно витривалої не підтримуючої горіння пластмаси, всередині світлодіодну матрицю, баластний резистор, у випадку електроживлення DC або DC/AC; або баластний конденсатор – у випадку електроживлення AC. За кольорою в світлосигнальній апаратурі AD використовуються світлодіоди чотирьох кольорів: зелений, жовтий, білий та червоний.

ДОДАТОК Е 6.1
(довідковий)
Захист від займання

Таблиця Е6.1 – Захист від займання

Піктограма	Опис значення	Характеристика матеріалів
-	Установка на поверхні, які не займаються	Камінь, бетон
	Установка на поверхнях, що нормально займаються	Температура займання матеріалів становить більше 200 ⁰ С
	Установка здійснюється на поверхнях, що легко займаються	Температура займання матеріалів становить менше 200 ⁰ С

ДОДАТОК Е 6.2
(довідковий)

Категорії застосування комутаційних низьковольтних апаратів

Відповідно до ГОСТ 12434-83 всі можливі області використання низьковольтних комутаційних апаратів класифікуються на наступні категорії застосування:

Таблиця Е 6.2.1 – Категорії для змінного струму

АС 1	електропечі опору, неіндуктивне або малоіндуктивне навантаження
АС 2	пуск та гальмування противключенням електродвигунів з фазним ротором
АС 3	прямий пуск електродвигунів з короткозамкненим ротором, відключення двигунів, що обертаються
АС 4	пуск та гальмування противключенням електродвигунів з короткозамкненим ротором
АС 11	керування електромагнітом змінного струму
АС 20	комутація електричних кіл без струму або з незначним струмом
АС 21	комутація активних навантажень, включаючи помірні первантаження
АС 22	комутація змішаних активних та індуктивних навантажень, включаючи помірні навантаження
АС 23	комутація навантажень двигунів або інших високоіндуктивних навантажень

Таблиця Е 6.2.2 – Категорії для змінного і постійного струмів

А	відключення електричних кіл в умовах короткого замикання при відсутності спеціальної вибіркової (селективності) за часом відносно послідовно з'єднаних апаратів на боці навантаження
В	відключення електричних кіл в умовах короткого замикання при наявності спеціальної вибіркової (селективності) за часом відносно послідовно з'єднаних апаратів на боці навантаження

Таблиця Е 6.2.3 – Категорії для постійного струму

DC 1	електропечи опору, неіндуктивне або малоіндуктивне навантаження
DC 2	пуск електродвигунів з паралельним збудженням та відключення електродвигунів, що обертаються, з паралельним збудженням
DC 3	пуск електродвигунів з паралельним збудженням та відключення нерухомих або що повільно обертаються електродвигунів, гальмування противключенням
DC 4	пуск електродвигунів з послідовним збудженням та відключення електродвигунів, що обертаються, з послідовним збудженням
DC 5	пуск електродвигунів з послідовним збудженням, відключення нерухомих або що повільно обертаються електродвигунів, гальмування противключенням
DC 11	керування електромагнітом постійного струму
DC 20	включення та відключення кола без первантаження або з незначним струмом
DC 21	контакти активних навантажень, включаючи помірні навантаження
DC 22	контакти змішаних активних та індуктивних навантажень, включаючи помірні навантаження
DC 23	контакти високоіндуктивних навантажень

ДОДАТОК Е6.3
(довідковий)

Класи захисту від ураження електричним струмом

Таблиця Е 6.3 – Класи захисту від ураження електричним струмом

Піктограма	Клас захисту	Опис позначення
	0	Загальна ізоляція
	1	Загальна ізоляція, заземлювальна клемма, з'єднана із мережним захисним дротом
	2	Без заземлення, покращена ізоляція
	3	Живлення напругою менше 42 В

ДОДАТОК Е6.4
(довідковий)

Освітлення вибухонебезпечних та пожежонебезпечних зон

Таблиця Е6.4 – Класифікація вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон

Значення	Характеристика
1	2
Вибухонебезпечні зони:	
В-I	Зони, в яких утворення вибухонебезпечних сумішей газів та парів можливе за нормальних умов роботи
В-Ia	Зони, в яких утворення вибухонебезпечних сумішей газів та парів можливе лише в результаті аварії та несправностей

Продовження таблиці Еб.4

1	2
B-Iб	<p>Зони класу B-Ia, які відрізняються однією з особливостей.</p> <p>1. Горючі гази в цих зонах характеризуються високим нижньою концентраційною межею запалення (15% і більше) та різким запахом при допустимих концентраціях (наприклад, аміак).</p> <p>2. Приміщення, пов'язані з утворенням газоподібного водороду, не більше 5% від вільного об'єму приміщення.</p>
B-Iг	<p>Зони в зовнішніх установках, надземних та підземних резервуарах з ЛЗР (легкозаймистими речовинами) або горючими газами, ціл зонні за зовнішніми огороженнями класів B-I, B-Ia, B-II</p>
B-II	<p>Зони, розташовані в приміщеннях, в яких виділяються горючий пил та волокна, здатні створювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних режимах роботи</p>
B-IIа	<p>Зони, в яких небезпечні ситуації, характерні для класу B-II, можливі лише в результаті аварій чи несправностей</p>
Пожежонебезпечні зони	
П-I	<p>Зони, які знаходяться в приміщеннях, де перемішуються гарячі речовини з температурою займання більше +61°C</p>
П-II	<p>Зони, що знаходяться в приміщеннях, де виділяється гарячий пил чи волокна з нижньою концентраційною межею займання більш 65 г/м³ до об'єму повітря</p>

ДОДАТОК Е6.5
(шкелюваний)

Умови навколишнього середовища та приклади відповідних їм приміщень

Позжежонебезпечні класу П-І – Закриті автостоянки, розташовані під будинками.

Позжежонебезпечні класу П-II – Сталярні майстерні.

Позжежонебезпечні класу П-III – Фонди відкритого доступу до книг, книгосховища, архіви, палітурні й макетні майстерні, відділення офсетного друку, копювальні, кіноапарати, перемотувальні; приміщення для вирізки тканини, рекламно-декораційні майстерні; вітрини з експозицією з горючих матеріалів, приміщення для зберігання бланків, пакувальних матеріалів і контейнерів, відділення прикраси й одягу білизни та одягу, відділення розбирання й упакування білизни; пошивні цехи, закріпні відділення; приміщення ремонту одягу, ручного й машинного в'язання, виготовлення й ремонту головних уборів; фонотеки; комори продуктів у горючій упаковці, у непродовольчих магазинах; пункти прокату й спецодягу; горища, комори й підсобні приміщення квартир та присадибних домів.

Пальні – Відділи електрофотографування.

Вогні – Фотолабораторії; аністиляторні; гарячі, заготівельні цехи; завантажувальні, склади овочів, сушильно-голдильні відділення, пральні самообслуговування, прасувальні; санітарні вузли; теплові пункти; камери охолодження; роздягальні в банях, душові.

Сирі – Мийні посуду; відділення механічного прання,готування пральних розчинів; насосні басейни



Особливо сирі – Відділення ручного прання; душові, ванни, парильні

Спековні – Гарячі цехи підприємств громадського харчування; парильні, мийні.









Хімічно активні – Приміщення ремонту й зарядки акумуляторів, електроліти; відділення хімічного чищення.

Вибухонебезпечні класу В – Іб – Приміщення зарядки ґилових і стартерних акумуляторів (у верхній зоні вище відкриття 0,75 м від рівня підлоги).

Таблиця Е 6.5 – Умовні знаки для ступеня захисту по DIN 40 050,
IEC 529

Короткі позначення по DIN 40 050	Співставлення з NEMA стандарт 250	Умовні позначення		Ступінь захисту
		вода	стороннє тіло	
1	2	3	4	5
IP 00	-	-	-	Захисту нема
IP 20	.	-	-	Захист при доторканні руками, захист від проникнення предметів середньої величини (>12 мм), нема захисту від води
IP 30	2	-	-	Захист при доторканні руками, захист від проникнення предметів малої величини (>2,5 мм), нема захисту від води
IP 40	-	-	-	Захист при доторканні інструментами, захист від зерноподібних предметів (>1 мм), нема захисту від води
IP 43	3 R			Захист при доторканні інструменту, зерноподібних предметів (>1 мм), захист від оббризування водою

Продовження таблиці Е 6.5

1	2	3	4	5
IP 54	-			Повний захист при доторканні інструментами, захист від пилу, захист від оббризкування водою
IP 65	12/13			Повний захист при доторканні, повний захист від пилу (пилонепроникність), захист від направлених струмів води
IP 66	4/4 x			Повний захист при доторканні, повний захист від пилу (пилонепроникність), захищає при зануренні у воду
IP 67	6			Повний захист при доторканні, повний захист від пилу (пилонепроникність), захист при погруженні у воду (водонепроникність)

ДОДАТОК Е7.1
(шкідливий)

Виконання електрообладнання за захисністю
IP X X

Перша цифра коду: ступінь захисту персоналу від доторкання до частин, які знаходяться під напругою, та від доторкання до частин, які рухаються і розташовані всередині оболонки, а також ступінь захисту виробу від потрапляння всередину твердих сторонніх тіл.

0 . Захист відсутній.

1...Захист від проникнення всередину оболонки до струмопровідних частин, та частин, які рухаються, більшої ділянки поверхні тіла людини та захист від проникнення під оболонку твердих тіл розміром більше 50 мм.

2...Захист від проникнення всередину оболонки до струмопровідних частин, та частин, які рухаються, паличів або предметів довжиною більше 80 мм і від проникнення твердих тіл розміром більше 12 мм.

3 . Захист від проникнення всередину оболонки до струмопровідних частин, які рухаються, інструментів, дротів та інше діаметром або товщиною більше 2,5 мм та від проникнення твердих тіл розміром більше 2,5 мм.

Друга цифра коду: ступінь захисту виробу від потрапляння вологи

0 . Захист відсутній

1...Захист від крапель води. Крапли води, що вертикально падають на оболонку, не повинні наносити шкоди виробу.

2...Захист від крапель води, які подають на оболонку при нахилі 15°. Краплі не повинні справляти шкідливого впливу на виріб.

3...Захист від дощу. Дощ, який падає на оболонку під кутом 60° від вертикалі, не повинен справляти шкідливого впливу на виріб, який знаходиться під оболонкою.

4...Захист від бризок, які падають під будь-яким кутом. Бризки не повинні справляти шкідливого впливу на виріб, який знаходиться під оболонкою.

5 . Захист від водних струменів. Струмінь води, який викидається у будь-якому напрямку на оболонку, не повинен справляти шкідливого впливу на виріб.

4...Захист від проникнення всередину оболонки до струмопровідних частин та частин, які рухаються, дротів та інших предметів товщиною більше 1 мм, та від проникнення твердих тіл розміром більше 1 мм.

5 . Повний захист персоналу від випадкового доторкання до струмопровідних частин, які рухаються, та які знаходяться під оболонкою: проникнення пилу всередину повністю не виключене, однак пил не може проникати в кількості, що викликає порушення роботи виробу.

6 . Повний захист персоналу від випадкового доторкання до струмопровідних частин та частин, які рухаються, і повний захист від проникнення пилу.

6...Захист від впливів, характерних для пилуни корабля (включаючи пилубне водонепроникне обладнання).

7...Захист при зануренні у воду. Вода не повинна проникати в оболонку, яка занурена у воду, при визначених умовах тиску та часу у кількості, достатній для шкодження виробу.

8...Захист при довготривалому зануренні у воду. Вироби, придатні для довготривалого занурення у воду за умов, які встановлені виробником.

ДОДАТОК Е7.2
(шарвітковий)

**Кліматичне виконання та категорії розміщення
електрообладнання**

X

X

Перша цифра коду: кліматичне виконання електрообладнання:

Друга цифра коду: категорія розміщення електрообладнання:

У...З помірним кліматом. Середня з щорічних абсолютних максимумів температура повітря рівна або нижче $+40^{\circ}\text{C}$, середня з щорічних абсолютних мінімумів температура вище -45°C . Діапазон робочих температур при експлуатації $-45...+40^{\circ}\text{C}$.

XL...З холодним кліматом. Середня з щорічних абсолютних мінімумів температура нижче -45°C . Діапазон робочих температур при експлуатації $60...+40^{\circ}\text{C}$.

UXL...З помірним та холодним кліматом. Діапазон робочих температур при експлуатації $60...+40^{\circ}\text{C}$.

ТВ...З вологим тропічним кліматом. Показання температури, рівної або вище $+20^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості вище 80% спостерігається 12 і більше годин на добу за безперервний період більше двох місяців (концентрація хлоридів – менше 0,3 мг/м³·доб.) Діапазон робочих температур при експлуатації $+1...+40^{\circ}\text{C}$.

1...Для роботи на відкритому повітрі.

2...Для роботи в приміщенні, де коливання температури та вологості повітря не дуже відрізняються від коливань на відкритому повітрі, наприклад, в палатках, кузовах, причепах, металевих приміщеннях без теплоізоляції, а також в кожухах комплексних пристроїв категорії I або під навісом (відсутня пряма дія сонячної радіації, вітру, атмосферних опадів на ввібр).

3...Для роботи в закритих приміщеннях з природною вентиляцією, без штучного регулювання кліматичних умов, де коливання температури та вологості повітря, а також дією піску та пилу значно менше, ніж зовні, наприклад, в металевих з теплоізоляцією, кам'яних, цегляних, дерев'яних приміщеннях із значне зменшення дії сонячної радіації, вітру, атмосферних опадів, відсутність роси).

ТС... З сухим тропічним кліматом. Середня із щорічних абсолютних максимумів температура повітря вище $+40^{\circ}\text{C}$ (концентрація хлоридів – менше $0,3 \text{ мг/м}^3\text{-доб.}$, сіркового газу – $20 - 250 \text{ мг/м}^3\text{-доб.}$). Діапазон робочих температур при експлуатації – $10... +50^{\circ}\text{C}$

Ф... Загальнокліматичне виконання. Для макрокліматичних районів на суші, окрім районів з дуже холодним кліматом (концентрація хлоридів – менше $0,3 \text{ мг/м}^3\text{-доб.}$, сіркового газу – $20 - 250 \text{ мг/м}^3\text{-доб.}$). Діапазон робочих температур при експлуатації – $60... +50^{\circ}\text{C}$

В... Всекліматичне виконання. Для макрокліматичних районів на суші та на морі, окрім району з дуже холодним кліматом (концентрація хлоридів – менше $0,3 \text{ мг/м}^3\text{-доб.}$, сіркового газу – не більше $250 \text{ мг/м}^3\text{-доб.}$). Діапазон робочих температур при експлуатації – $60... +50^{\circ}\text{C}$

4... Для роботи в приміщеннях зі штучно регульованим мікрокліматом, наприклад, в закритих, що обігріваються вентиляційних виробничих та інших, зокрема підземних приміщеннях з належною вентиляцією (відсутність прямої дії атмосферних опалів, вітру, а також піску та пилу зовні)

5... Для роботи в приміщеннях з підвищеною вологістю.

**Куценко Ю.М.
Яковлев В.Ф.**

Монтаж електрообладнання і систем керування

Навчальне видання

Українською мовою

Відповідальний за випуск М. Гач

**Редактор Н. Цибенко
Комп'ютерна верстка Т. Кудїн**

Підписано до друку 24.11. 2009 р.
Умов. друк. арк. 14,6
Наклад 1000 прим. Зам. № 324

Редакційно-видавничий відділ
Наукметодцентру
Міністерства аграрної політики України
Технікуміська, 1, смт Невіжинське
Бердичівського Київської
т/ф (04577) 41-2-60

Свідчення про внесення до Державного реєстру
«ЗБ» «ЗБ» видавничі справи ДК № 2435