

Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлєв

МОНТАЖ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

*Рекомендовано Міністерством аграрної політики України
як підручник для студентів аграрних вищих 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 (лист № 717/18-1-28 від 20. 11. 2009 р.)

Рецензенти:

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

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

Рошак А.М., викладач електротехнічних дисциплін ВП НУБіП України “Немішайвський 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 електроустаткування, 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 питання монтажу енергетичного 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 пусконаладжувальних робіт	19
1.4.1 Загальні положення по організації пусконаладжувальних робіт	19
1.4.2 Налагодження і випробування пристроїв заземлення	22
1.4.3 Вимірювання опору розтікання струму	24
1.4.4 Вимірювання напруги дотику	26
1.4.5 Перевірка наявності кола між заземлювачем і заземлювальними елементами	27
1.4.6 Перевірка опору петлі фаза-нейтраль Z_p	28
1.5 Класифікація електроустановок за призначенням, родом установки, класом напруги	30
1.6 Класифікація електроустановок, електроприміщень 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 з'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 видів 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 монтажу 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 Щитове обладнання	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 огорожами 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 щитків	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 Вивіряння 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 ГЧ-опромінення	129
4.4.1 Монтаж стаціонарних опромінювальних установок	129
4.4.1.1 Опромінювач типу ІКУФ-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 пожежонебезпечних 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, щитів 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 електропроводок всередині шаф та щитків керування	160
5.5 Маркування проводів та кабелів	161
5.6 Застосування пристроїв захисного відключення у системах заземлення нейтралі TN-C, TN-C-S, IT- TT, TN-S	161
5.6.1 Призначення, класифікація	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, за 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 Улаштування 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 СІП	183
6.5.3 Розкочування СІП	184
6.5.4 Натягування та закріплення СІП на опорах	186
6.5.5 Монтаж відгалужень до введів в будівлі	187

6.5.6	Заземлення нульової жили СІП і металоконструкцій опор ..	188
6.5.7	Кількісний склад бригади з монтажу СІП	188
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 неізольованими проводами	194
6.7.1	Характеристика опор	194
6.7.2	Натягування, візування і прийом стріл прогину проводів 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 використання	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'єднувальна муфта 92-AG611-1	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
8.2.2.2	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'єднувача 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 комірки 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 комірки	243
8.4.2.1 Опорна конструкція монтажного комплекту	243
8.4.2.2 Підготовка до монтажу комплекту модернізації	244
8.4.3 Монтаж вакуумного вимикача	247
8.4.4 Настроювання елементів комплекту модернізації	252
8.4.5 Установка елементів блокування	255
8.4.5.1 Підключення шафи вторинних з'єднань на викатному елементі	256
8.4.5.2 Монтаж і настроювання блокування викатного елемента	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 малої 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 силове 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 методиками виконання електромонтажних робіт з використанням найсучаснішого обладнання та матеріалів.

Головний напрям подальшого розвитку електромонтажних робіт – застосування нової техніки, широке впровадження прогресивних технологій, індустріальних 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 надійну 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 проектування 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 заземлення і занулення в електроустановках. В додатках наведено технічні дані нової комутаційної та захисної апаратури.

РОЗДІЛ 1

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. 1)

2. Правила устрою електроустановок. – Х.: Издательство “Индустрия”, 2007. – 416 с.

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

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

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

6. ДБН А. 2.2-3-2004 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектною 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 “ГРІФРЕ”, 2008. – 35 с.

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

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

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

Стандартизація – це встановлення і застосування правил із метою упорядкування діяльності проектних і будівельних організацій на користь і при участі всіх зацікавлених сторін, зокрема для досягнення загальної оптимальної економії при дотриманні умов експлуатації і вимог безпеки.

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

Єдина система конструкторської документації (ЄСКД) – комплекс державних стандартів, що 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 втілює довголітній досвід стандартизації в СРСР, враховує рекомендації Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК). Україна є учасником Міжнародної організації по стандартизації (ISO).

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

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

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

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

визначення розмірів допусків, кріплень, покриттів та іншого установлена шкала похідного модуля: 1/2M; 1/5M; 1/10M; 1/20M; 1/50M; 1/100M.

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

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

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

1.2 Проект виробництва робіт

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

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

До складу проекту зазвичай входять:

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

1.3 Мережеве планування електромонтажних робіт

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

- визначення замовником проектної організації, яка розроблятиме на договірних умовах із замовником відповідну проектну документацію;

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

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

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

Для узгодження проекту потрібні наступні основні документи:

- довідка БТІ. 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 дозвіл на приєднання потужності до мережі електропостачальної організації "Обленерго".

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

Підготовчі роботи:

1. Проведення передпроектного обстеження, оцінка складності і об'єму робіт.

2. Вибір необхідного устаткування, узгодження із замовником технічних вимог до устаткування.

3. Розробка технічних пропозицій (ТП) і попередніх принципів схем.

4. Узгодження ТП із замовником і розробка технічного завдання (ТЗ).

5. Узгодження ТЗ із замовником, субпідрядними організаціями.

6. Калькуляція вартості устаткування, виходячи з узгоджених із замовником умов і об'ємів.

7. Розрахунок кошторисів на виробництво.

8. Формування комерційної пропозиції на основі калькуляції устаткування і кошторисних розрахунків на виконання робіт.

9. Підписання договірної документації.

10. Замовлення на постачання необхідного устаткування.

Проектування:

1. Розробка принципів і монтажних схем, конструктивних рішень.

2. Випуск комплексу проектної документації і узгодження із замовником.

3. Проведення експертизи проекту і узгодження зі службами нагляду.

4. Оформлення фінансових документів.

5. Шеф-нагляд на об'єкті.

Монтаж, загальні питання:

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

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

3. Постачання устаткування для монтажу на об'єкті.

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

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

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

До складу випробувань входить [11,12]:

- перевірка стану елементів заземлюючих пристроїв електроустановок;

- перевірка наявності кола і вимірювання перехідних опорів між заземлювачами і провідниками, що заземляються, устаткуванням

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

Після проведення лабораторних вимірювань приступають до задачі об'єкту представнику (інспекторові) "Енергонагляду".

Документація для здавання:

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

Перелік документів:

- проект електропостачання, виконаний організацією, що має

ліцензію і копію ліцензії проектної організації;

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

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

На підставі акту складається договір електропостачання з Енергозбутом.

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

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



Рисунок 1.1 – Електротехнічна лабораторія

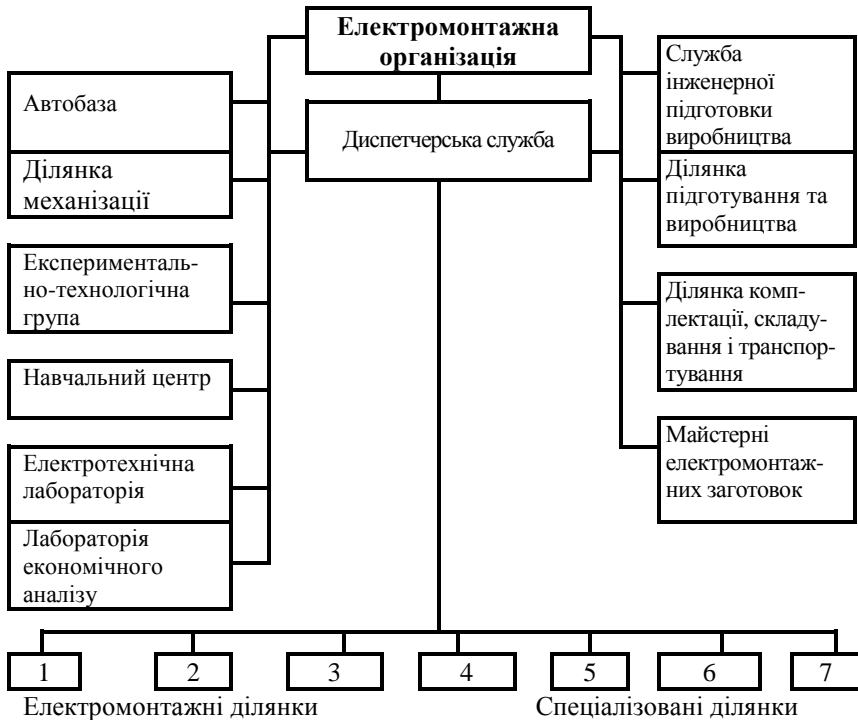


Рисунок 1.2 – Схема загальної структури електромонтажної організації

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 дільниць, які згодом керуватимуть роботами на об'єктах. До служби підготовки виробництва входять групи інженерної підготовки виробництва, кошторисно-договірної документації та комплектації, транспорт та монтажні-заготівельні матеріали.

1.4 Організація пусконаладжувальних робіт

1.4.1 Загальні положення по організації пусконаладжувальних робіт

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

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

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

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

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

Типова структура організації пусконаладжувальних робіт представлена на рис. 1.3.

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

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

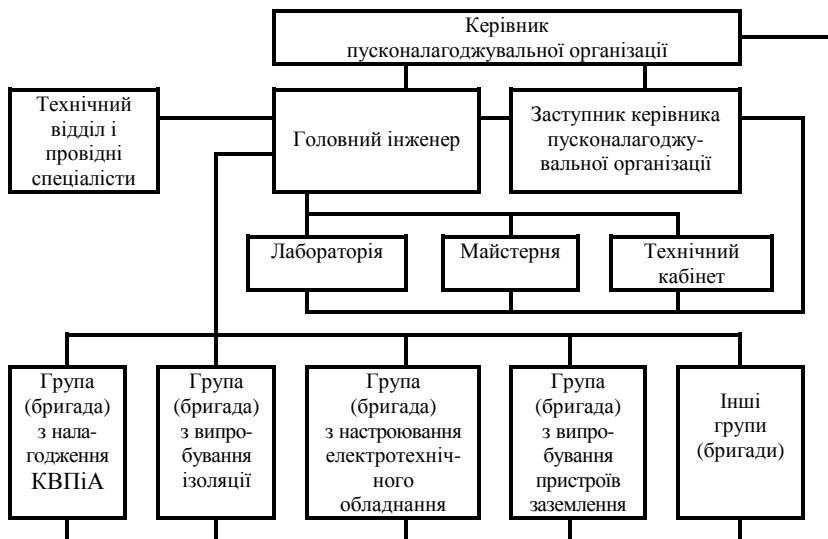


Рисунок 1.3 – Типова структура пусконалагоджувальної організації

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

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

Основними етапами ПНР є:

- підготовка до виконання ПНР включає:

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

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

в) складання, узгодження графіка ПНР, підбір необхідної нормуючої і регламентуючої документації:

г) підготовка парку КВП для проведення вимірювань і випробувань:

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

- виконання ПНР, що включає:

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

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

- роботи, що виконуються після закінчення монтажу:

а) перевірка правильності монтажу первинних і вторинних кіл;

б) перевірка апаратури, приладів, блоків захисту та ін. із зняттям необхідних характеристик;

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

г) подача напруги на схему управління, захисту 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 (енергоносія) в оперативні і силові 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) комплексна апробація схем без навантаження з імітацією можливих режимів для перевірки спрацьовування захисту, блокувань, сигналізації;

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

(проектних) технологічних режимів;

г) зняття основних характеристик роботи блоків, пристроїв;

д) закінчення обробки звітної документації.

- *приймання* - *здача пусконаладжувальних робіт включає:*

а) оформлення спеціальним актом передачі замовнику документації по ПНР:

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

2) протоколи випробування і апробації 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 недороблення записуються в журнал “Дефекти проекту, монтажу і устаткування”, який повинен зберігатися у керівника ПНР.

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

1.4.2 Налагодження і випробування пристроїв заземлення

Заземлювальні 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 захистно-відключаючих пристроїв виконують основні види робіт:

- вимірюють опір розтікання струму заземлювача R_z і напругу дотику $U_{\text{дот.}}$;

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

контактів у заземлювальному провіднику);

- перевіряють повний опір петлі "фаза-нуль" $Z_{\text{п}}$.

Відповідно до вимог ПУЕ [53] опір розтікання R_3 для приєднання нейтралей 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_3 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 вказані норми збільшувати в $\rho / 100$ разів, але не більш ніж 10 разів.

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

$$R_{\zeta} \leq \frac{250}{I_{\zeta}} \quad (1.1)$$

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

$$R_{\zeta} \leq \frac{125}{I_{\zeta}} \quad (1.2)$$

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

$$R_{\zeta} \leq 0,5 \quad (1.3)$$

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

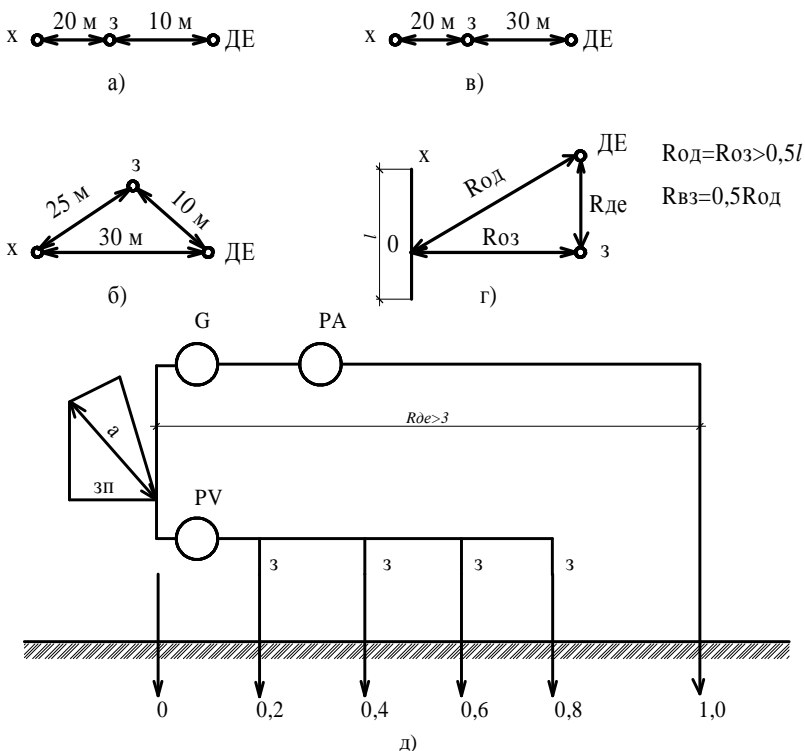
Таблиця 1.1 – Тривалість впливу напруги

Найменування	Величина					
	0,1	0,2	0,5	0,7	1	1...3
Тривалість впливу, с						
Найбільш допустима напруга дотику, В	500	400	200	130	10 0	65

У цьому випадку обмежується також і напруга на заземлювальному пристрою: $U_s \leq 10$ кВ. Тільки в окремих випадках може бути призначено допустимою напруга більш ніж 10 кВ, але при цьому повинні бути дотримані заходи, які виключають виніс потенціалу за межі електроустановки.

1.4.3 Вимірювання опору розтікання струму

Вимірювання виконуються за допомогою вимірювача М-416 згідно з методикою, яка викладена в [43]. Для вимірювання на глибину не менш ніж 0,5 м занурюються додаткові заземлювачі у вигляді сталених стрижнів або труб діаметром до 50 мм, які розташовуються за схемою рисунку 1.4 а...г.



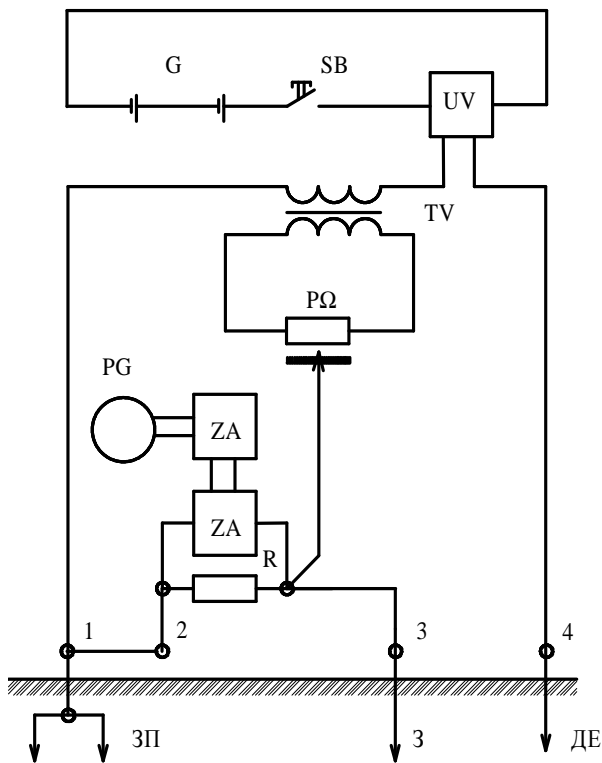
а...в – одиничні заземлювачі; г – заземлювачі смугові, заземлювачі, які займають значні площі, ДЕ – допоміжний електрод, з – потенційний електрод

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

Стрижні повинні бути очищені від фарби, а в місці підключення з'єднувальних провідників також від іржі. Вимірювач при випробуваннях розташовують поблизу відводу від випробувального заземлювача.

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

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

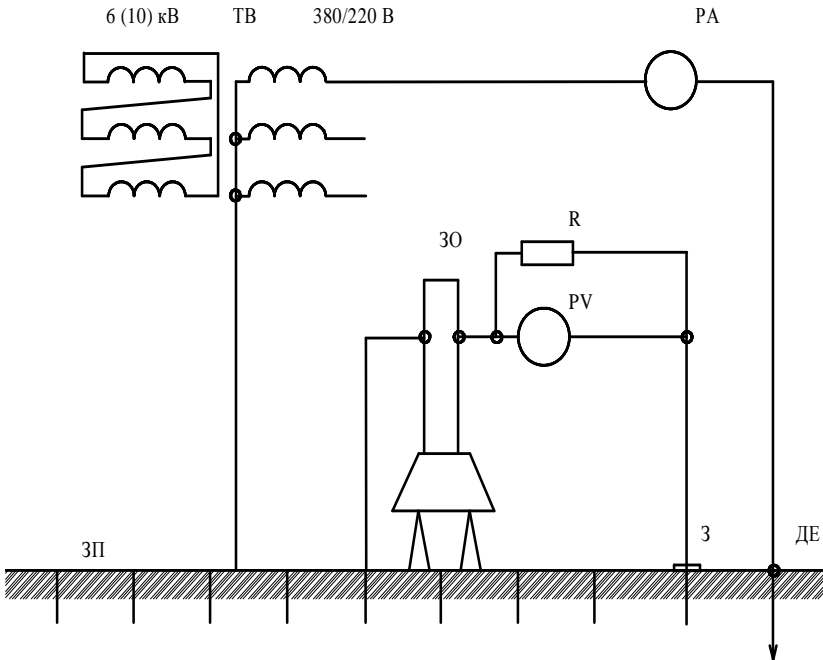


G – батарея; SB – кнопка; UV – перетворювач; TV – трансформатор; PG – гальванометр; UW – підсилювач; ZA – фільтр; R – резистор; ДЕ – допоміжний електрод; З – зонд; ЗП – заземлювальний пристрій; шкала, Ом

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

1.4.4 Вимірювання напруги дотику

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



ТВ – трансформатор власних потреб; ЗП – заземлювальний пристрій; ЗО – заземлювальне електроустаткування; ДЕ – допоміжний електрод; 3 – 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:

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

Вимірний струм і межі вимірювання приладів РА і РV 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 опори 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 РV при відсутності вимірального струму через ДЕ. Якщо вони великі, необхідно вжити заходів до їх зменшення. При протіканні струму виток 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 нормується, 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 мостами постійного струму і методом амперметра-вольтметра (рисунок 1.7).

1.4.6 Перевірка опору петлі фаза-нейтраль 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:

$$Z_{nem.} = Z_n + \frac{Z_m}{3}, \quad (1.5)$$

де Z_n – повний опір проводів петлі фаза - нейтраль;

Z_m – повний опір силового трансформатора живлення струму замикання на корпус.

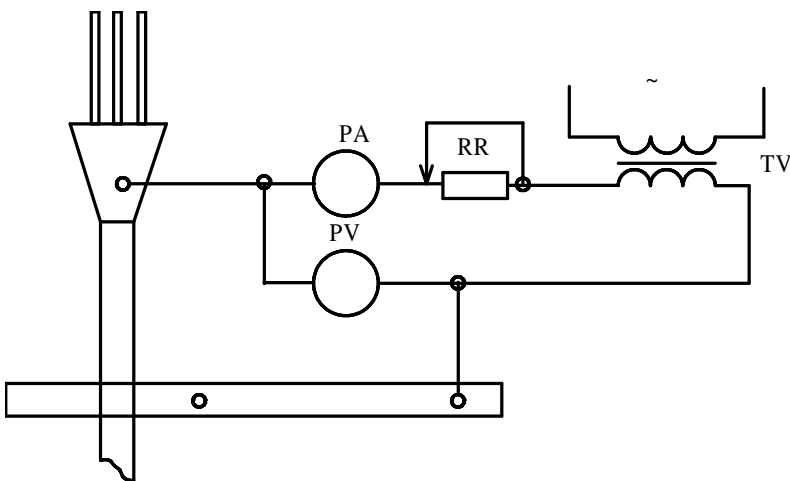


Рисунок 1.7 – Вимірювання опору зв'язку методом амперметра-вольтметра

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

За величиною $Z_{nem.}$ визначається струм однофазного короткого замикання:

$$I_K = \frac{U_\phi}{Z_{nem}} \quad (1.6)$$

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

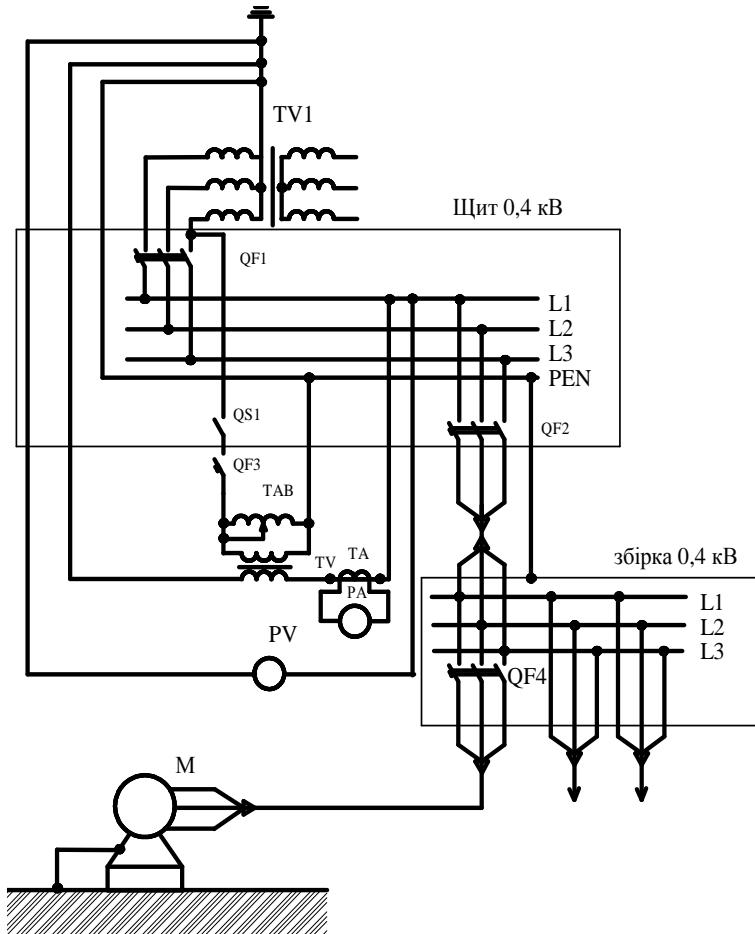


Рисунок 1.8 – Вимірювання опору петлі фаза-нейтраль

У схемі вимірювання силовий трансформатор TV1 не бере участі і в розрахунках враховується за довідниковими даними. Навантажувальний трансформатор TV2 і вольтметр PV підключаються за найближчим від трансформатора захисним апаратом. На рисунку 1.8 показані два досліди: K1 – в кінці лінії, яка забезпечує живленням потужний споживач; K2 – в кінці лінії найбільш віддаленого споживача. Для другого дослідження вмикають рубильник QS; струм при цьому повинен бути менш ніж номінальна вставка вимикача QF4.

Із дослідження визначають:

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

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

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

Для контролю опору фаза-нейтраль в мережах промислової частоти 380 В ± 10% використовується прилад М-417, який дозволяє виконувати вимірювання без відключення об'єкта, що досліджується. Даний прилад дає точні вимірювання для електричних кіл, 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 огороженнями розглядають як зовнішні;

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

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

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

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

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

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

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 зовнішні установки під навісом;

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

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

7) *приміщення з хімічно активним або органічним середовищем* – приміщення, в яких постійно або тривалий час утримуються агресивні пари, гази, рідини, які утворюють відкладення або цвіль, що

руйнують ізоляцію і струмопровідні частини електрообладнання.

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

Відносно небезпеки ураження людей електричним струмом розрізняються:

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

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

- вологості або струмопровідного 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;

- хімічно активного або органічного середовища;

- одночасної наявності двох і більш умов підвищеної небезпеки.

Території розміщення зовнішніх установок прирівнюють 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 малочутливі до температурних коливань, а також усі дрібні деталі підлягають збереженню в закритих складах, які не мають опалення, у закритих приміщеннях із природною вентиляцією.

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

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

1.7 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, додаткові 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, АBB, 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

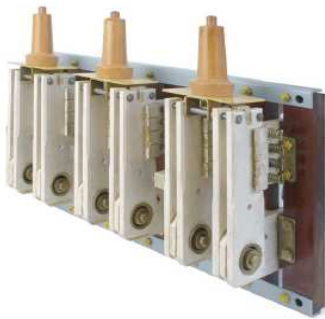


Рисунок 1.9 – Загальний вигляд рубильника

Для сільськогосподарського обладнання характерна невелика кількість вмикачів-вимикачів протягом строку служби. Тому у низьковольтних комплектних пристроях 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 (губки), шарнірні стійки, рукоятка [2, 3, 35, 37, 69].

Рубильники серії Р (рисунок 1.9) і **перемикачі PE19** (ТУ 3424-001-05832917-98) 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 гвинтами.

Перемикачі пакетні серії ПКП 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, перемикачі силових кіл, а також для керування асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором. Спрацювання пакетного вимикача здійснюється при повороті ручки. Вимикач постачається з пристроєм, що гасить дугу, і механізмом, що забезпечує прискорення замикання і розмикання рухливих контактів із нерухомими контактами. Пакетні вимикачі і перемикачі 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.

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

Пускачі натискні вібростійкі типу ПНВ та ПНВС, ПРКТ-16(32)-ЗМТ (рисунок 1.10) призначені для пуску безпосереднім вмиканням 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”

рентня замикання і розмикання рухливих контактів із нерухомими контактами [69, 75, 76].

Під час монтажу перемикачі можна розмішувати 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 BH-32 та вимикача навантаження серії AM3203D 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

Вимикач-роз'єднувач

(BH-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 змішаних 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 (рисунк 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 (рисунк 1.14) призначені для індикації стану електричних кіл. Застосовують в електрощитах, промисловому устаткуванні і на об'єктах енергопостачання. Їх конструкція проста і надійна, різноманітні колірні варіанти світлофільтрів дозволяють найефективніше компонувати щити і панелі. Всі вироби скла-



Рисунок 1.13 – Загальний вигляд кнопки управління серії ABFTS компанії “ДКС України”



Рисунок 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 запобігання попаданню рідини всередину механізму всі вироби забезпечені гумовими кільцями ущільнювачів.

Підключення провідників проводять через гвинтові затискачі з тарілчастими шайбами.

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

1.7.3 Монтаж апаратів дистанційного управління



Рисунок 1.15 – Загальний вигляд малогабаритного контактора серії КМИ

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 основні серії пускачів: ПМЛ, ПМЕ, ПМА, ПМ та контакторів ПАЕ, КТ5000, ВП6000, КМИ [3, 36,

57, 69, 74, 75, 76,].

Контактори (наприклад, серії КМИ) (рисунок 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 багатовиткової 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 і пружин контактних містків. Для запобігання детонації передбачені масивні короткозамкнені алюмінієві кільця, які запресовані у полюсні наконечники 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 кнопкові станції. На штифтах (кнопках) 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'явиться, 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 різьбового 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 ПП57У призначені для захисту електричних кіл при коротких замиканнях у напівпровідникових перетворювачах та інших комплектних 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 площиною закріплення. Підключення зовнішніх провідників до запобіжників на струми від 31,5 до 400 А слід виконувати мідними кабелями або шинами.



Рисунок 1.17 – Загальний вигляд автоматичного вимикача

Автоматичні вимикачі (рисунок 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 ВА51, АЕ20, АЗ700, АП-50 та інші призначені для

ручних вмикань і вимикань електроустановок; забезпечують автоматичне відключення електроустановок при виникненні струмів

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 допустимий. 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 настроювання 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, багатократно

зростає, відповідно, зростає магнітне поле, яке переміщує осердя, що впливає на важіль вільного розчіплювача. 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 (серій 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 (рисунок 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 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.



Рисунок 1.19 – Загальний вигляд диференціального автоматичного вимикача

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 включати 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, 69, 74, 75]. Реле складається з нагрівального елемента з біметалічною пластиною 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 $1,05I_n$ неспрацьовання протягом 50 хвилин і спрацьовувати при збільшенні сили струму до $1,2I_n$ неспрацьовання протягом 20 хвилин. Повернення теплового реле у початковий (робочий) стан здійснюється кнопкою на теплому реле.

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

Робоче положення у просторі – вертикальне, регулятором струму неспрацьовання 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 проектної 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 и типи; ГОСТ 2.702-75 (2007) ЕСКД. Правила выполнения электрических схем; ГОСТ 2.709-89 (2007) ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов оборудования и участков цепей в электрических схемах; ГОСТ 2.710-81 (2001) ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах; ГОСТ 2.414-75 (2007) ЕСКД. Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов; ГОСТ 2.415-68 (2002) ЕСКД. Правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками; ГОСТ 2.705-70 (2007) ЕСКД. Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками

1.8.2 Основні типи схем

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

На схемах силових кіл змінного струму ввід джерел живлення позначають L1, L2, L3 або А, В, С (фазні проводи) і N (нульовий провід), а наступні ділянки кіл – додаванням порядкового номера ділянки:

перша фаза – L11, L12, L13 і т. д. або А1, А2, А3;

друга фаза – L21, L22, L23 і т. д. або В1, В2, В3;

третья фаза – L31, L32, L33 і т. д. або С1, С2, С3 і т. д.

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

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

Ділянки кіл керування позначаються арабськими цифрами зліва направо і зверху униз. У позначення кіл можна вводити букву, яка характеризує їх функціональне призначення. У цьому випадку послідовність чисел встановлюють у межах функціонального кола. Допускається у позначенні вторинних кіл включати позначення фаз, наприклад, A411, A412, A413 – ділянки вторинного кола трансформатора TA1_a фази A; C411, C412 – ділянки вторинного кола трансформатора струму TA1_c фази C; N411 – нульовий провід.

Дво- і трибуквенні позиційні позначення визначають як елементи, так і їх функціональне призначення. Так, позначення КН, КМ, КQT, YAT, HLG відповідають вказівному реле, контактору, реле положення вимикача “Вимкнено”, електромагніту відключення і сигнальній лампі з зеленою лінзою. При позначенні усіх елементів тільки однією буквою (наприклад, усіх реле і контактора буквою К) з цифрами відповідно від 1 до 7 (згідно зі схемою) необхідно доповнювати схему зазначенням назв або призначень цих елементів.

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

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

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

Таблиця 1.2 – Функції пристроїв

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

Зображення пристрою на схемі з'єднань повинно відповідати дійсному його розташуванню у виробі. На зображенні пристроїв повинні бути обов'язково позначені вхідні і вихідні елементи (клемна колодка, вивідні контакти та ін.). Їх маркування повинно відповідати заводському, а за його відсутності повинно бути присвоєно маркування проектувальника, яке повинно дотримуватись на усіх видах документів, у яких позначений даний пристрій.

Приклад. L11(=A2#T1+5-QF3:1) означає, що провід L11 (згідно з маркуванням ділянки кола на принциповій схемі) підключений до контакту 1 автоматичного вимикача QF3, розташованого на конструктивній полиці 5 функціональної групи T1 виробу A2 (шафа керування).

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

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

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

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

1.8.3 Послідовність виконання схем з'єднань з електричними схемами

Приклад: За наявною принциповою схемою керування електричного водонагрівача (рисунок 1.20) скласти схему з'єднань. Позначення елементів на схемах: SB1 і SB2 – кнопки “Пуск” і “Стоп”; KL – проміжне реле; QF – автоматичний вимикач; S – 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 вмиканні автоматичного вимикача QF і натисканні кнопки SB1 замикається коло проміжного реле KL, яке своїм замикаючим контактом подає напругу на котушку магнітного пускача KM, що замикає свої контакти. На електроди 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 розривають коло котушки пускача KM. Процес нагрівання води припиняється.

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

Порядок складання електричної схеми з'єднань

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

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

3. На всіх апаратах зобразити точками вивідні клеми.

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

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

6. Накреслити лінії прокладки джгутів.

3 PEN ~ 50 Гц 220/380 В

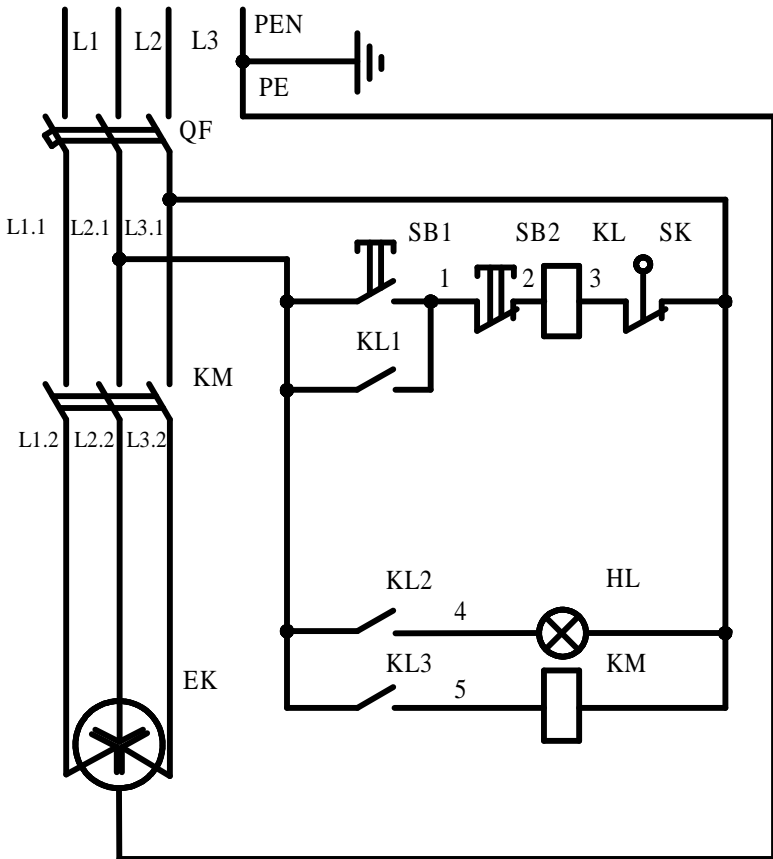


Рисунок 1.20 – Схема електрична принципова керування електродним водонагрівачем

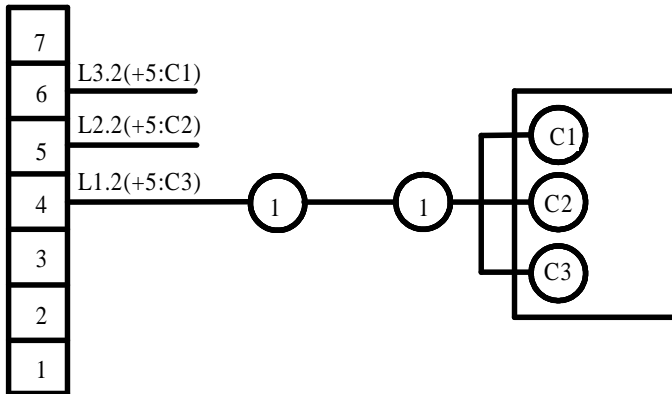


Рисунок 1.21– Схема електрична з'єднань (частина схеми)

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

8. На ділянці ліній, що відходять від кожної клеми, написати номер проводу відповідно до принципової схеми й адреси куди пішов або звідки прийшов провід. Адреса складається відповідно до ДСТУ 2.710 (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Умовні позначення адресного маркування

Тип умовного позначення	Символ, що кваліфікує	Найменування
Позначення конструктивного розташування (місце розташування)	+	Плюс
Позиційне позначення	–	Мінус
Позначення електричного контакту	:	Двокрапка
Адресне позначення	()	Круглі дужки

Наприклад, запис на ділянці проводу, що має вигляд 12 (+ 7:15), означає, що провід під номером 12 пішов за адресою до 7-го апарату і приєднаний на цьому апараті до 15-го контакту. При цьому слід пам'ятати, що до однієї клеми (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 двостадійного проектування?

4. Що входить до структури проекту виробництва робіт?

5. Як класифікують електроустановки за призначенням, родом установки, класом напруги?

6. Які існують кліматичне 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 схем?

12. Яка мета пусконаладжувальних робіт?

13. Перерахуйте основні етапи пусконаладжувальних 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 ЕЛЕКТРОПРОВОДОК

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 електроприймачів 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 3×220 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 (п'ятипровідна 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. Виключення слід виконувати на введенні в будівлю, наприклад, дією на незалежний розчіплювач ввідного автоматичного вимикача за допомогою реле контролю напруги. У цих випадках необхідно передбачити виключення як фазного L, так і нульового робочого N провідників.

При виборі апаратів і приладів, які встановлюються на ввіді, 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 найменший допустимий переріз мідних провідників повинен відповідати таблиці 2.2. 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 димоутвореністю згідно з ГОСТ 12.1.044. Мережу від поверхового розподільного щитка до квартири 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 (pen-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.

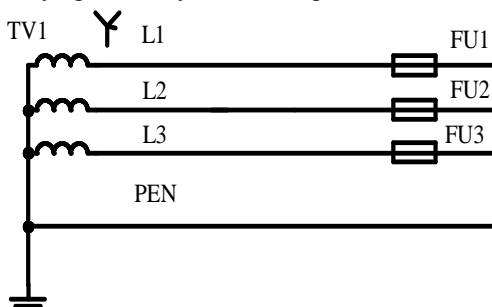


Рисунок 2.1 – Система заземлення TN-C

Система заземлення TN-S

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

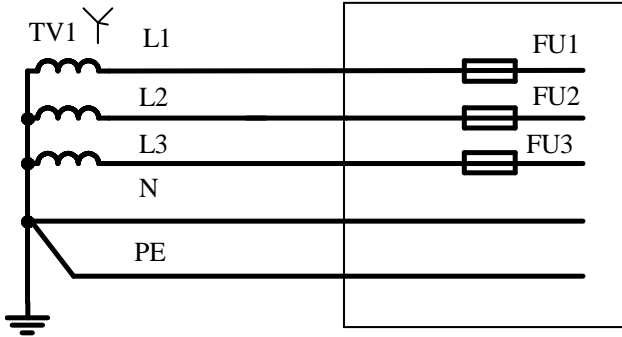


Рисунок 2.2 – Система заземлення TN-S

Система заземлення TN-C-S

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

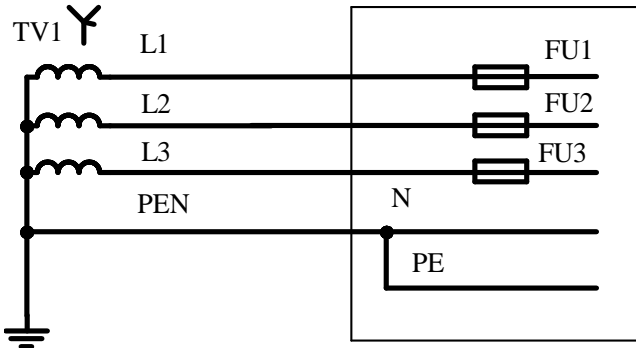


Рисунок 2.3 – Система заземлення TN- C-S

Система заземлення IT

Відкриті провідні частини електроустановки заземлені.

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

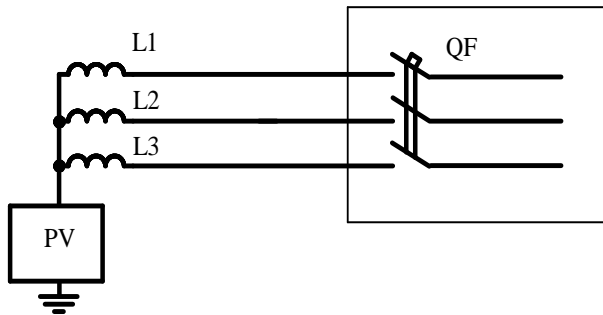


Рисунок 2.4 – Система заземлення IT

Система заземлення TT

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

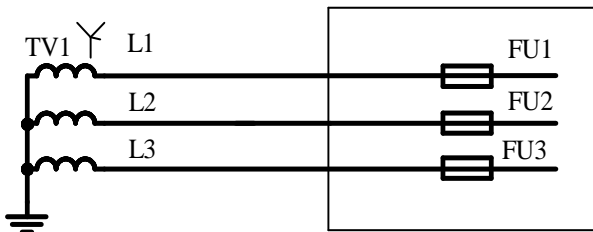


Рисунок 2.5 – Система заземлення IT

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, сховані 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, стель, на струнах, тросах, роликах, ізоляторах;
- у трубах, коробах, гнучких металевих рукавах;
- на лотках;
- в електротехнічних плінтусах і лиштвах (наличниках);
- вільною підвіскою та ін.

Відкрита електропроводка може бути стаціонарною, пересувною і переносною.

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 та ін.

При схованій електропроводці застосовуються такі засоби прокладки проводів і кабелів:

- у трубах, гнучких металевих рукавах;
- коробах, замкнених каналах і пустотах будівельних конструкцій;
- бороздах, що заштукатурюються;
- 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 може бути відкритою і схованою.

Основними посиланнями елементів конструкцій при виконанні монтажу електропроводок є наступні:

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

Струною, як несучим елементом електропроводки, називається сталевий дріт, натягнутий впритул до поверхні стіни, стелі тощо. Струна призначена для кріплення до неї проводів, кабелів або пучків проводів.

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

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

Тросом, як несучим елементом 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 відчиняються, із суцільними або перфорованими стінками і кришками. Глухі короба 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.

Горищним 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 горищні приміщення.

2.3 Вибір виду проводки. Технічні вимоги до монтажу електропроводок

Сільськогосподарські приміщення відрізняються рядом специфічних особливостей:

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

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

При виборі виду електропроводки і способу прокладки проводів і кабелів повинні враховуватися вимоги електробезпеки 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 електропроводках, повинні відповідати засобу прокладки й умовам навколишнього середовища. Ізоляція, крім того, повинна відповідати номінальній напрузі мережі.

Нульові робочі провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну 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
Відкрита		
Сухі і вологі (котельні, електрощитові, неопаловані склади)	На роliках і клицях	Незахищені одножильні АПВ – (2-120 мм ²)
Сухі	На роliках і клицях	Скручені двожильні
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	На ізоляторах (роliках) у місцях, де виключена можливість потрапляння дощу або снігу	Незахищені одножильні проводи АПРН – гумова ізоляція в негорючій гумовій оболонці
Зовнішні установки	Безпосередньо по поверхні стін, стель, на струнах, смугах та інших несучих конструкціях	Кабель в неметалевій і металевій оболонці АВРГ – агресивне середовище, канали
Приміщення усіх видів	Теж	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 полівінілхлоридного пластикату, несучим тросом
Сховані електропроводки		
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	В неметалевих трубах із матеріалів, котрі горять (несамозатухаючий поліетилен). Виключення: 1. Забороняється застосування ізоляційних труб з металевою оболонкою у сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках. 2. Забороняється застосування сталевих труб і сталевих 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	Замоноличуванням у будівельні конструкції при їх виготовленні	Незахищені проводи
Відкриті і сховані електропроводки		
Приміщення усіх видів та зовнішні установки	В металевих гнучких рукавах. В сталевих трубах і глухих сталевих коробах. В неметалевих 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 алюмінієвими жилами, за винятком:

- проводів у горищних приміщеннях;
- кіл постійного і змінного струму у межах щитових пристроїв, а також внутрішніх схем з'єднань приводів вимикачів, 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 кінозалах, радіозалах, кіл пожежної та охоронної сигналізації;
- у вибухонебезпечних зонах класів В-1 і В-1а.

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

Для живлення переносних і пересувних електроприймачів необхідно застосовувати шнури та гнучкі 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 виконуватися таким чином, щоб вони не виділялися на фоні стіни або стелі, лінії їх були строго прямими в горизонтальній і вертикальній площинах і проходили уздовж карнизів, паралельно дверним і віконним укосам. Відкриту 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 визначних адміністративних будинках, торгових і видовищних підприємствах, повинні, як правило, забезпечувати можливість заміни проводів. Виняток можуть складати незмінювані електропроводки, які замонолічені у будівельних конструкціях будинків при виготовленні їх на підприємствах будівельної індустрії. У виробничих спорудах рекомендується виконувати верхні розведення 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 приєднання жил проводів або кабелів повинний бути передбачений запас проводу (кабелю), що забезпечує можливість повторного з'єднання, відгалуження або приєднання.

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 проводів і кабелів до трубопроводів менше 250 мм проводи і кабелі повинні бути додатково захищені від механічних ушкоджень по довжині не менше 250 мм у кожную сторону 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 неброньованих кабелів, захищених і незахищених проводів крізь негорючі стіни і міжповерхові 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 між опалюваними і неопалюваними приміщеннями необхідно ущільнювати легкозаймистими матеріалами (наприклад, шлаковатою). Ущільнення виконують після прокладки проводів. Відкриті проходи через внутрішні стіни приміщень із нормальними умовами середовища можуть не ущільнюватися. Проходи електропроводок у сталевих коробах через прорізи у стінах необхідно закладати цементним розчином. Внутрішню порожнину короба в місцях проходу 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 ущільнювати (наприклад, шлаковатою). Ущільнення 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 й умовам середовища. Місця виходу проводів із труб, металевих рукавів тощо необхідно захищати від ушкоджень гумовими напівтвердими трубками, чопами або лійками.

Місця з'єднань і відгалужень проводів і кабелів не повинні відчувати механічних зусиль і мати рівноцінну ізоляцію з ізоляцією жил цих проводів і кабелів.

У побутових кімнатах тваринницьких, господарських і виробничих приміщень, а також у житлових і громадських будівлях зазначені спуски можуть 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, коробах, лотках і замкнених каналах будівельних конструкцій будинків припускається спільна прокладка проводів і кабелів (за винятком взаєморезервних) 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 виводів проводів кіл до 42 В в окрему ізоляційну трубу.

2.4 Умови вибору та вибір площі перерізу провідників для монтажу проводок

Тривало допустимі струми на проводи 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 виконувати сховану або відкриту прокладку проводів по поверхнях, які нагріваються. При схованій прокладці проводів у зоні гарячих трубопроводів, димоходів тощо температура навколишнього повітря не повинна перевищувати 35 °С.

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

Нульові робочі провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну 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 плюс 16 °С і відносною вологістю 45%. Приміщення відноситься до пилових, 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 електропроводках

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 з багатодрововими жилами для стаціонарної прокладки на роликах	1	-

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
Незахищені ізольовані проводи для стаціонарної електропроводки усередині приміщень: - безпосередньо по основах, на роликах, клицях, тросах	1	2,5
- на лотках, коробах до гвинтових затискачів	1	2
- на ізоляторах	1,5	4
Незахищені проводи у зовнішніх електропроводах:		
- на стінах, вводи від ПЛ	2,5	4
- під навісами на роликах	1,5	2,5
Захищені і незахищені у будівельних каналах	1	2

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

Млин відноситься до пожежонебезпечної зони класу П-II приміщення, в просторі якого можуть накопичуватися і виділятися горюча пилюка або волокна.

Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електричних машин повинні бути підвищеної 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 підвищеної надійності проти вибуху з видом захисту "n". 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 споживачів 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 П-1, П-ІІ. Корпус світильника виготовлений із еструдованого алюмінієвого профілю, відбивач – із полірованого алюмінієвого листа високої чистоти фірми “Alanod”. Група механічного виконання – М1 за ГОСТ 17516.1-90. Монтаж виконується на монтажний профіль. Ступінь захисту IP65, рівень ІЕхedqііСТ5. 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:

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

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

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

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

2.5 Способи прокладки відкритих та прихованих проводок

Основними вимогами до якісного монтажу електропроводки є:

- невисока вартість матеріалів та електромонтажних робіт;
- надійність і захищеність від механічних та хімічних факторів, що можуть впливати на її функціональність;
- гнучкість та можливість прокласти додаткові лінії мереж або їх заміну в разі необхідності.

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

Монтаж електропроводок 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 електропроводок 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 проходів; установка ізолюючих опор або прокладка труб.

Під час монтажу схованих електропроводок до складу підготовчих робіт входить огляд борозен і каналів під електропроводку, ніш 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 повного 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 самозатухаючого 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 незапилених приміщень.

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



Рисунок 2.8 – Система зовнішньої проводки “Експрес 4/ Експрес 6”

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

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 проводки “**IN-LINER**” на основі кабельних каналів.

“**IN-LINER**” (рисунок 2.9) – несуча система для зовнішньої проводки 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 типорозмірів і спеціально розроблена для застосування у складі СКС (структурованої кабельної системи).



Рисунок 2.9 – Система зовнішньої проводки 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 короба – з трьома відділеннями, з трьома відділеннями та притискачем ковроліну, з п’ятьма відділеннями (для різних видів кабелю). Колір лінійних елементів і аксесуарів може обиратися відповідно до смаку замовника з наступних: білого, чорного, коричневого. Відрізняється високою естетикою виконання.



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

для інсталяції як у коробки, так і самостійно. Система “**BRAVA**” призначена для встановлення у гіпсокартонні, цегляні 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”.

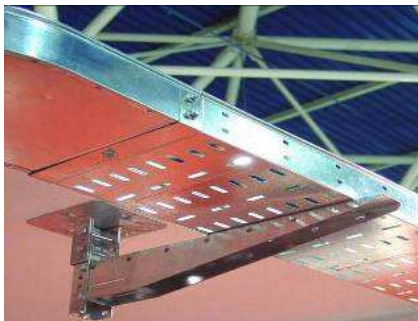


Рисунок 2.11 – Несуча система для зовнішньої проводки у промислових і підсобних приміщеннях “S5 COMBITECH”

Складові системи “Evolution/art”:

- канали-плінтуси;
- башточка “TOR”;
- колона “BIS”.

Серія “**BRAVA**” – універсальна система електровстановлювальних виробів

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”** (рисунок 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 –

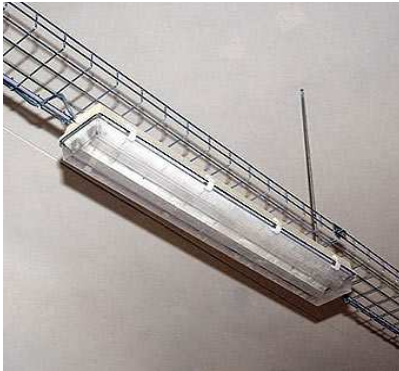


Рисунок 2.12 – Несуча система **“F5 COMBITECH”**

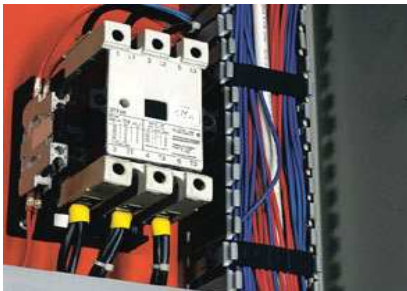


Рисунок 2.13 – Кабеленесуча система та комутаційні елементи **“QUADRO”**

постійно утримувати і захищати кабель. При використанні неперфорованих лотків, кришок, спеціальних пластин-накладок на стиках 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”** (рисунок 2.12) складається з дрових 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” (рисунок 2.13) – кабеленесуча система та комутаційні елементи для електроустановок і щитів керування (додаток Г1).

Складові “QUADRO” – перфоровані коробки і аксесуари до них, кабельні хомути, монтажні інструменти, кабельні наконечники, система “Grafoplast” для маркування проводки та будь-яких поверхонь, пристрої керування та сигналізації.

Складові системи “QUADRO”:

- перфоровані коробки;
- DIN-рейки; кабельне обплетення; кабельні хомути; кабельні наконечники; монтажні інструменти;
- системи маркування; клемні колодки; пристрої керування та сигналізації; електромонтажні шафи серії “RAM BLOCK”; ударостійкі пластикові корпуси “RAMBOX”; аксесуари.

2.5.2 Традиційна форма прихованого монтажу електропроводки

Досить часто електропроводку замоноличують 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 витoki струму, що призводять до помилкового спрацьовування пристроїв захисного відключення (ПЗВ).

Ще одним “класичним” методом є використання додаткового захисту у вигляді металевої 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 зварювання залишаються гострі елементи), знижується 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 (наявність СКС у будівлі передбачає можливість розширення, зокрема – глобального);

- тривалий термін експлуатації, що відшкодовує капіталовкладення (значна частина фінансових втрат виробництва припадає на час його простою, при цьому 2/3 простоїв 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.

2.5.3 Сучасний підхід з використанням ПВХ-труб

В звичайні стіни чи за фальш-поверхні на попередньому етапі будівництва або ремонту закладається гофрована ПВХ-труба. Провід або кабель затягується вже всередину труби за допомогою спеціальної сталеної протяжки, 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 ведеться жодних додаткових будівельних робіт;

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

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

розповсюджує горіння;

- саме ПВХ-труба при горінні не злипається (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 металевою трубою або металорукавом 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 кутом, протягують по трубах, які зварені між собою.

Недоліки зовнішньої проводки відкритим способом:

- при виникненні необхідності заміни або нарощування 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;

- незахищеність 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 заміни проводки на складних ділянках;

- є ймовірність пошкодження ізоляції при протяжці (після зварювання 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:

- вартість монтажу нижча, ніж при використанні металевої труби;
- можливість заміни та нарощування 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, майстернях тощо. Аналогічно до гофрованих труб та кабельних каналів (коробів), будь-які комунікації, побудовані на базі твердих гладких труб, дозволяють нарощувати та замінювати проводку протягом усього терміну експлуатації електролінії. 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 (а саме такі стіни найчастіше зустрічаються у технічних приміщеннях) прокласти кабельний канал рівно і без щілин 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 невибагливими 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 розраховані на даний вид монтажу, причому варто відмітити, що монтуються вони вручну, без зварювання і майже без додаткового інструменту (технічний ніж і ножівка). 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 використовується полівінілхлоридний 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 злипання під дією високих температур.

Послідовність 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;
 - затягування проводки.

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

Розмітка стін. Першим етапом розмітки маршрутів прокладання труб є окреслення місць фіксації розподільних коробок, зовнішніх коробок розеток, вимикачів та інших приборів. Далі для полегшення подальшого процесу розмітки ці коробки фіксуються. Враховуючи відкритий характер прокладання труб, необхідно витримувати 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 відповідних діаметрів. Якісні аксесуари для твердих труб виготовляються з аналогічного трубам самозагасаючого ПВХ і відрізняються за двома принциповими параметрами: функціональним призначенням і ступенем захисту, який вони забезпечують системі 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 хомутиком; фіксатор труб з дюбелем; фіксатор труб з цвяхом та ін.).

2. Комутаційні. Для комутації проводки (трійник 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 зміною внутрішнього діаметру).

4. Повороти і з’єднувачі. Для з’єднання, повороту труб під кутом 90° або (з використанням армованої труби) по більш складних

траекторіях (з'єднувач труб, IP 40; з'єднувач труб, IP 67; поворот труб на 90°, IP 40; поворот труб на 90°, IP 67; поворот з використанням армованої труби, IP 65.)

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

Слід зазначити, що для прокладання твердих труб часто в ролі акcesуара для складних поворотів використовується 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 здійснюватись після прокладання труб за допомогою спеціальних зондів (процедура, аналогічна до протягування проводки у гофровану трубу). При відсутності зонда можливо протягувати проводку і вручну, послідовно Perez'єднуючи акcesуари труб.

2.5.7 Щитове обладнання

Система “Quadro” від компанії “ДКС України” [31,55] призначена для організації та оптимізації електричних мереж в електроустановках і електрощитовому устаткуванні. “Quadro” включає в себе повний спектр пасивного обладнання: перфоровані коробки, DIN-рейки, хомути, монтажні інструменти, елементи кріплення, наконечники, обплетення, системи маркування, клемні колодки, кнопки керування, вимикачі навантаження, кулачкові перемикачі, рукоятки та акcesуари 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 канали встановлюються навколо активного обладнання у вигляді замкнутих рамок. Такий принцип розташування коробка дає додаткові резервні

шляхи для прокладання проводки. У випадку переповнення 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 коробка).

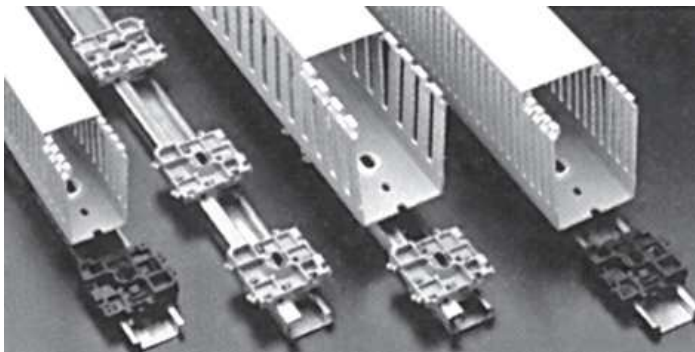


Рисунок 2.13 – Система пластикових перфорованих коробів “Quadro”

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 кріпиться 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 джугти, 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), типом 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 заощаджувати 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 цим 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. Струмopовідна 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.

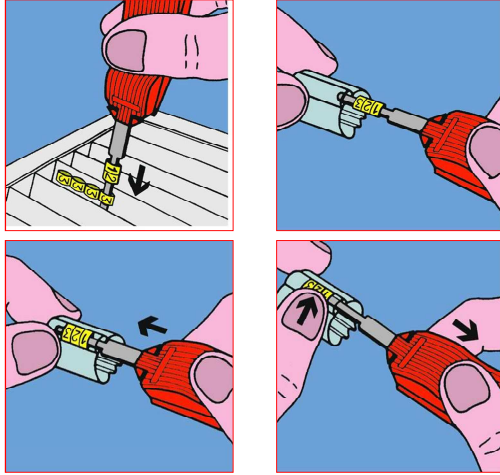


Рисунок 2.16 – Послідовність дій при маркуванні

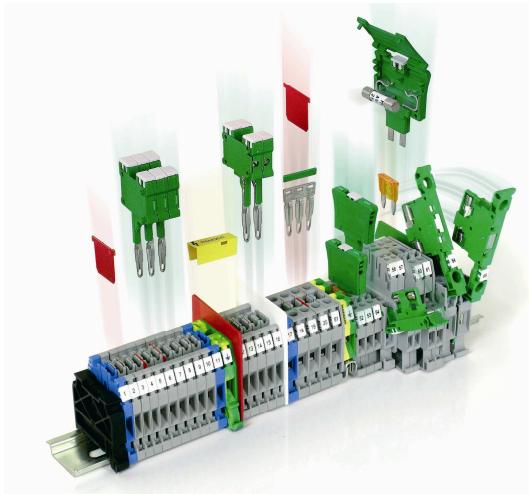


Рисунок 2.17 – Клемні колодки



Рисунок 2.18 – Кнопки керування

Основа, на яку встановлюється пристрій керування (монтажна плата, дверцята шафи, панель пульта керування), проходить між фіксувальною гайкою та маркувальною табличкою. Монтуються 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.

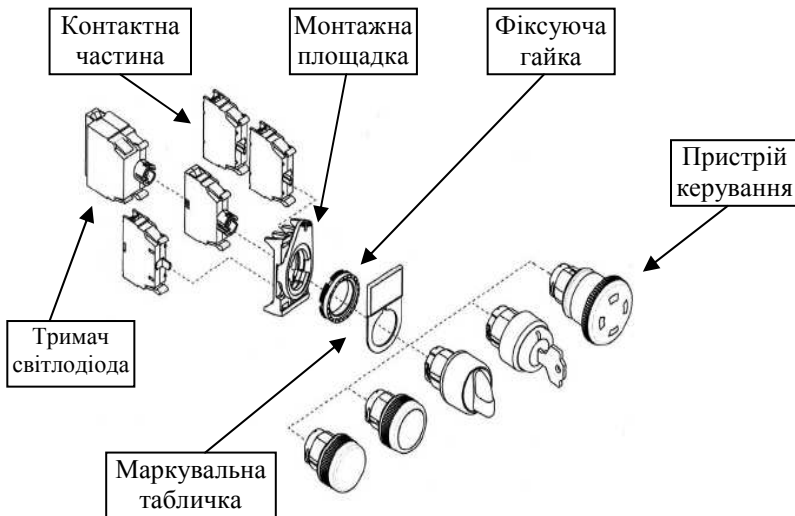


Рисунок 2.19 – Схема монтажу пристроїв керування

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, реверс ланцюгів). Перемикачі можна монтувати на монтажну плату, DIN-рейку, дверцята шафи або панель пульту 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 SE 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 самозатухаючого пластика. Міцні петлі, недоступні зовні, дозволяють відчиняти двері приблизно на 130°.

Зварні шафи “RAM BLOCK” серії CDE виконані за тими ж технологіями, що й шафи SE. Мають три модифікації: глухі; з фланцями для вводу проводки; 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 щити керування, щити низьковольтного розподілення, щити 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 запатентованого замкнутого сталюго профілю товщиною 1,5 мм, провареного вздовж всієї довжини. Це забезпечує додаткову стійкість шаф до механічних впливів. Вертикальні стійки мають спеціальні перфорації, 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 вводів

2.6.1 Основні вимоги щодо захисту низьковольтних комплектних розподільних пристроїв

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 руйнуванням. 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 оболонками

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 оболонки повинні бути міцно закріплені на своїх місцях;

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

- а) зняття, відкривання чи висування треба виконувати спеціальним ключем або інструментом;

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

У системах TN-S провід-перемичка не повинен бути ізольований чи перемкнутий. У системах TN-C PEN провід не повинен бути ізольований чи перемкнутий. У TN-S системах нейтральний провід не потребує ізоляції чи перемикання.

Приклад. Блокування дверей за допомогою вимикача здійснено таким чином, що їх можна відчинити тільки у тому разі, коли вимикач розімкнено і за цих умов його неможливо перевести в положення замикання, поки двері відчинено, за винятком випадку, коли блокування дверей знято чи використано 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 згадане блокування треба автоматично відновити після того, як двері зачинено;

в) КРП повинен мати внутрішню перепону або заслінку, яка захищає частини, що перебувають під напругою, від випадкового доторкання за відкритих дверей. Ця перепона або заслінка 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 запобігала б випадковому торканню обслуги до частин під напругою, які не захищені іншими засобами. Однак ця перешкода не повинна заважати доступу обслуги до струмопровідних частин. Треба унеможливити зняття цих перешкод без використання ключа або спеціального інструмента;

- струмопровідні частини, які відповідають умовам безпечної наднизької напруги, не потребують закривання.

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, маховики 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, виготовляти 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, вважають достатніми для збереження нерозривності кіл захисту, якщо прийняті застережні заходи гарантують постійну провідність та пропускну здатність достатню, щоб витримати аварійний 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 витримувати 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
$S \leq 800$	$S/4$

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).

РЕН-провідники повинні відповідати таким додатковим вимогам:

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

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

Площу поперечного перерізу захисного провідника (РЕ, РЕН) розраховують за формулою для захисту від теплових ударів, спричинених струмами 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 малий 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 ізольованих захисних проводів, що не входять до складу кабелів чи неізольованих захисних проводів, що контактують із оболонкою кабеля

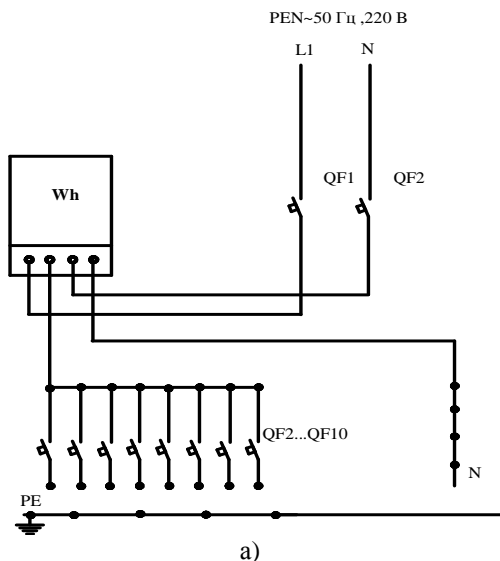
Кінцева температура	Ізоляція захисного проводу або оболонки кабеля		
	ПХВ у поліхлорвінілі	XLPE, EPR Неізольовані проводи	Бутилкаучук
Матеріал провідника	Значення коефіцієнта k		
Мідь	143	176	166
Алюміній	95	116	110
Сталь	52	64	60

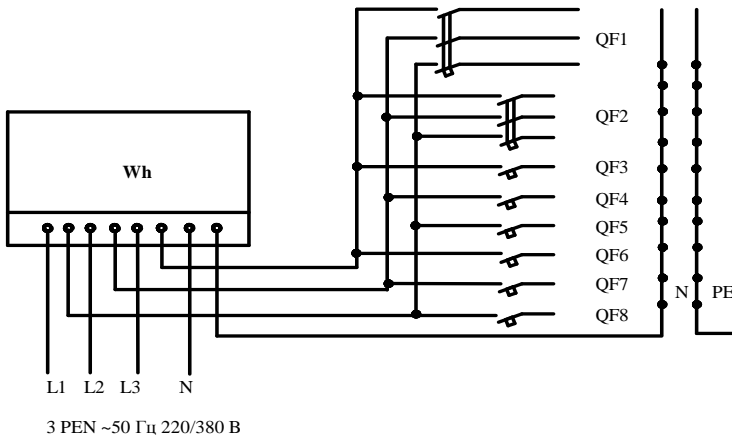
2.6.2 Ввід електропроводки у приміщення

Вводом називають електропроводку, що з'єднує ввідні пристрої усередині приміщення з проводами відгалужень від повітряної лінії (ПЛ), закріпленими на шийках штирьових ізоляторів, установлених на зовнішній стіні або трубостійці.

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

Щитки 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. Щитки встановлюються безпосередньо в квартирах, індивідуальних будинках, на дачах і т.д. При установці в квартирах багатоповерхових житлових будинків щитки отримують живлення від щитків поверхових ЩЕ 8505. Щитки можуть використовуватися для всіх типів електричних мереж в частині заземлення (згідно з МЕК 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.





б)

Рисунок 2.21 – Схема електрична принципова лічильників
ЩК8805-0208 (а) і ЩК8805-2108 (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 типовиконанням вимикачів

розподілу (у однополюсного виконання);

- за способом (місцем) установки:

- навісні – на вертикальних площинах будівельних конструкцій (стінах);

- утоплені – в спеціальних нішах (поглибленнях) стін.

2.6.2.1 Особливі вимоги

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

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

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

- корпус;
- лицьової панелі;
- панелі, на якій змонтовані автоматичні вимикачі і лічильник.

2.6.2.2 Електричний монтаж щитків

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 щитків допускає можливість введення і виведення проводів в сталевих або пластмасових трубах. Контактні затискачі автоматичних вимикачів на введенні і групових лініях, що відходять, допускають приєднання провідників перетином від 1 мм² до 16 мм².

Щитки 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 МЕК.

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

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

2.6.2.3 Склад і розміщення вимикачів

Щитки ЩК 8805 комплектуються серією автоматичних вимикачів ВА61-29*. Вимикачі введення і розподілу встановлюються на монтажних стандартних рейках (шинах) 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 тепловими і електромагнітними розчіплювачами.

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.

Ввідні 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 вводі в будинок

2.6.3 Монтаж низьковольтних комплектних пристроїв

Ящики і щити 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 наявності 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 ящиків 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, світлосигнальну арматуру, перемикачі, приводи вимикачів і теплових реле.

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

Ящики при комплектуванні в щити з'єднуються між собою болтами, при цьому збірний щит має ступінь захисту IP54 за ГОСТ 14254. Електричний монтаж між ящиками здійснюється через з'єднувальні вікна, розташування яких вибирається залежно від конкретної схеми щита. Щити 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), щити можуть встановлюватися на стіні або на підлозі на металевому каркасі. Щити завдовжки більше 1,5 м поставляються на каркасі. На одному каркасі поставляється щит завдовжки до 2,5 м. При довжині щита більше 2,5 м він виготовляється окремими секціями разом із затискними пристроями для з'єднання збірних шин, силових і

допоміжних ланцюгів різних секцій між собою при установці щита на місці монтажу.

Підключення. Введення-виведення зовнішніх провідників здійснюється через сальники, що розташовуються на знімних 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 останні 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 ящиків і закріпити їх двома гайками з установкою усередині ящика металевої і гумової шайби ущільнювача і затягнути в труби дроти з подальшим приєднанням останніх до затисків апаратів;

- при наявності в ящику приводу 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 електропроводки?
5. Які технічні умови на монтаж електропроводок?
6. Дати визначення елементів несучих конструкцій електропроводок: струна, смуга, трос, 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 служить електродвигун.

Електропривід складається з одного або декількох електродвигунів передавального механізму та апаратури керування. У його склад можуть входити також пристрої, що змінюють напругу, частоту або інші параметри електричної енергії (випрямлювачі, перетворювачі, частотоміри 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 вала ротора, схема з'єднання обмоток статора, номінальний струм, маса двигуна, рік випуску, ступінь захисту, режим роботи, клас ізоляції, державний стандарт на виготовлення.

Більшість стаціонарно встановлених машин і механізмів приводиться 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 найдешевшим, простим за будовою, надійним у роботі та в експлуатації.

3.1.1 Основні характеристики двигунів

На сьогодні електротехнічні компанії виробляють основні види електродвигунів:

- електродвигуни асинхронні трифазні змінного струму:
- загальнопромислового виробництва серії АИР; АД; АДТ; МЛ; 4АМ; 5АМ; 6АМ;
- спеціального призначення:
- багатошвидкісні АИР804/2; з підвищеним ковзанням L; з вбудованим електромагнітним гальмом АИР90L4E; для приводу осьових вентиляторів тваринницьких і птахівницьких приміщень АИРП80-В6; для приводу деревооброблювальних верстатів 4АМХД80 В2ІМ1081; для приводу моноблочних насосів АИР80А4Ж3; з прив'язкою потужності до встановлювально-прієднувальних розмірів

CENELEC – АИС 112L2;

- електродвигуни асинхронні однофазні змінного струму – АИР ІЕ 90L2ДБ3;

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

- вибухозахищені серії ВА80SA4УХЛ2.

Система охолодження двигунів – ІС 041 за ГОСТ 20459 (МЕК 60034-6). Двигуни мають станину із зовнішніми подовжніми охолоджуючими ребрами. Охолодження здійснюється шляхом обдування станини зовнішнім відцентровим вентилятором, розташованим на валу двигуна з протилежного боку приводу і закритим захисним кожухом (рисунок 3.1).

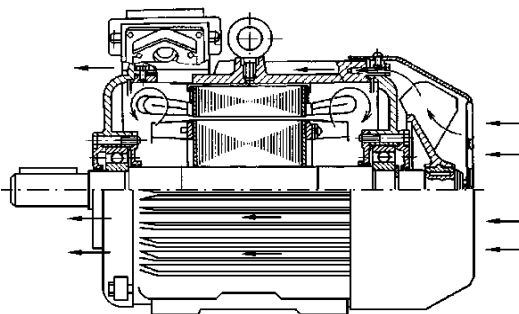


Рисунок 3.1 – Двигун закритого виконання

Повітря омиває лобові частини обмотки статора і зовнішню поверхню сердечника статора і викидається через бічні вікна станини 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 АИР

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; И – розробка в рамках Інтерелектро, Р або С – прив'язка потужності до встановлювально-приєднувальних розмірів стандарту РС3031-71 або CENELEC-DOKUMENT 28/64, АД і МЛ – асинхронний двигун, Т – трифазний.

2 Електричні модифікації: С – з підвищеним ковзанням, В – вбудовані та ін.

3 Габарит – 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 А і В, М – середня.

5 *Довжина сердечника статора:* А – коротка, В – довга, при умові зберігання установочного розміру.

6 *Кількість полюсів двигуна:* 2,4,6,8,4/2,6/4,8/2,16/4.

7 *Ознака модифікації:*

– Б – з вбудованим температурним захистом;

– П – підвищеної точності за установчими розмірами;

– Е – з вбудованим електромагнітним гальмом;

– Е2 – з вбудованим електромагнітним гальмом і ручним розгальмовуючим пристроєм;

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

– А3 – для приводу обладнання в “чистих” приміщеннях і “брудних” боксах АЕС;

– Х2 – хімічно стійке виконання.

8 *Кліматичне виконання ГОСТ 15150-69:*

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

– Т2 – з тропічним кліматом;

– УХЛ2, УХЛ4 – з помірно холодним кліматом;

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

Категорія розміщення:

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 *Номінальна напруга згідно з ІЕС38, В – 380, 400, 415, 660, 220/380, 230/400, 240/415, 380/660.*

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

11 *Виконання за способом монтажу:* ІМ – (International Mounting) для двигунів у прив’язці потужності розмірів стандарту РС3031-71, В – прив’язці CENELEC (таблиця 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 щиті;

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

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

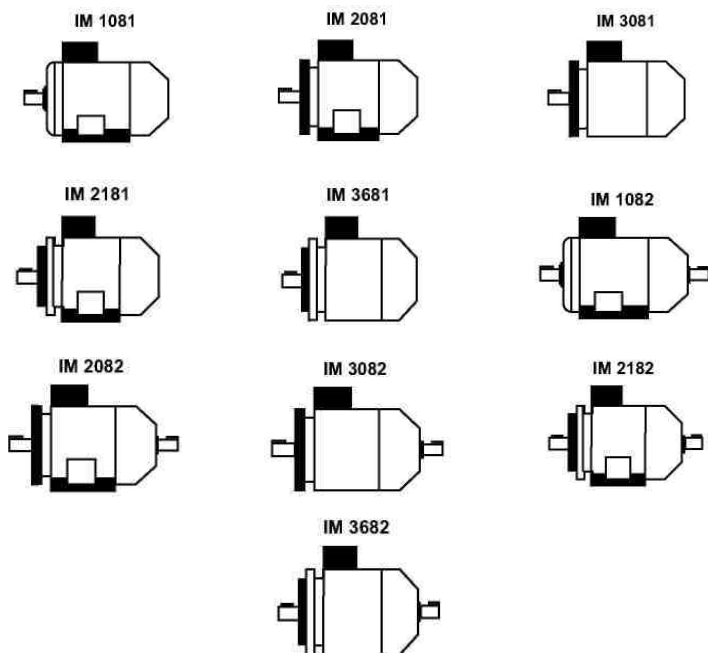


Рисунок 3.2 – Цифрове позначення способу монтажу

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 попадати 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 струмоводу IP55, ступінь захисту ЕД – IP54.

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

Типорозмір	Потужність, кВт	Частота обертання, об/хв	ккд, %	cosφ	$M_{\text{пуск}}$	$M_{\text{мах}}$	$I_{\text{пуск}}$	середній рівень звуку, дБ (А)	маса, кг ІМ 1081
					$M_{\text{ном}}$	$M_{\text{ном}}$	$I_{\text{ном}}$		
АІР71А2	0,75	3000	79,0	0,80	3,3	3,2	7,0	60	8,6

3.1.3 З'єднання обмоток електродвигунів і позначення їхніх виводів

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

Виводи обмоток електричних машин прийнято маркувати буквами і цифрами. Виводам обмоток статора машин змінного струму привласнена 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: першої фази – Р1, другої – Р2, третьої – Р3, нульової точки – 0.

До позначень виводів багатошвидкісних асинхронних двигунів перед буквою додається цифра, 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 перемичок легко з'єднати обмотки у зірку або трикутник. Обмотки двигунів розраховують на визначену номінальну напругу. Це зазначається у його паспорті.

Наприклад, якщо зазначено У/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 щитку поряд з виводами. Навішування 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 (якоря), з'єднана 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'єднань 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 зіркою	3 або 4	Перша фаза	Жовтий	-
		Друга фаза	Зелений	-
		Третя фаза	Червоний	-
		Нульова точка	Чорний	-
З'єднання 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	-

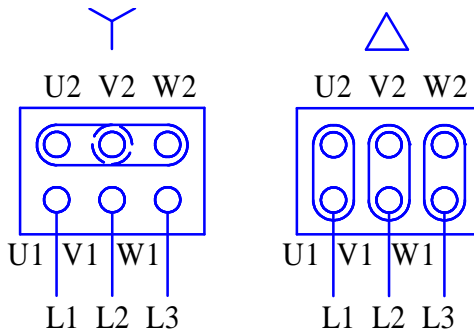


Рисунок 3.3 – Ескіз клемної колодки двигуна серії ВА80

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 даних 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 електродвигун буде працювати як однофазний, розвиваючи потужність до 50...55% від номінальної потужності в трифазному режимі.

У машин постійного струму початки і кінці виводів обмоток позначають відповідно: якірної – Я1 і Я2, паралельної (шунтової) – Ш1 і Ш2; послідовної (серієсної) – С1 і С2; компенсаційної – К1 і К2; обмотки додаткових полюсів – Д1 і Д2; зрівняльної 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 ковзанням і багатошвидкісні можуть працювати в різних режимах відповідно до ГОСТ 28173 (МЕК 60034-1).

Основні режими роботи електродвигунів:

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

Короткочасний режим роботи S2 – робота машини при незмінному навантаженні P протягом часу АТР, недостатнього для досягнення всіма частинами 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°C .

Періодичний повторно-короткочасний режим роботи S3 – послідовність ідентичних циклів 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 одночасно. Електродвигунам із більшою частотою обертання віддають, 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 багатошвидкісні асинхронні двигуни трифазного струму з переключенням числа пар полюсів. Для плавного регулювання частоти обертання в різноманітних діапазонах може застосовуватися спеціальний електропривід змінного і постійного струмів.

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, а вібрація обладнання, фундаментів і частин будівлі не перевищувала допустимих меж.

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

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

частинами приміщення або обладнання повинна бути не менше 1 м. Допускається звуження проходів між виступаючими частинами машин і будівельними конструкціями до 0,6 м на довжині не більше 0,5 м.

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

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

Електродвигуни змінного струму напругою до 1000 В вмикають без сушіння, якщо обмотка статора має опір не менше 0,5 МОм при температурі 10–30°C. При меншому значенні опору ізоляції 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 з написом “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 проект виробництва робіт, а для середніх машин – технологічні записки.

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

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

сполученням фаз обмотки “Δ/Υ”, схема з’єднання обмотки статора, напруга і частота для підключення до мережі вказані в паспорті.

Основні операції перед монтажем:

- очистити двигун від пилу;
- робочий кінець валу очистити від антикорозійного покриття (мастила) тканиною, змоченою в бензині або гасі;
- перевірити наявність вибухозахисних 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 щілини між кришкою і корпусом коробки виводів;
- перевірити, чи вільно обертається ротор двигуна (обертання від руки).

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

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

З’єднати двигун з приводним механізмом.

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

Підключити двигун до мережі. Пуск двигуна здійснюється безпосередньо включенням на повну напругу мережі за допомогою апаратів ручного або дистанційного керування. Перший пробний пуск двигуна робиться, по можливості, без навантаження. Після запуску двигуна слід переконатися у відсутності ненормальних шумів і

підвищеної вібрації. Для зміни напрямку обертання необхідно поміняти місцями будь-які два струмопровідні проводи кабеля живлення.

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. Приміщення і фундамент під двигуни приймається за спеціальним актом. Площа приміщення повинна забезпечувати можливість виконання операцій по монтажу електричних машин.

Фундаменти під електродвигуни виконують з бетону, каменю, перепаленої 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 землі. Для цього риють котлован прямокутної форми, глибина якого повинна бути такою, щоб фундамент лежав не на насипному ґрунті, а на материку (глибину фундаментів звичайно приймають 0,5...1,5 м). Розміри його в плані приймають відповідно до розмірів фундаментної плити, показів із припуском 50...250 мм на сторону.

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 плані + 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 $2,5 \text{ кг/см}^2$, на дрібний пісок – 2, на крупний пісок – 3,5 на гравій і гальку – 5 кг/см^2 . Припуск на сторону від габаритів машини повинен бути в межах 50–250 мм.

Двигун устанавлюють на фундамент через 10...15 днів після заливання.

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

Якщо електродвигун надає руху робочому органу через гнучкий зв'язок, то під нього на фундамент устанавлюють полозки, що дозволяють робити заміну клинових ременів і натяг гнучкого зв'язку, необхідні для нормальної роботи передачі у випадку її витяжки.

3.4.2 Установка двигуна на опорну основу

Вибір місця устанавки електродвигуна є одним з основних питань при монтажу електроприводу. Приводні електродвигуни можуть устанавлюватися 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 устанавка, з'єднання з приводним органом, вивірення з'єднання, підключення виводів обмоток і апаратури керування проводяться безпосередньо на заводах-виробниках робочої машини або агрегату, що поставляються звичайно без розбирання. Великогабаритні робочі машини і механізми можуть поставлятися на місце устанавки вузлами, де проводиться їхнє складання. При цьому монтаж електродвигуна не становить складності: визначене і підготовлене місце його устанавки, виготовлені кріпильні деталі, деталі з'єднання з приводним органом та інше.

У ряді випадків приводний електродвигун встановлюється окремо від робочої машини або механізму на литі чавунні плити,

полозки, зварні рами, фундаменти тощо. Усередині будинку вони можуть установлюватися на будівельних деталях (стінах, стелях). 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 будують загальний фундамент.

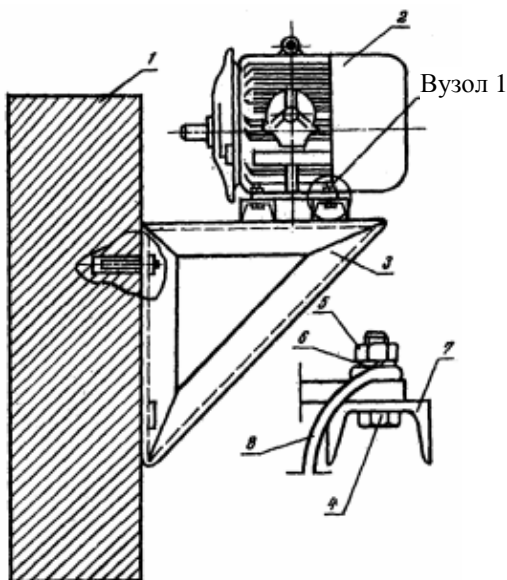
До частин будинків безпосередньо електродвигуни не кріпляться. Спочатку на стіні або стелі закріплюють сталеві конструкції у вигляді зварних із сталевого кутка кронштейнів, полозків та ін. Такі конструкції можуть виготовлятися на заводі і входити в комплект постачання машини або установки. При розмітці отворів на стіні або стелі передбачається така установка конструкцій, щоб вісь вала 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 анкерних 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 насадити на кінець вала півмуфту, шків або шестерню. Операцію необхідно виконувати за допомогою спеціального пристосування з натяжним гвинтом. Вал електродвигуна попередньо очищають від бруду, старого мастила, фарби або іржі тканиною, змоченої гасом. Залишки іржі видаляють шліфуванням за допомогою наждакового паперу № 00 або № 000, змазаного мінеральною олією. Після повного очищення вала його поверхню протирають тканиною насухо, змащують тонким шаром мінеральної олії, закладають шпонку і шпоночну канавку і надівають захисну кришку вентилятора. Поперечину пристосування впирають у торець вала, а на протилежний кінець його тиском насаджують шків або півмуфту.

Шків і напівмуфти знімають із валів електродвигунів за допомогою спеціальних скоб або універсальних зйомників. Вони дозволяють захоплювати деталь як із зовнішньої, так і з внутрішньої сторони і розвивати тягове зусилля до 20 кг. Використання пристосувань для зняття і насаджування шківів, півмуфт та ін.

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



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 втулочно-пальцьових муфт типу МУВП.

Для передачі обертового моменту від електродвигуна до робочої машини можуть використовуватися різноманітні 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 ін.);

- фланцеві поперечно-стяжні муфти. Є найбільш поширеними з групи глухих муфт.

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 перших 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.

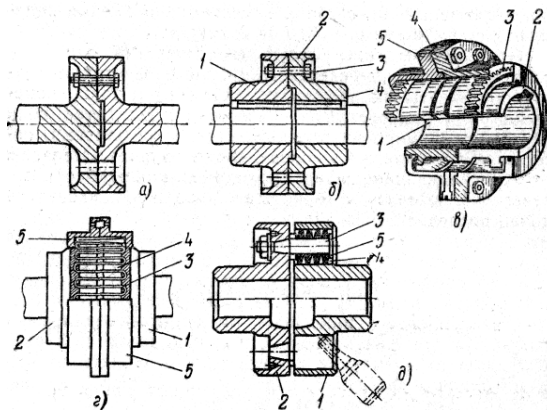


Рисунок 3.5 – Жорстка муфта

Ремінні передачі складаються з двох шківів, укріплених на валах електродвигуна (головний) і машини (вторинний). Розрізняють дві гілки ремня – головну S1 і вторинну S2. Головна гілка під час руху ремня натягнута сильніше. Приводні ремні за формою поперечного перерізу можуть бути плоскими, клиновими (трапецієподібними), зубцюватими, круглими. Останні використовують лише в установках малої потужності, наприклад, у приводах швейних машин, у настільних верстатах, різноманітних приладах. Відповідно до форми поперечного перерізу ремня 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 роликом може застосовуватися при малій між осевій відстані і великих передатних відношеннях. Натяжний ролик виконується циліндричним і встановлюється на зворотній гілці ремня. У цих передачах можуть використовуватися шкіряні, прогумовані, тканинні, вовняні й інші ремні. Високою тяговою спроможністю, міцністю, надійністю і довговічністю, особливо в умовах різкозмінних навантажень, володіють шкіряні ремні. Але вони дорогі і зовсім непридатні для роботи в сирих місцях і середовищах, насичених агресивними парами.

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

Прогумовані ремні виготовляються у вигляді стрічок і поставляються заводами в рулонах. При монтажу передачі відрізають стрічку заданої (розрахованої, заміряної по шківках) довжини, звертають її в кільце і з'єднують кінці. З'єднують їх різноманітними способами: склеюють, зшивають сирицевим ремінцем, скріплюють за допомогою дротових гачків або болтами. Склеєні ремні мають високу еластичність, забезпечують передачі повільність, велику швидкість ремня і більший термін служби. Ремні, що зшили за допомогою дротових гачків або сирицевого ремінця, більш жорсткі і менш міцні. З'єднання кінців ремня за допомогою болтів і металевих пластин є простим і міцним, може застосовуватися при великих переданих потужностях, при малих швидкостях ремня.

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

Міжосьова відстань ремінної передачі визначається в основному з конструкції машини і приводу. Для задовільної роботи плоскоремінної 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 шківа повинний бути не менше 150°. Ширина ремня приймається на 10...15 мм менше ширини шківа. Товщина ремня вибирається залежно від переданої потужності і швидкості його руху. Діаметр меншого шківа, насадженого на вал електродвигуна, в усіх випадках повинен бути не менше діаметра ротора. Плоскоремінні передачі одержали поширення при передачі потужності від 0,6 до 40 кВт і більш при швидкості ремня від 5 до 25 м/с і передатному числі 5:1, а з натяжним роликком – 10:1.

При будові передачі зворотну гілку ремня ставлять над головною, тому що хід ремня в цьому випадку збільшує кут обхвату меншого шківа. Ремінь надівають на шківів з попереднім натягом, що забезпечує натяг у гілках ремня при холостому ході передачі 1,4...2 МПа (14...20 кгс/см²). Для плоскоремінної передачі зусилля натягу ремня приймають 1,8 МПа (18 кгс/см²).

Клиноремінна передача одержала велике поширення завдяки технічним перевагам перед плоскоремінною. Вона має більшу тягову спроможність при меншій ширині шківа, велике передатне число,

менший тиск на вали двигуна і машини, неспадання ременя при перевантаженнях та ін. Клинові ремні водонепроникні, передача може працювати при великій вологості повітря. Вартість клиноремінної передачі дещо вища в порівнянні з плоскоремінною, а термін служби клинових ременів менший. 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 ременя, передача працює незадовільно через його вібрацію. Мінімальна відстань для цієї передачі визначається півсумою діаметрів шківів, складеною і потроєною висотою ременя. Мінімальним кутом обхвату меншого шківів прийнято вважати кут, рівний 120. Проте передача працює задовільно і при меншому куті обхвату (до 90 °), але при цьому скорочується довговічність ременя.

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

Клинна взаємодія ременя і шківів характеризується підвищеним зчепленням, а отже, і підвищеною тяговою спроможністю. Якщо тягова потужність плоских ременів визначається їхньою шириною, то клинових – площею перерізу. Клинові ремні виготовляються семи профілів. Із збільшенням переданої потужності збільшують кількість паралельно працюючих ременів. Розміри клинових ременів установлюють згідно з ГОСТ 1284.3-96 (2005). Клинові ремні призначені для роботи в умовах зміни температури навколишнього середовища від мінус 30⁰С до плюс 50⁰С. Спеціальні морозостійкі ремні можуть працювати при температурі мінус 50⁰С.

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

Основні способи і технічні засоби вивіряння передачі обертального моменту:

- центрувальні скоби;
- щупи;
- з використанням однієї пари радіально-осьових скоб;
- з використанням двох пар радіально-осьових скоб;
- центрування валів по півмуфтах;
- пристрій з використанням стрічкового або електромагнітного притискача;
- центрування способом “обходу однієї точки”;
- центрування валів електричних машин і машин із зубчастими передачами при наявності проміжного валу;
- візуальне центрування валів за допомогою центропошукача.

Безпосередні з'єднання вивіряють у два прийоми попередньо й остаточно. Попереднє вивірення може виконуватися за допомогою металевої лінійки (без спеціальних пристосовань), 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 лапи 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. Осьовий зсув визначають, прикладаючи лінійку до бічних поверхонь півмуфт. Ліквідації осьових зазорів досягають поворотом електродвигуна в горизонтальній площині. При високій точності центрування користуються спеціальними скобами, що закріплюють на маточинах обох півмуфт за допомогою болтів і

хомутів. Радіальні й осьові зазори звичайно заміряють за допомогою щупів у чотирьох точках окружності через 90° , починаючи з верхньої точки. Змінюючи положення вала електродвигуна, досягають рівності однойменних зазорів при будь-якому куті повороту вала. Остаточне вивірення з'єднання валів муфтою у виробничих умовах часто виконують за допомогою двох жорстких дротів, що закріплюють на маточинах 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 з'єднують нежорстко болтом і обертають від руки. Зміну осьових і радіальних зазорів у точках 0° , 90° , 180° і 270° визначають візуально. При вивіренні домагаються 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 спадання ремня, а при клиноремінній – до передчасного його зносу. При однаковій ширині шківів електродвигун переміщують доти, 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 металевою лінійкою, котру прикладають до шківів бічною поверхнею (ребром) і домагаються торкання до неї всіх чотирьох точок шківів.

При різній ширині шківів вимірювальну лінійку прикладають ребром до двох діаметрально протилежних точок на торці більшого шківів і домагаються, 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, під якими 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 щупів і штифта. 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 електродвигуна до монтажу.
6. Які існують способи з'єднання обмоток асинхронного двигуна с к.з. ротором?
7. Яким чином виконують позначення виводів обмоток електричних машин змінного струму?
8. Які існують види цифрового позначення способу монтажу електродвигунів?
9. Назвіть основні технологічні операції встановлення електродвигуна на опорну основу
10. Які 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 занулення електродвигунів?

РОЗДІЛ 4

МОНТАЖ УСТАНОВОК ДЛЯ ОСВІТЛЮВАННЯ, ОПРОМІНЮВАННЯ ТА ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

4.1 Основні характеристики освітлювальних та опромінювальних приладів

Конструкція і виконання світильників повинні відповідати номінальній напрузі електричної мережі і умовам навколишнього середовища [4, 10,20,27].

Освітлювальні й опромінювальні установки часто не мають істотних конструктивних розходжень, але вимоги до монтажу їх різняться. Специфічність установок 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 світильник (аналогічно опромінювач) підвішують 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.

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

на одній висоті над підлогою. Опромінювачі часто встановлюються нижче світильників. У цих випадках до проводок ставляться 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 пиловологозахищеності: IP 54.

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

Клас вибухобезпечності: 2ExedIIIC.

Температурний клас: T2.

Ударостійкість світильника: 4 Дж.

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

Клас захисту від ураження електричним струмом: 1.

Джерело світла: лампа розжарювання Г 200.

Патрон з цоколем: E27.

Номінальна напруга: 220 В.

Частота змінного струму: 50Гц.

Характеристика корпусних деталей – з алюмінієвого сплаву, світлопропускаючий захисний ковпак – з термостійкого скла.

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

Таблиця 4.1 – Характеристики світильника згідно з ТУ 16-676.173-86

Модель світильника	Потужність лампи, Вт	ККД, % не менше	Клас світлорозподілу	Крива сили світла	Захисний кут, ° не менше	Розміри, мм		Вага, кг
						D	H	
НСП23-200-001	200	70	Н	спец.	90	240	350	6,3
НСП23-200-003		60	П	Д	15	410	350	7,4
НСП23-200-005		75	Н	М	90	240	330	5,9

4.1.2 Опромінювачі

Розглянемо основні характеристики опромінювачів (на прикладі тепличного опромінювача ОГСОІ “Фотос”):

Ступінь пиловологої захищеності: IP 54.

Виконання по вибухобезпечності: В-Iа, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIIа.

Клас вибухозахищеності: 2ExedIIС.

Температурний клас: Т2.

Кліматичне виконання: УХЛ, категорія розміщення 4.

Клас захисту від ураження електричним струмом: 1.

Джерело світла: лампа розжарювання ЗШ215-225-1000.

Патрон з цоколем: Е40.

Номінальна напруга: 220 В.

Частота змінного струму: 50Гц.

Термін роботи: 8 років.

4.2 Особливості монтажу установок освітлення з лампами розжарювання

Заготовку 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 типом, кольором або спеціально нанесеними знаками.

При кріпленні світильників до стелі на дюбелях, що забиваються за допомогою будівельно-монтажного пістолета, кожную точку підвісу необхідно випробувувати 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 перекриттям.

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

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

З'єднання проводів всередині трубчастій частині підвіски світильника забороняється. Світильники для ламп потужністю 100 Вт і більше, що не мають ввідних затискачів, заряджають мідними гнучкими проводами з теплостійкою ізоляцією.

Вводи проводів і кабелів в світильники і апарати ущільнюють, щоб не проникав пил і волога. Конструкція і виконання світильників повинні відповідати номінальній напрузі електромережі 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 одножильних 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 гаку. Кріплення на крюк або шпильку застосовується в житлових, адміністративних та громадських спорудах. Кріплення світильників вагою до 5 кг до цільних стель виконується за допомогою крюків 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, крюки повинні бути ізольованими, а пристосування 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 сталльної 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 тросі (дроті) – відгалуженими коробками У 245 і У246 у комплекті з кріюком У246.

Приєднання 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 приєднують за допомогою відгалужених затискачів У 739 без розрізання магістральних проводів, які прокладають усередині 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 трикутним люмінофором економічні, оскільки світлова віддача у них складає до 104 Лм/Вт, але володіють гіршою світлопередачею ($R_a=80$), а лампи з п'ятикутним люмінофором мають відмінне перенесення ($R_a=90-98$) кольорів при меншій світловій віддачі (до 88 Лм/Вт).



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд трубчатой люмінесцентної лампи

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 цоколів (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 світловіддачею 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. Із-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.

Конструкція. Корпусна 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. Пускорегульовальний апарат – електромагнітний, вбудований. Клас захисту від ураження електричним струмом – I 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

4.4 Спеціальні лампи для ІЧ-опромінення

Для обігрівання молодяку тварин інфрачервоними променями використовують спеціальні лампи ІКЗК215-225-250 – інфрачервоні дзеркальні лампи.

Основні характеристики ламп:

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

4.4.1 Монтаж стаціонарних опромінювальних установок

Опромінювачі 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

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 молодняка і збільшення його продуктивності дає спільна дія ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювання.

4.4.1.1 Опромінювач типу ІКУФ-1М

З цією метою в останні роки широко 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 дросельна коробка з пускорегулювальним пристроєм і стартером, перемикачами інфрачервоних і ультрафіолетових ламп. Усередині коробка між інфрачервоними лампами типу ІКЗК-220-250 установлений відбивач з ультрафіолетовою лампою ЛЕ-15. Знизу опромінювач має захисну сітку, що всувається з направляючого короба і прикріплюється до нього спеціальним гвинтом. Шафа керування опромінювача виконана у пилозахисному металевому корпусі з дверцятами, що замикаються на два замки. Для кріплення його до опорних конструкцій на задній стінці 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, муфти електричних ввідів, розташовані на корпусі, мають гумові ущільнювальні прокладки, що забезпечують пилевологозахист 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 роздільне керування інфрачервоним і ультрафіолетовим опроміненнями. Ручний і автоматичний режими роботи задаються перемикачами, установленими на дверцятах шафи. Ручне керування виконується за допомогою кнопкових 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 включені в мережу паралельно, 50% при включенні 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 інфрачервоними опромінювачами, по внутрішньому – ультрафіолетовими.

Різьбові отвори в диску призначені для вгвинчування в них штифтів. Міняючи число штифтів і відстані між ними, можна складати різні добові програми опромінення відповідно до зоотехнічних вимог утримання різних груп молодняку 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 й 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 тривку, 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 одножилінні 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, пайкою або спеціальними затискачами. Опромінювачі підключають до мережі за допомогою штепсельних роз'ємів. У свинарниках-маточниках опромінювачі підвішують над місцем для відпочинку із розрахунку один опромінювач на два станки. У неопалювальних помешканнях опромінювачі можуть підвішуватися над кожним станком.

Опромінювачі підвішують на спеціальному кронштейні, трубі, тросі або за допомогою інших підвісок так, щоб над кожним суміжним станком знаходилася половина опромінювача. Над місцем для відпочинку поросят вони встановлюються на висоті не менше 0,6 м від підлоги, а над станками телят – 1,35 м. Опромінювачі кріплять так, щоб із ростом тварин можна було змінювати висоту підвісу над підлогою. Для поросят у підсосний 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 приєднують до нульового проводу кожух шафи керування, корпуса опромінювачів, сталеві труби й ін.

У кожний 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 *стелажних* теплицях використовують опромінювач типу ОТ6-40 із шістьма *газорозрядними* лампами низького тиску

потужністю по 40 Вт. Опромінювач – це два металевих короби, сполучених двома трубками, в одній з яких знаходиться плівковий алюмінізований відбивач. При необхідності його можна витягнути за кільця, 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 – 170 мм. Маса його – близько 20 кг.

Опромінювач підвішується над стелажми 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 ОТ6-40 важкі, порівняно дорого, 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 кожний 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 лампою 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 запалювання, 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 опромінювачів використовують кабель КРПТ 3×2,5, який підводять до дроселя з двох протилежних сторін через ущільнення в його корпусі. Один кабель окінцьований штепсельною вилкою, а інший розеткою. Кабель із штепсельною вилкою має довжину 2,5 м, а з розеткою – 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 магістральних ліній. Вмикання і відключення проводяться з однієї шафи керування. При монтажі передбачається захист кабелів живлення і штепсельних роз'ємів від прямого випромінювання ламп. Неприпустиме торкання їх до колб.

4.5 Монтаж групових ліній освітлення з люмінесцентними лампами

4.5.1. Загальна характеристика

Шинні системи “Басбар” ЕАС групи КАМ [50] використовуються для живлення освітлювальних арматур відповідно до особливостей штепсельних виводів.

Монтаж виконується одним направленим 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.

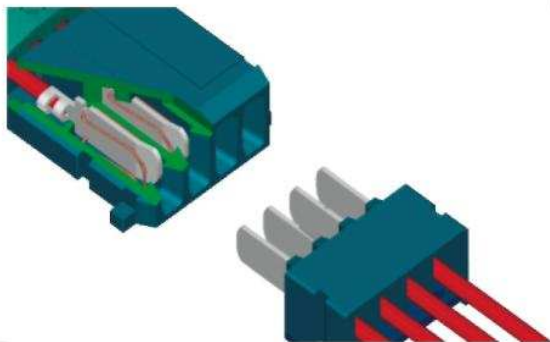


Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд шинної системи “Басбар”

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 900С за документованою системою якості. Продукція спроектована і тестована по IFC433-7.

4.5.2 Технічні умови для шинних систем “Басбар”

Шинні системи “Басбар” виробляються відповідно до міжнародних стандартів ІЕС 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.

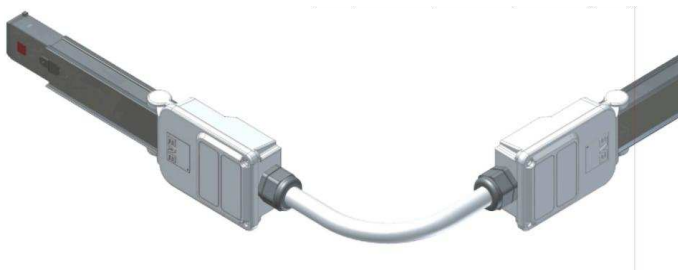


Рисунок 4.6 – Ескіз шинних систем “Басбар”

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 дротяну 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 листа, що гальванізується, завтовшки в 0,50 мм. Контакти коробок виходу і штепселів повинні бути покриті сріблом і відповідати вилкоподібній пружинній конструкції з двостороннім зіткненням до провідників всередині “Басбара”. Повинні використовуватися підвіски і апарати фіксації, відповідні до зовнішньої конструкції і стандартів шинних систем “Басбар”.

4.5.3 Послідовність монтажу групових ліній освітлення

1 – Зніміть запобіжну 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 тарирувального 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 проводами постійно слідкуйте за положенням заземлювального провідника.

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

10 – Підключіть світильники.

Таблиця 4.2 – Послідовність монтажу групових ліній освітлення

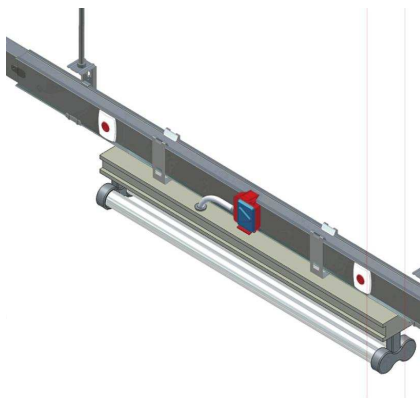
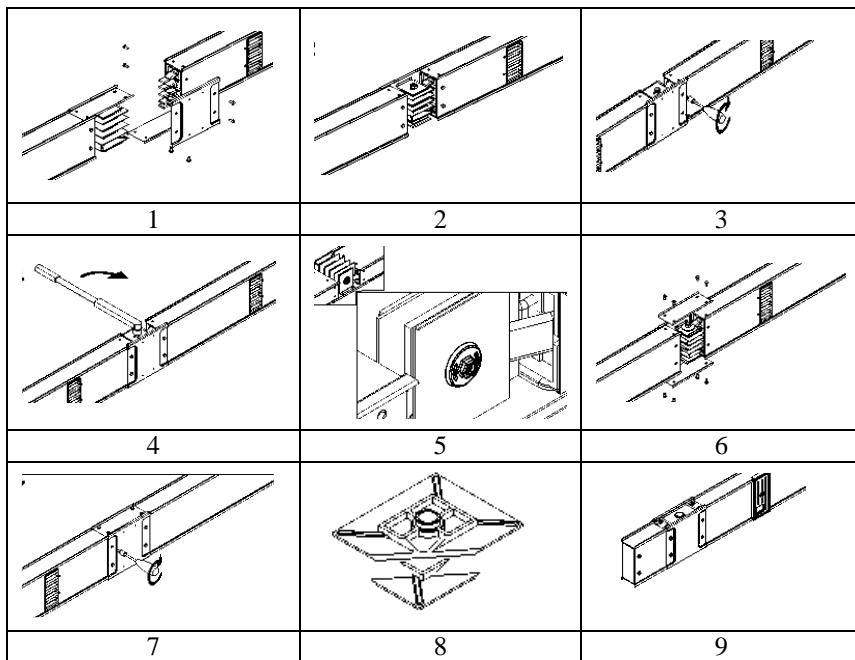


Рисунок 4.7 – Підключення світильника до шини

4.6 Особливості монтажу електроустаткування 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 й 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 й В-1аа допускається застосовувати кабелі з алюмінієвими жилами й алюмінієвою оболонкою, крім кабелів, що мають зварений шов, тому що місце шва ненадійно ущільнюється гумовим кільцем.

Жили проводів і кабелів приєднують до затискачів електроустаткування відповідно до конструкції затискача. Багатодротові жили й однодротові перетином більше 16 мм² слід приєднувати, застосовуючи наконечники для опресування. Багатодротові мідні жили перетином до 6 мм² допускається застосовувати без наконечників з попередньою пропайкою жили.

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

Не допускається застосовувати для з'єднання жил проводів і кабелів: гвинтові й болтові стиски з натисканням 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 окінцювання провідників ізолюють липкою полівінілхлоридною стрічкою товщиною не більше 0,2 мм у чотири шари, з 50%-им перекриттям попереднього витка.

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 вводити в приміщення тільки для приєднання світильників.

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

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

Для прокладки кабелів можуть застосовуватися монтажні перфоровані смуги КЛ 06, К.202, 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 повинне бути не більше 1000 мм і від кінців і кутів 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 пряжками КО407, смужками шириною до 10,5 і товщиною до 1 мм.

При горизонтальній прокладці одиночних кабелів по стінах із кріпленням їх скобами з однією лапкою, лапки скоб повинні розташовуватися нижче кабеля.

Два–чотири кабелі можуть також кріпитися на пластмасових закріпах, зубчастими смужками-пряжками або монтажною стрічкою КО226 із кнопками КО227.

Відстань між точками кріплення кабеля на прямих горизонтальних і вертикальних ділянках не повинна бути більше 500 мм. У місцях повороту траси кабелі повинні кріпитися додатково. Відстань від початку вигину кабеля 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-І	Приміщення, у яких застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою займання вище 45°C

Продовження таблиці 4.3

1	2
П-II	Приміщення, у яких при технологічному процесі виділяються горючий пи́л або волокна у зваженому стані, не утворюючи небезпеки 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 ізолюючими прокладками. Прокладка неброньованих кабелів освітлювальних мереж може виконуватися на перфорованих лотках К.60У і К61У. До цегельних підстав лотки кріплять дюбелями з розпірною гайкою або капроновими 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 ізоляторах	АПВ, АПРВ, АПР	+ -	+ -	+ ×	- -	+ ×
- на тросі	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 монтажу внутрішніх електропроводок кабелем слід застосовувати кабелі без покриву. Броня кабеля, всі металеві вузли й деталі конструкцій повинні бути пофарбовані негорючими емалями 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.

4.6.1 Монтаж тросових проводок у вибухонебезпечних зонах

Як несучі троси 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 полівінілхлориду.

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

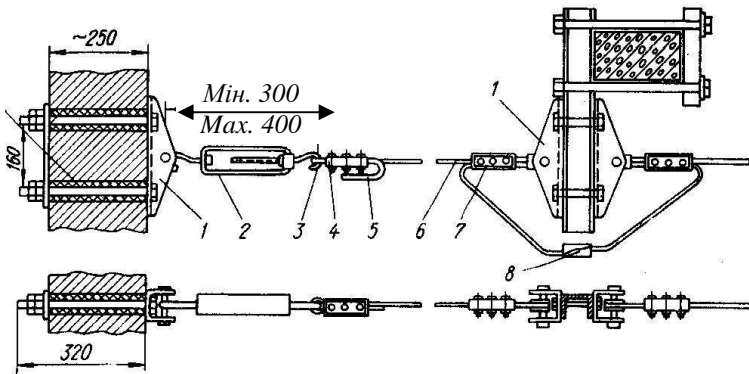
Натягувати несучі троси (дріт) у прольоті між кріпленнями до 6 м треба до одержання стріли прогину не більше 100 мм. Для прольотів довжиною більше 6 м стріла прогину може бути збільшена пропорційно довжині прольоту, але не більше 300 мм (див. табл. 3).

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 оцинкованого 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 – коуш; 4, 7 – затискачі тросові; 5 – кінець троса (приєднати до магістралі заземлення або занулення); 6 – трос; 8 – місце з'єднання тросів

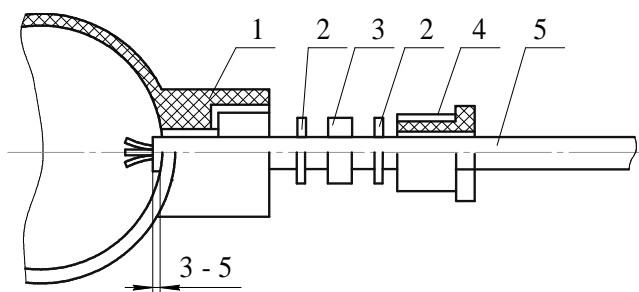
Рисунок 4.8 – Приклад анкерного кріплення троса (дроту) і з'єднання його на проміжній опорі

З'єднання й відгалуження жил кабелів діаметром до 16 мм² і двожильних плоских кабелів перетином до 2×6 мм² слід виконувати в пластмасових коробках типу В409, що мають ступінь захисту ІР65. Коробка складається з корпусу, у якому є чотири різки із внутрішнім різьбленням, 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 (рисунок 4.9) і виконання з'єднань і відгалужень у ній необхідно:

– вивернути із чепцевого різка коробки гайку 4, вийняти сталеві шайби й гумове ущільнювальне кільце 3;



1 – чепцевий різок; 2 – металева шайба; 3 – гумове ущільнювальне кільце; 4 – гайка; 5 – кабель

Рисунок 4.9 – Ввід неброньованих кабелів у коробку В409

– вибити або висвердлити перетинку, що закриває вхідний отвір у коробку;

– відміряти 180–185 мм кабеля від краю чепцевого різка коробки й відрізати надлишок;

– зняти з кінця кабеля оболонку на такій відстані, щоб оболонка входила в коробку на 3–5 мм;

– надягти на оболонку кабеля гайку, сталеву шайбу, гумове ущільнювальне кільце й другу сталеву шайбу. Увести кабель у коробку і, ввертаючи гайку в чепцевий ріжок коробки до упору, ущільнити та закріпити кабель;

– зняти ізоляцію з кінців жил кабелів. Довжина ділянки, на якій слід знімати ізоляцію, приймається залежно від способу з'єднання або відгалуження.

4.6.2 Випробування освітлювальних електроустановок

Випробовуючи освітлювальні електроустановки, необхідно особливу увагу звертати на стан контактів, наявність відповідних плавких вставок запобіжників, безперервність мережі заземлення (приєднання світильників від апаратів і каркасів щитків і шаф до магістралі заземлення), справність вимірювальних приладів і приладів обліку електроенергії.

Вимірювати 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 вигвинчені, а штепсельні розетки, вимикачі й групові щитки 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 гаків 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, які 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 імовірних 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 недоцільно приєднувати однофазні електроприймачі до більш потужних електричних мереж, слід забезпечити електротермічну установку пристроєм, що дозволяє не порушувати симетрію, або параметричним джерелом струму, або встановлювати комутуючі 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 викликати 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 енергопостачальною 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 залежно від напруги промислової частоти, від котрої живиться установка:

- до 1 кВ – вимикач (рубильник з дугогасними контактами, пакетний перемикач) на вводі та запобіжник або блок-вимикач – запобіжник або перемикач з електромагнітним або тепловим розчепленням;

- 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 вводі роз'ємні контакти з'єднання, які приєднуються до магістральної 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 вимикання 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 один або два (з'єднують паралельно та працюють окремо) захисних вимикача 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-вимикання в добу повинні використовуватися спеціальні вимикачі, які мають підвищену механічну та електричну зносостійкість та відповідають вимогам діючих стандартів та технічних вимог.

У якості оперативних вимикачів у колах, вищих за 1 кВ, електротермічних установок дозволяється використовувати вимикачі зі

зниженою електродинамічною стійкістю, які нездатні витримувати без пошкоджень 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, перетворювачем) та виключаючи виникнення небезпеки для обслуговуючого персоналу, а також за умови, що пошкодження вимикача не призведе до розвитку аварії, вибуху або пожежі в розподільному обладнанні. При використанні вимикачів з високою швидкодією (вакуумні, повітряні) повинні передбачатися заходи по зниженню комутаційних перенапруг (наприклад, за рахунок шунтуючих резисторів) та захисту розрядниками обмоток трансформаторів і електричних кіл.

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 розташування 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 електрообладнання і механізмів цих установок, а також правильну послідовність оперативних переключень. Відчинення дверей камер, що мають доступні для торкання струмопровідні частини вищі 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 (за виключенням випадків, коли це недоцільно з технологічних та техніко-економічних причин).

Вимірвальні прилади та апарати захисту, а також апаратура керування електротермічними установками повинна 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 пульта керування недостатній, рекомендовано передбачати оптичні, 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

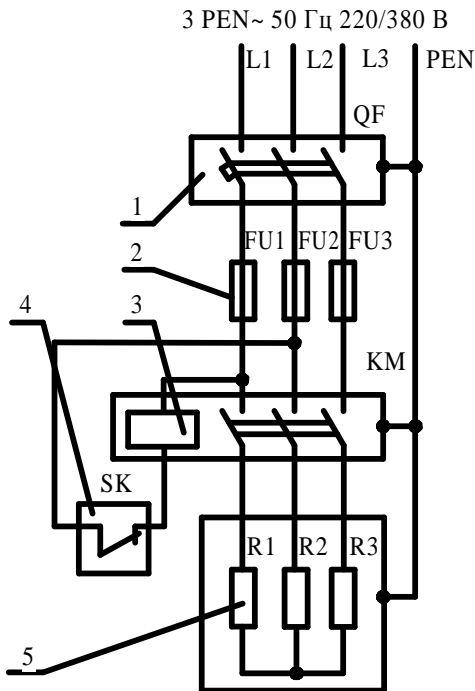
У загальному вигляді монтаж електричних водонагрівачів можна показати на рисунку 4.10. Схему, наведену на рисунку 4.10, можна доповнити датчиками рівня води у баку водонагрівача для забезпечення автоматичної подачі води та щоб запобігти такому режиму роботи, як “сухий хід”, тобто забезпечити автоматичне і безпечне керування та експлуатацію водонагрівального обладнання.

При визначенні перетину струмопроводу для монтажу водонагрівальних установок великої потужності необхідно враховувати рівномірність розподілу струму як по перетину жили (кабелями), так і між окремими проводами (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 втрат 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 маломанітні матеріали та перевіряти 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 принципова 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 передбачати примусове повітряне або водне охолодження.

4.7.3 Вимоги техніки безпеки при виконанні електромонтажних 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 по зміні 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 монтажу 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 та виконань цих моделей водонагрівальних установок, систематизувати правила техніки безпеки по монтажу водонагрівального обладнання можливо,

але це дорого, так як необхідно слідкувати за технічними новинками цього виду електроприладів і обновлювати літературні видання. Саме тому інструкцію 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 (оформлення наряду, 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 кабеля, пайка, встановлення водонагрівача, різка труб та ін.) повинно 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 діелектричні рукавички, килими, калоші та ізолюючі підставки.

До загальних засобів захисту відносять захисне заземлення, занулення і автоматичне відключення обладнання.

Основною задачею захисного заземлення є зниження напруги відносно землі на конструктивних частинах обладнання, котре може опинитися під напругою у випадку пробією ізоляції.

Електрообладнання з'єднують з приладом, що заземлює, за допомогою болтів 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.

Заземленню (зануленню) підлягають:

- корпус електричного водонагрівача;

- приводи електричних апаратів;

- каркаси електричних щитів та щитів управління, якщо на них встановлене електрообладнання напругою вище за 42 В.

Автоматичне відключення водогрійного 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 тросі 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 тросових 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 електропостачання [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; використання та кількості газів та рідин; засоби для визначення складу і властивостей газів, рідин, твердих та сипких 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, щитів, приладів;
- виконують прокладку електропроводки, встановлюють і підключають щити, 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 проводка в щитах виконується із застосуванням проводу з мідними жилами, ця електрична проводка 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 ТУ 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 закривати доступ до контактних і кріпильних виробів та ускладнювати їх ревізію або демонтаж;

- джгути слід прокладати паралельно, а відгалуження виконувати під прямим кутом;

- джгути проводів повинні кріпитися до уніфікованих елементів з кроком на прямих ділянках 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, а праворуч – знизу до верху.

Короби для прокладки проводів, поліетиленових і полівінілхлоридних труб встановлюють тільки вертикально або горизонтально в місцях, доступних для огляду. Відстань від стінки короба до контактних затискачів приладів і апаратів повинна бути не менше 40 мм. Коефіцієнт заповнення короба не повинен перевищувати 0,45.

Кінці проводів в трубах повинні мати запас по довжині, необхідній 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 жили кабеля плоскогубцями, з'єднувати мідні та алюмінієві проводи під один 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 ізольованою 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 блокуванням його пуску в наступних випадках: неякісна напруга мережі (обрив, перекіс 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, який 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 витоку на "землю" під час роботи із заборноюю.

Пристрої захисту встановлюються в приміщеннях, що не містять вибухонебезпечних газів і пари, 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) шини або підготовлених проводів і кабелів. Переконавшись в тому, що монтаж виконаний правильно, вимикач можна вмикати. Під час монтажу подача напруги забороняється!

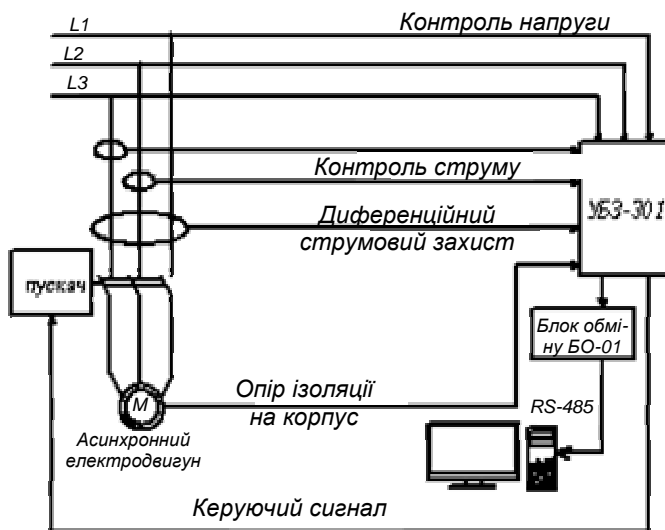


Рисунок 5.1 – Схема функціональна пристрою захисту асинхронних електродвигунів серії УБЗ-301

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 дозволяє відключати звуковий сигнал;

2) схеми з центральним (загальним) зніманням звукового сигналу без повторності дії, оснащені єдиним пристроєм, за допомогою якого можна відключати звуковий сигнал, зберігаючи індивідуальний світловий сигнал;

3) схеми з центральним зніманням звукового сигналу з повторністю дії, що вигідно відрізняються від попередніх схем здатністю повторно подавати звуковий сигнал при спрацьовуванні будь-якого датчика сигналізації незалежно від стану решти датчиків.

За родом струму розрізняють схеми на постійному і змінному струмі. У практиці 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 (рисунок 2.18) [69,70] або підготовлені посадочні місця діаметром 22,3 мм (рисунок 2.19) з'єднувальні клеми 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 під навісом. В цих приміщеннях до початку монтажу виконують всі будівельні та оздоблювальні роботи з монтажу технологічного обладнання і трубопроводів. При виконанні монтажу шаф (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 щита до 7 м; 1,2 м при напрузі до 500 В і довжині щита 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 відмітку шафи і щити керування підіймають і встановлюють за допомогою вантажопідіймальних машин та механізмів. Шафи та щити ретельно доглядають, перевіряють комплектність деталей, вивчаються у відсутності поломок, тріщин та інших механічних ушкоджень. Щити 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 щитів визначають за допомогою відкосу з допуском до 1°. Кріплення їх до сталевих конструкцій, фундаментів, між собою повинно бути тільки роз'ємним.

Малогобаритні шафи навісної конструкції встановлюють на капітальних стінах або колонах. Для їх монтажу розмічають місця установки анкерних болтів. Отвори під 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;
- самописні прилади – 1000–1600 мм;
- органи керування (перемикачі, 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 від мереж з глухозаземленою нейтраллю однофазною напругою в якості заземлювальних провідників можуть бути використані окремі мідні і алюмінієві жили проводів і кабелів, сталеві заземлювальні провідники, сталеві труби електропроводок, алюмінієві оболонки кабелів. Використання нульових проводів в цих 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 щитків 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 приєднанням під гвинт до затискачів (панелі) колодок і апаратів: з мідними жилами – $1,5 \text{ мм}^2$; з алюмінієвими жилами – $2,5 \text{ мм}^2$;
- для кіл з робочою напругою до 60 В переріз мідних жил кабелів, які приєднують паянням, повинен бути не менше $0,5 \text{ мм}^2$;
- для кіл з робочою напругою більше 60 В переріз мідних жил кабелів, які приєднують паянням, повинен бути більше $0,5 \text{ мм}^2$.

Приєднання однодротових жил дозволяється тільки до нерухомих елементів апаратури. Приєднання до рухомих елементів або елементів, на які впливає дія трясіння слід виконувати пучками багатодровових жил. При приєднанні необхідно мати запас дроту для повторного приєднання. З'єднання між виводами апаратів слід виконувати нероз'ємними перемичками. Для монтажу проводів в пучку виконують бандажну в'язку, яку закріплюють на ділянках через 15...20 мм. До панелей контрольні кабелі рекомендовано підводити низу.

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 швидкодіючого захисту електроустановки при виникненні однофазного, трифазного витоку 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 живляться 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 (рисунок 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 ПЗВ.

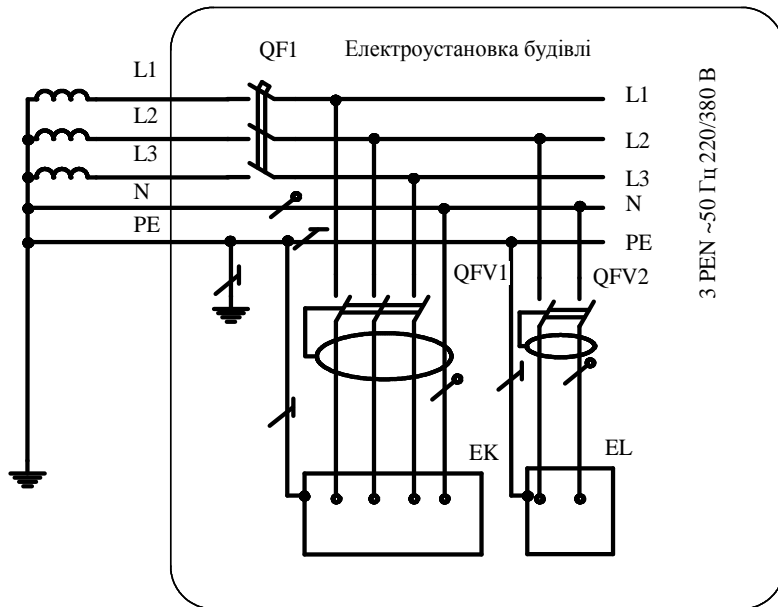


Рисунок 5.2 – Застосування ПЗВ в системі TN-S

5.6.2.3 Система 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 пробі ізоляції на корпус електроприймача, у випадку незаземленого корпусу, ПЗВ не спрацює, оскільки немає кола протікання струму витіку – відсутній диференційний струм. При цьому на корпусі залишається небезпечний потенціал відносно землі.

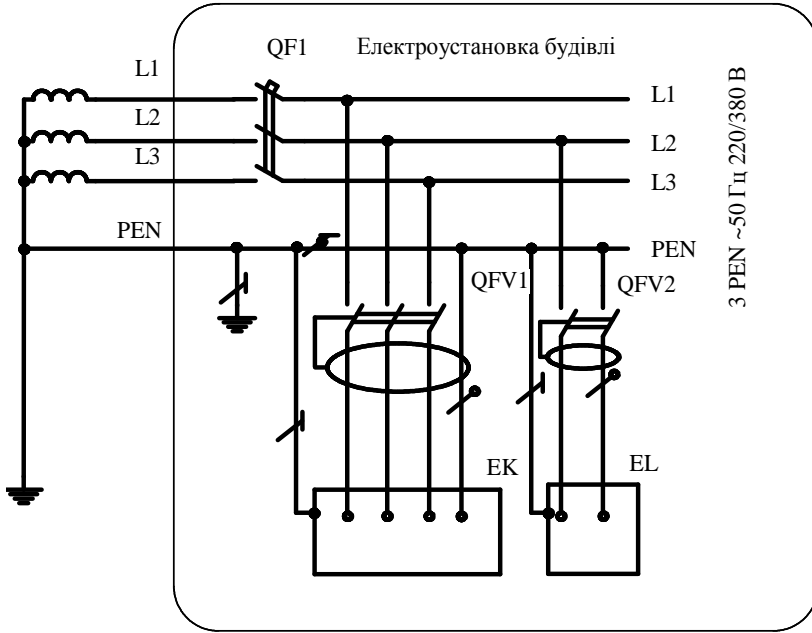


Рисунок 5.3 – Застосування ПЗВ в системі TN-C

У випадку дотику людини до корпусу електроприймача і протіканні крізь її тіло струму на землю, при умові, що він більше диференційного струму спрацювання ПЗВ, пристрій захисту 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.

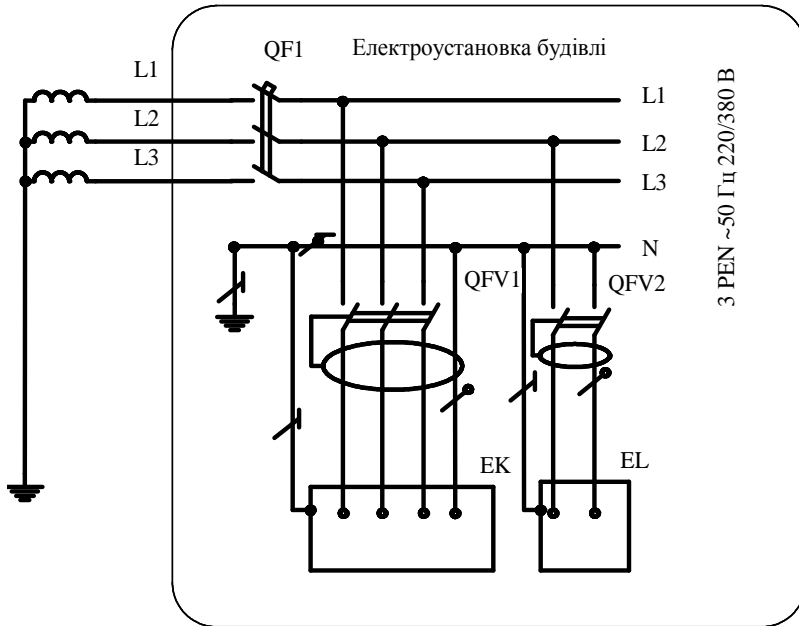


Рисунок 5.4 – Застосування ПЗВ в системі ТТ

5.6.2.5 Система IT

В електроустановках системи IT (рисунок 5.5) для захисту при першому замиканні на землю повинно бути виконано захисне 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, спрацьовує ПЗВ.

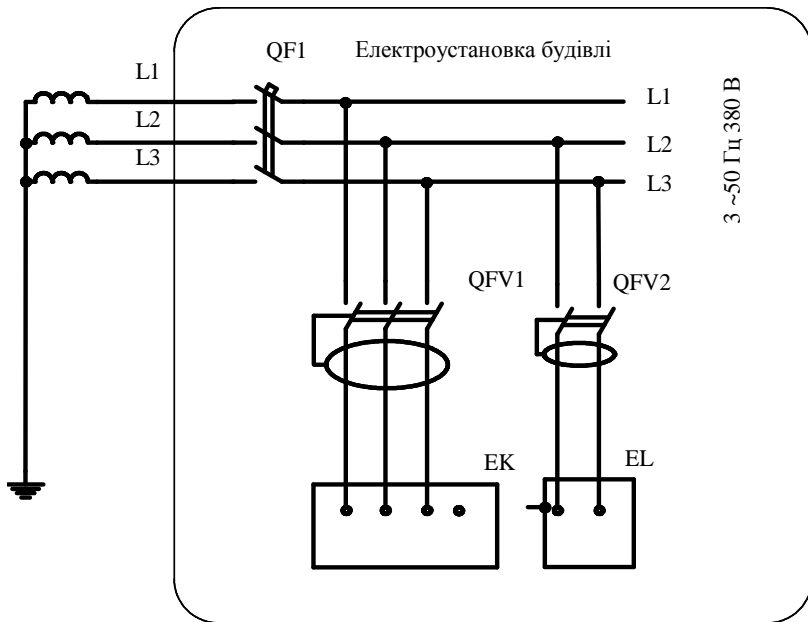


Рисунок 5.5 – Застосування ПЗВ в системі IT

5.6.2.6 Система TN-C-S

У системі TN-C-S (рисунок 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 (рисунок 5.7).

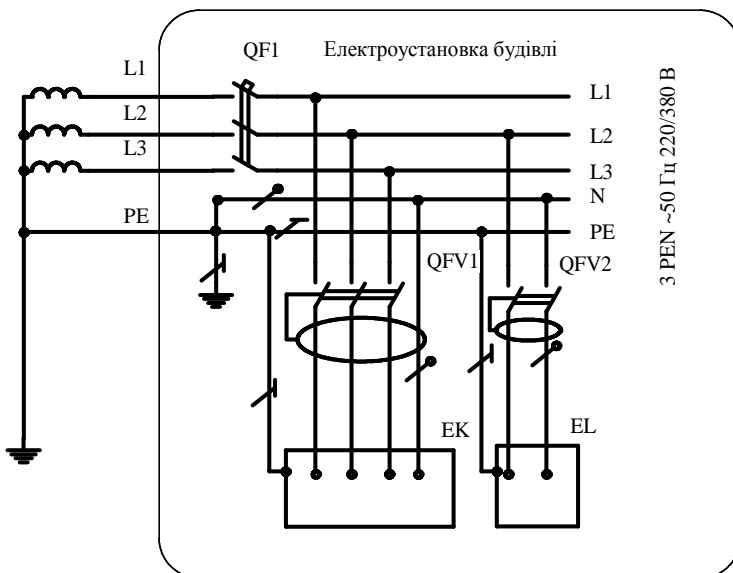


Рисунок 5.6 – Застосування ПЗВ в системі TN-C-S

5.6.3 Монтаж схем підключення 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 групових кіл.

Монтаж ПЗВ необхідно виконувати у наступній послідовності: пристрої 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, крапель 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 сполучної (монтажно) шини або підготовлених проводів і кабелів.

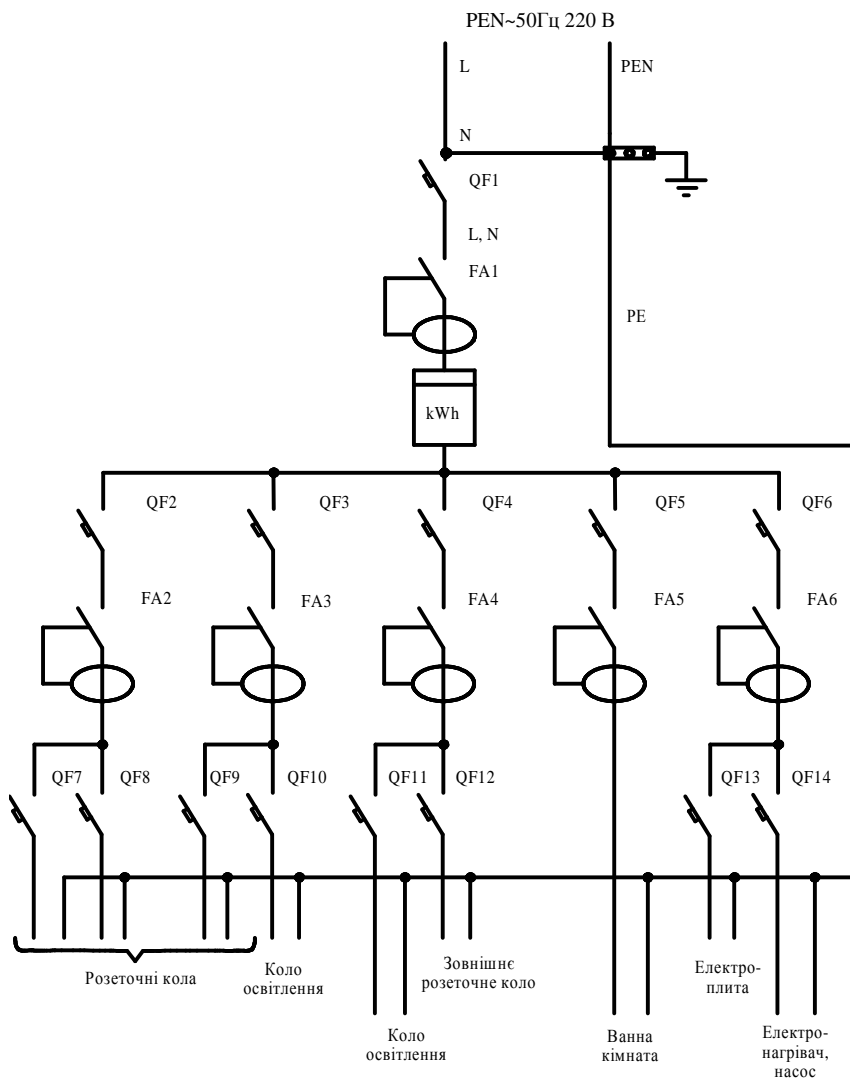


Рисунок 5.7 – Схема електропостачання будівлі з системою TN-C-S

Таблиця 5.1 – Основні паспортні дані ПЗВ

Найменування параметрів	Технічні характеристики
Номінальна напруга, В	~230/400
Номінальний струм I_n , А	16,25,32,40,50,63,80,100
Уставка спрацьовування $I_{\Delta n}$, мА	30,100,300,500
Кількість полюсів	1,2,3,4
Час відключення T_n , не більше, мс	40
Діапазон робочих температур, °С	мінус 25 ...плюс 25
Кліматичне виконання, категорія розміщення та ступінь захисту	УХЛ4 IP20

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть призначення та класифікацію станцій керування, щитів і пультів керування.
2. Перерахуйте основні вимоги до монтажу засобів автоматизації, захисту і сигналізації.
3. Як розподіляють принципіві схеми сигналізації за призначенням?
4. Назвіть послідовність виконання електропроводок всередині шаф та щитків керування.
5. Які існують способи маркування 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 з монтажу пристроїв захисного відключення (ПЗВ) у системах TT.
12. Назвіть основні операції з 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 необірваними проводами;
 - аварійний режим – режим з обірваними проводами;
 - монтажний режим – режим в умовах монтажу опор і проводів;
- повітряні лінії вище 1 кВ:
 - нормальний режим – режим за умови необірваних проводів, тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;
 - аварійний режим – режим за умови обірваних 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 закріпленими за допомогою ізоляторів і арматури на опорах або кронштейнах на стояках будівель і інженерних спорудах (мости, шляхопроводи та ін.) [53].

Надалі в тексті повітряна лінія із застосуванням самоутримних ізольованих проводів позначається ПЛІ, а із застосуванням

неізолюваних проводів – ПЛ.

Повітряна лінія електропередач напругою вище 1 кВ – споруда для передавання електричної енергії проводами під напругою вище 1 кВ, розташованими на відкритому повітрі та прикріпленими за допомогою ізолюваних конструкцій та арматури до опор або кронштейнів і стояків на інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах тощо).

За початок і кінець ПЛ приймають місце виходу проводу в бік ПЛ з апаратного, натяжного затискача або іншого пристрою кріплення проводу на вихідних (вхідних) конструктивних елементах підстанцій і відгалужувальних опорах.

Відгалуження до конденсаторів зв'язку, установлених на підстанціях і опорах ПЛ, не відносяться до лінії.

Волоконно-оптична лінія зв'язку на 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 лінійної арматури або намотують його на грозозахисний трос чи фазний провід.

Самоутримний ізолюваний провід (СП) – скручені в джгут ізолювані жили, що не вимагають спеціального утримного тросу. Механічне навантаження може сприйматися утримною жилою або всіма провідниками джгута. Ізоляція жил СП 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 вводів.

Лінійне відгалуження – частина лінії електропередач, яка має два і більше прогони і приєднана одним кінцем до магістралі.

Відгалуження до вводу в будівлю (споруду) – проводи 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 проводів до землі за умови встановлення опор на горизонтальній поверхні.

Вітровий прогін – довжина відрізка ПЛ, з якого тиск вітру на проводи і грозозахисні троси (далі – троси) сприймає опора.

Ваговий прогін – довжина відрізка ПЛ, вагу 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 прогоні.

Ізоляційний підвіс – пристрій, який складається з одного або кількох підвісних або стрижневих ізоляторів і лінійної арматури, шарнірно з'єднаних між собою.

Штирвовий ізолятор – ізолятор, який складається з ізоляційної деталі, що закріплюється на штирі або гаку опори.

Тросове кріплення – пристрій для прикріплення грозозахисних тросів до опори; якщо до складу тросового кріплення входить один або кілька ізоляторів, то воно називається ізоляційним.

Посилене кріплення проводу з захисним покриттям – кріплення проводу на штирвовому ізоляторі або до ізоляційного підвісу, що не допускає проковзування проводу в разі виникнення різниці натягів у суміжних прогонах у нормальному та аварійному режимах ПЛЗ.

Галопування проводів (тросів) – сталі періодичні низько-частотні (0,2–2 Гц) коливання проводів (тросів) у прогоні, які утворюють стоячі хвилі (іноді в сполученні з біжучими) з числом напівхвиль від однієї до двадцяти та амплітудою 0,3–5 м.

Вібрація проводів (тросів) – періодичні коливання проводів (тросів) у прогоні 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 селищ 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 виробництв, внутрішньосельбищна, вулично-дорожня і транспортна

мережа, а також площі, парки, сади, сквери, бульвари, інші об'єкти зеленого будівництва й місця загального користування.

Сельбицна територія сільського поселення – житлові території, ділянки установ і підприємств обслуговування, парки, сквери, бульвари, вулиці, проїзди, майданчики для стоянки автомашин, водойми.

Ненаселена місцевість – землі, не віднесені до населеної місцевості.

Важкодоступна місцевість – місцевість, не доступна для транспорту і сільськогосподарських машин.

Сельбицна 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 насадження, у різновікових насадженнях – середня висота переважного за запасами покоління.

Траса ПЛ у стиснених умовах – відрізки траси ПЛ, які проходять по територіях, насичених надземними та (або) підземними комунікаціями, спорудами, будівлями.

Великі переходи – перетини судноплавних 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 розташуванням фаз рекомендується спрощена схема транспозиції (у місці транспозиції по черзі міняються місцями тільки дві суміжні фази). На цих же ПЛ у разі захисту їх двома тросами, які використовуються для високочастотного зв'язку, для зменшення втрат від струмів у тросах у нормальному режимі рекомендується виконувати схрещення (транспозицію) тросів. Кількість схрещень слід вибирати за умов самозгашення 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 половині довжини решти відрізків.

До ПЛ повинен бути забезпечений у будь-яку пору року під'їзд на якомога ближчу відстань, але не далі ніж на 0,5 км від траси ПЛ. Для проїзду вздовж траси ПЛ і для під'їзду до неї, місцевість повинна бути розчищена від насаджень, пнів, каміння тощо і розрівняна смуга землі повинна бути шириною, не меншою ніж 2,5 м.

Монтажним режимом згідно з ПБЕ називається режим, коли опори, проводи та троси 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, стояки будівель та інженерних споруд;
- фундаменти.

6.2.1 Проводи

Основні види проводів за матеріалом проводу є :

- алюмінієві (А) або нетермооброблений алюмінієвий сплав (АВЕ(АН));
- сталевалюмінієві (АС) або термооброблений алюмінієвий сплав (АВЕ(АЖ));
- 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** (РЕ) – провідник ПЛ з неізольованими проводами необхідно розташовувати нижче фазних проводів.

Неізольовані проводи зовнішнього освітлення на опорах ПЛ повинні розташовуватися, як правило, над **PEN** (РЕ) – провідником, а ізольовані проводи на опорах ПЛ можуть розташовуватися вище або нижче СП, а також бути додатковими жилами в джгуті СП.

6.2.3 Розташування проводів і тросів та 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 фази 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, кронштейни 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.

Фундамент – 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 прогонів. 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:

- ліхтарів 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, установлених у землі, або до кам'яних, цегельних, залізобетонних і металевих елементів будівель і споруд. Вони можуть бути одно- або багатодротовими. 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 лінії і кліматичних умов відповідно до вимог пункту Правил 2.4.10 [53].

Проміжні опори розраховуються на одночасну дію поперечного вітрового навантаження на проводи і конструкцію 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 конструкцію опори.

Анкерні опори розраховуються на різницю натягу проводів суміжних прогонів і поперечне навантаження від тиску вітру та ожеледі і без ожеледі на проводи і конструкцію опори. 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 траси, де можливі розмиви ґрунту або льодохід, опори повинні бути укріплені (підсіпка землі, замощення, улаштування банкеток, встановлення льодорізів).

6.4 Улаштування повітряних ліній електропередач із самонесучими ізольованими проводами

6.4.1 Загальні вимоги

Повітряні лінії електропередач з СІП слід розташовувати таким чином, щоб їх опори не загороджували входи в будівлі і в'їзди у двори, не заважали руху транспорту і пішоходів. У місцях, де існує небезпека наїзду транспорту (в'їзди у двори, 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 просік є не обов'язковою; у цьому разі допускається вирубування окремих дерев, які створюють загрозу для проводів лінії.

Відстань від проводів за найбільшої стріли провисання або найбільшого їх відхилення до дерев і кущів для СІП не нормована, а

для неізолюваних 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 або застережні знаки, на яких зазначають відстань від опори до лінії зв'язку, ширину охоронної зони і телефони власника лінії зв'язку та лінії електропередач.

Кріплення СІП на магістральних ділянках ПЛ і відгалуженнях від них необхідно здійснювати із застосуванням наступної лінійної арматури:

- кріплення несучої жили (несучих жил) на проміжних і кутових 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 проколюють ізоляцію СІП, здійснюються:

- відгалуження від ізолюваних жил магістралі;
- приєднання заземлювальних провідників до ізолюваної жили, яка виконує функцію **PEN** (PE)-провідника;
- приєднання ліхтарів вуличного освітлення до ліхтарної жили та до ізолюваного **PEN**-провідника і з'єднання корпусів світильників з **PEN**-провідником;
- приєднання заземлювального провідника опори до ізолюваного **PEN**-провідника.

У разі застосування СІП з ізолюваною несучою жилою підтримувальні та натяжні (анкерні) затискачі повинні мати вкладиші або корпуси з ізоляційного матеріалу, які запобігають руйнуванню ізоляції проводів.

Відгалужувальні затискачі повинні забезпечувати надійний контакт відгалуження (приєднання) без зняття ізоляції з ізолюваних жил СІП.

Затискачі, за допомогою яких здійснюється відгалуження від ізолюваних жил або приєднання 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.

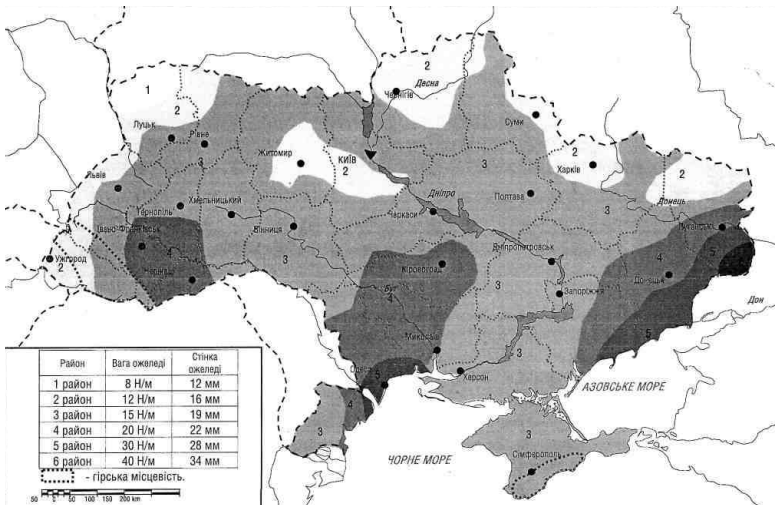


Рисунок 6.1 – Карта районування території України за характеристичними значеннями ожеледі

Захисні і секціонуючі пристрої, які встановлюються на опорах, слід розташовувати на висоті не нижче 3,0 м, а апарати для приєднання 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

понад 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 ПЛІ 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 влаштовувати 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 ближніми 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 ближніми 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 СІП і 1,5 м – у разі підвищування неізольованих проводів ПЛ до 1 кВ;

- кріплення проводів ПЛЗ напругою до 10 кВ на штирєвих ізоляторах повинно бути посиленим.

На опорах відгалужень від ПЛ з неізольованими проводами рекомендується застосовувати багатошійкові ізолятори або здійснювати відгалуження із застосуванням додаткових ізоляторів.

6.4.3 Габарити, перетини і зближення

Відстань по вертикалі від самоутримних проводів ПЛІ за 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 вводів в будівлі (споруди) відстань від СІП до тротуарів і пішохідних доріжок за найбільшої стріли провисання повинна бути не менше ніж 3,5 м. У випадку неможливості дотримання зазначеної відстані встановлюється додаткова опора або ввідна конструкція на будівлі (споруді).

Відстань по вертикалі від СІП відгалуження вводу в будівлю (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 ПЛІ 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 ПЛІ над дахом (покрівлею) промислових будівель і споруд (крім зазначених у главах 4 і 5 [12]) за умови, якщо відстань від покрівлі до СІП становить не менше ніж 2,5 м.

Це поширюється на повітряні лінії електропередач, які проектуються, заново будуються та реконструюються, напругою вище

1 кВ до 750 кВ, з неізолюваними проводами (ПЛ), і напругою вище 1 кВ до 35 кВ, з проводами із захисним покриттям – захищеними проводами (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 ПЛЛ

Включають:

- розкочування проводів СІП;
- з'єднання будівельних довжин СІП;
- натягування та закріплення СІП на опорах;
- з'єднання СІП на відгалужувальних і анкерних опорах;
- монтаж відгалужень до введів в будівлі (споруди);
- заземлення нульової жили СІП і металоконструкцій опор;
- приєднання СІП до обладнання на ПЛЛ;
- 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 грозозахисних 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);
- траса розчищена від дерев та насаджень, які заважають монтажу СІП;
- доставлені барабани 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 зазначеної в сертифікації СІП [56];

-
-
- швидкість вітру – не більше 10 м/с;
 - відсутність грози;
 - відсутність на опорах інею, ожеледиці;
 - незначні опади (мряка);

При сильному дощі, густому тумані, снігопадові 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 розкочувальний 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 (рисунок 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 знайде за анкерну опору в кінці 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 кінці ізольованих 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.

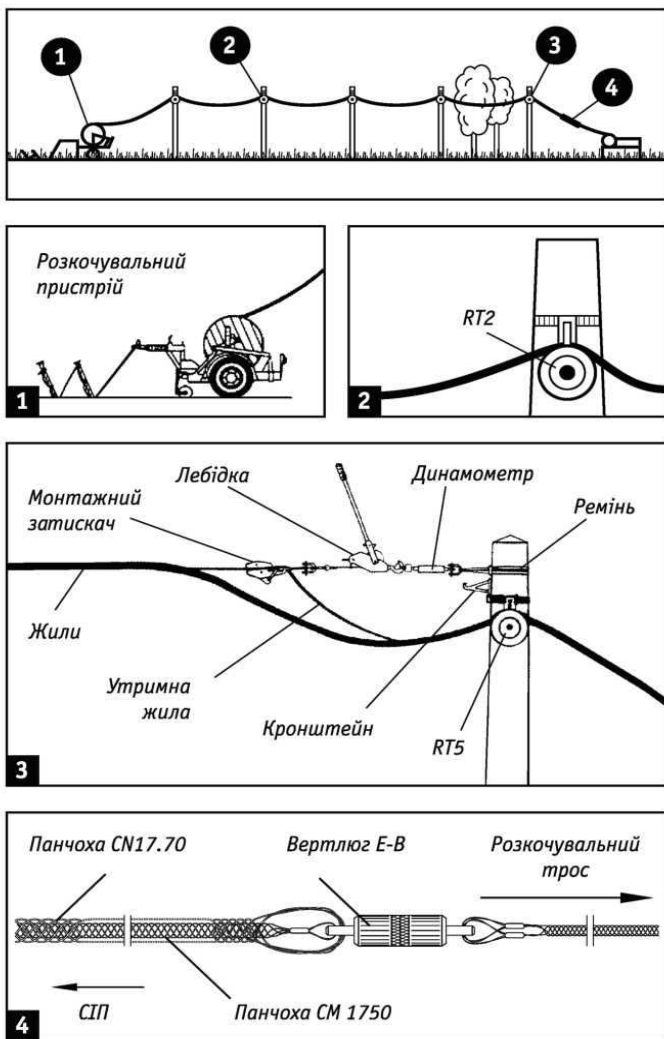


Рисунок 6.2 – Послідовність виконання операцій з розкочування СІП

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, рівно обрізають кабельними ножицями. 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"> СПЛ 1 – червоний СПЛ 2 – сірий СПЛ 3 – рожевий СПЛ 4 – зелений СПЛ 5 – синій 	}	затискачі автоматичні для з'єднання неізольованої несучої жили СП
<ul style="list-style-type: none"> СПЛ 1 – червоний СПЛ 2 – сірий СПЛ 3 – рожевий 	}	затискачі автоматичні для з'єднання ізольованої несучої жили СП
<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 анкерному прогоні виконують робітники у кількості п'яти осіб.

Натягування СП здійснюється за допомогою тягового механізму, який встановлюється за барабаном на продовженні осі ПЛ на відстані 20–25 м від анкерної 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 натягом перевіряється тяжіння і СП та при необхідності виконується доведення його до проектного. Після цього електролінійник піднімається на опору і робить на несучих жилах

відмітку, 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 візування СІП з контролем стріл провисання за допомогою візирних рейок.

З'єднання СІП на відгалужуючих опорах виконується після завершення натягу СІП в анкерній ділянці відгалуження. Жили 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 надівають ізолюючі футляри. Відгалужуючі затискачі SLIP 22.1 – для підключення відгалуження споживача під напругою.

6.5.5 Монтаж відгалужень до вводів в будівлі

Роботи виконують бригада в складі двох осіб.

Відгалуження від ПЛЛ до вводів у будинки як однофазні, так і трифазні виконуються тільки ізольованими самоутримними проводами (включаючи нульову жилу).

Однофазне відгалуження виконується двожильними СІП. Трифазне відгалуження рекомендується виконувати СІП з чотирма утримними ізольованими жилами або чотирижилним СІП з ізольованою утримною (нульовою) жилою.

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 ПЛЛ.

З боку будинку на СІП монтується натяжний затискач. При цьому залишаються кінці жил довжиною, достатньою для приєднання до проводів вводу в будинок або до електролічильника. 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 ножицями 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 пробивають ізоляцію. На змонтовані затискачі надівають ізолюючі кожухи, в яких заздалегідь обрізають торці під потрібний діаметр жил. При монтажі відгалужень до введів у будинки необхідно стежити за рівномірністю розподілу електричного навантаження по фазах.

6.5.6 Заземлення нульової жили СІП і металоконструкцій опор

Виконується в місцях улаштування повторних та грозозахисних заземлень, передбачених проектом. При застосуванні СІП з неізольованою несучою жилою таке заземлення виконується на кожній опорі.

Приєднання заземлювального провідника до верхнього випуску стояків опор здійснюється за допомогою плашкового затискача типу ПС.

Приєднання заземлювального провідника до нульової жили виконується за допомогою відгалужувального затискача.

При застосуванні СІП з неізольованою нульовою жилою місце встановлення затискача на нульовій жилі і провіднику зачищаються сталеві щіткою та покриваються шаром мастила.

6.5.7 Кількісний склад бригади з монтажу СІП

Роботи по монтажу СІП виконуються спеціалізованою бригадою в складі виконавця робіт (бригадира) та електромонтерів-лінійників відповідних розрядів.

Забезпечення бригади:

- необхідним інструментом та приладдям для виконання робіт;
- засобами зв'язку з диспетчером;
- касками будівельними;
- поясами запобіжними;
- лазами монтерськими;
- брезентовими рукавицями;

- індивідуальною аптечкою;
 - 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 анкерній опорі механізму для розкочування СІП	Ролик монтажний для встановлення на анкерній опорі РТ 5 Котушка металева Канат-лідер d =10-12 мм Мотор бензиновий	1 1 300 м 1
Розкочування каната-лідера з підвіскою монтажних роликів	Ролик монтажний для встановлення на анкерній опорі РТ 5	1 (не менше)
Розкочування СІП в анкерному прогоні довжиною 500 м	Ролик монтажний РТ 2 Ролик монтажний для встановлення на анкерній опорі РТ 5 Комплект проміжної підвіски ЕБ 1500Е Стрічка металева Р 207 Скріпа МС 20* Панчоха для самоутримного проводу СМ 1750* Панчоха для джгута проводів СМ 17.70* Вертлюг Е-В Канат капроновий, d =10 мм	8 1 8 20 м 20 1 1 1 1 1
Натяг СІП в анкерному прогоні	Натяжний пристрій БСТ 50.70 Ручна лебідка РТ 500* Динамометр Тимчасовий анкер Ножиці 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 ЕБ 1500Е	8
	Клини відокремлюючі Е 894*	1

6.6 Захист ліній від атмосферних перенапруг

6.6.1 Заземлення 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 установленими металоконструкціями, арматурою стоеків, підкосів та відтяжок.

На ПЛ (ПЛП) 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 (комутаційні апарати, шафи і щитки для приєднання електроприймачів тощо) повинні приєднуватися до **PEN (PE)**-провідника лінії.

На опорах ПЛ з неізолюваним **PEN**-провідником елементи, зазначені в 2.4.33 [53], повинні бути додатково з'єднані з **PEN**-провідником на кожній опорі.

На опорах ПЛ з ізолюваним **PEN**-провідником елементи, зазначені в 2.4.33 [53], з'єднуються з **PEN**-провідником лише на опорах, які мають заземлювальні пристрої.

У разі сумісного підвішування на спільних металевих або залізобетонних опорах лінії напругою вище 1 кВ і ПЛП напругою до 1 кВ **PEN**-провідник ПЛП незалежно від того, ізолюваний він чи неізолюваний, повинен бути з'єднаний із заземлювальним провідником опори (арматурою опори) на кожній опорі.

Гаки і штирі фазних проводів, які встановлені на дерев'яних опорах, повинні бути з'єднані з **PEN**-провідником лише на опорах, які

мають заземлювальні пристрої. Гаки, штирі та арматура опор лінії напругою до 1 кВ, що обмежують прогони 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 приєднувати до **PEN**-провідника. Крім того, у місці переходу ПЛ (ПЛІ) у кабель у кожній фазі повинні бути встановлені вентиляльні розрядники або обмежувачі перенапруги (ОПН).

З'єднання захисних і заземлювальних провідників між собою, приєднання їх до верхнього заземлювального випуску стояка залізобетонної опори, до гаків і кронштейнів, а також металоконструкцій опор та устаткування, встановленого на опорах, необхідно здійснювати за допомогою зварювання або болтового з'єднання.

Приєднання заземлювальних провідників (спусків) до заземлювачів у землі здійснюється шляхом зварювання.

У населеній місцевості з одно- і двоповерховою забудовою ПЛ (ПЛІ), 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 вводів у будинки, в яких можливе перебування великої кількості людей (школи, дитячі сади, лікарні, клуби тощо) або які мають велику господарську цінність (тваринницькі і птахівницькі приміщення, склади, гаражі тощо);

- на кінцевих опорах, які мають відгалуження до вводів 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.

Повторні 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 розтікання всіх повторних заземлювачів *PEN*-провідника (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 приєднання переносного заземлення.

Для заземлювальних 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 (ОПН), 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 скоординувати 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 перекриття ізоляторів.

Захист підходів ПЛ до підстанцій слід виконувати відповідно до вимог глави 2.5 [53]. Ізоляційні підвіси одиночних металевих і залізобетонних опор, а також крайніх опор відрізків ПЛ з такими опорами, та інші місця з послабленою ізоляцією на ПЛ з дерев'яними опорами слід захищати захисними апаратами. У разі виконання захисту ПЛ тросами від грозових перенапруг необхідно керуватися такими постановами:

- 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 ПЛ

110–330 кВ повинен бути не більше ніж 20°, для ПЛ 500 кВ – не більше ніж 25°, для ПЛ 750 кВ – не більше ніж 22°.

У районах за ожеледдю 3 і більше і в районах з інтенсивним галопуванням 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 підвісу 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 підвісу троса 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 підходу ПЛ до РП і підстанцій з підвищеним захисним рівнем у районах за ожеледдю 3 і більше, а також у районах з інтенсивним галопуванням проводів кут захисту допускається до 30°;

- горизонтальне зміщення троса від центра крайньої фази повинне бути не меншим за: 1,5 м – для ПЛ ПО 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 всередині 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 лінійної 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 Технологія монтажу повітряних ліній з неізольованими проводами

6.7.1 Характеристика опор

На повітряних лініях напругою до 1000 В застосовуються дерев'яні опори, які оброблені розчинами 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 нижче за третій сорт. Мінімально допустимий діаметр – 13 см у верхньому відрубі, а для допоміжних елементів опор – 12 см. Стійку з приставкою з'єднують болтами, хомутами або дротяними бандажами із сталевого оцинкованого дроту.

Залізобетонні опори не піддаються загниванню, термін служби їх значно більше дерев'яних. За способом ущільнення бетону опори діляться на вібруючі і центрифуговані, за станом арматури – на опори з ненапруженою, з частково напруженою і повністю напруженою арматурою.

Залізобетонні опори виготовляються типовими, розрахованими на підвіску п'яти проводів перетином до 50 мм і чотирьох проводів радіотрансляції. Їх виконують, як правило, одностієчними. Опори всіх

типів в звичайних ґрунтах закріплюють в свердлених котлованах діаметром 350...450 мм. Глибина занурення опори залежить від її типу, висоти, числа укріплених на ній проводів, категорії ґрунту, а також від способу проведення земляних робіт.

Розрахунок проводів, ізоляторів і арматури ПЛ ведуть за допустимими механічними напругами від дії навантажень, які визначаються механічним і електричним розрахунком ПЛ.

Ізолятори. На ПЛ застосовуються одно- і багатошійкові штирьові ізолятори (ШФН-1, ШФН-2, ШФН-3, ШФН-4, ТФ-12, ТФ-16, ТФ-20, РФ-10, РФО-12, РФО-16). Останніми роками широке застосування знаходять ізолятори із загартованого скла (НС- 16, НС-18). Для запобігання від корозії крюки, штирі, металеві частини траверси кронштейнів покривають асфальтовим лаком. Кріплення проводів на штирьових ізоляторах виконують дротяними в'язками або спеціальними затисками. 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 ізолятора виконують відповідно до проектного рішення для кожної ПЛ окремо.

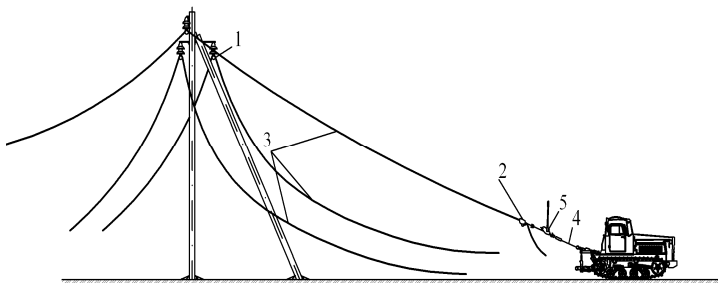
6.7.2 Натягування, візування і прийом стріл прогину проводів і тросів

До початку робіт з натягування і візування проводів і тросів на ділянці монтажу ПЛ повинні бути закінчені всі роботи з розкочування, 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 траси, стискальні зусилля та ін.).

Тяговий механізм при натягуванні проводів і тросів повинен бути встановлений в анкерні опори 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 видаленням з них предметів, що зачепилися, і бруду; за проходженням сполучних затисків і ремонтних муфт через розкочувальні ролики; за проїжджими дорогами й іншими перешкодами, над якими натягують проводи і троси.



1 – розкочувальний ролик; 2 – клиновий монтажний затискач;
3 – провід, що монтується; 4 – такелажний 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.

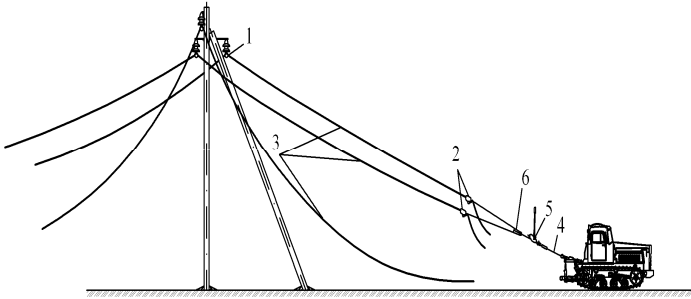
При наявності відповідних тягових механізмів рекомендується робити натягування проводів 3-м способом з використанням спеціального пристосування.

Тяговий механізм, що використовується для натягування проводів і тросів тим 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 ролики.



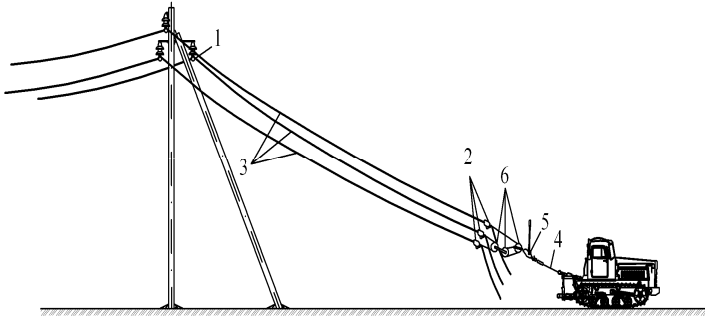
- 1 – розкочувальний ролик; 2 – клиновий монтажний затискач;
 3 – монтажний провід; 4 – такелажний трос; 5 – блок;
 6 – строп

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 візуються і монтажної кривої (чи таблиць) стріл 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.

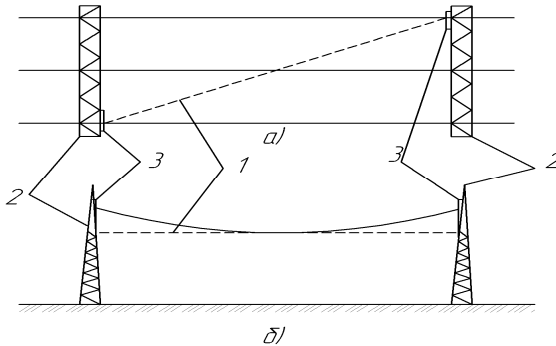
При прийомі стріли прогину проводів безпосереднім візуванням величину її визначають з урахуванням довжини підтримуючих гірлянд і відзначають прикріпленими до опор рейками. З опори, що знаходиться ближче до тягового механізму, приймальник установлює бінокль так, щоб горизонтальна вісь збіглася з укріпленою 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 гірлянд із проводами не повинна відрізнятися від проектної більш ніж на $\pm 5\%$, а розрегулювання одного проводу, тросу стосовно іншого повинна бути не більш 10% проектної стріли прогину.



- а – план; б – профіль; 1 – лінія візування; 2 – траверси;
 3 – рейка

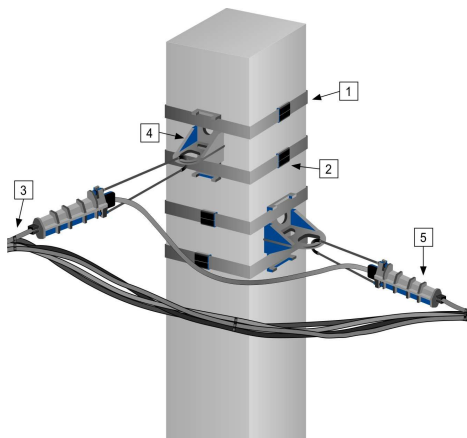
Рисунок 6.6 – Прийом стріл прогину безпосереднім візуванням

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.

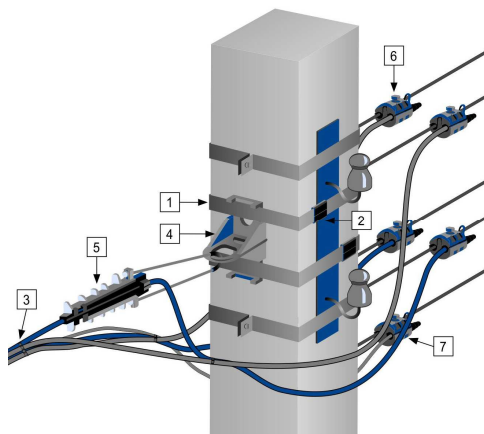
6.7.3 Кріплення проводів і тросів на опорах анкерного типу

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 плашкових затискачів (рисунок 6.7).

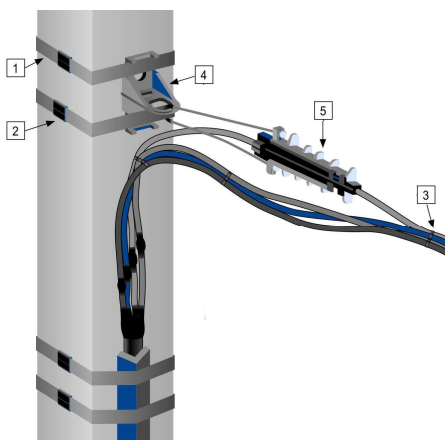
Тип кріплення проводів на штирьових ізоляторах (подвійне чи одинарне кріплення) визначається умовами траси ПЛ (населена чи ненаселена місцевість, перетинання зі спорудженнями та ін.) і розрахунковим тяжінням по проводах. Тип кріплення проводів повинний бути зазначений у проекті ПЛ.



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 СПН до неізолюваних проводів

Рисунок 6.7 – Анкерне кріплення проводів на опорах ПЛ

6.7.4 Кріплення проводів і тросів на проміжних опорах

Перекладання проводів на проміжних опорах з розкочувальних роликів у підтримувальні ролики гірлянд чи ізоляторів на штирьові ізолятори повинне здійснюватись 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.

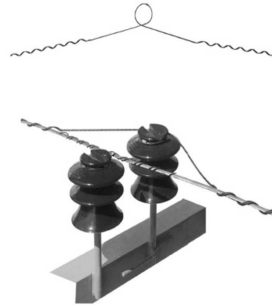
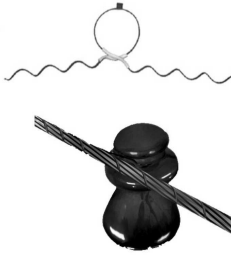
Замість алюмінієвої стрічки можуть бути застосовані алюмінієві прокладки товщиною не менше 1 мм. Обмотування проводу стрічкою повинне робитися без зазорів між окремими витками; витки повинні щільно прилягати по всій окружності проводу.

При перекладці проводів на проміжні опори ПЛ зі штирьовими ізоляторами проводи повинні кріпитися до ізоляторів дротовим в'язанням (рисунок 6.8). При цьому може застосовуватися як головне (рисунок 6.8 а), так і бічне (рисунок 6.8 б) закріплення проводів.

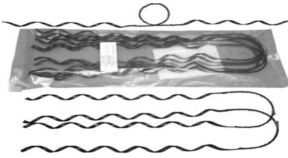
Після перекладання проводів з розгортальних роликів у затиски чи на ізолятори необхідно перевірити вертикальність гірлянди, затягування натискних болтів у підтримувальних затисках, правильність виконання дротового в'язання й установки плашкових затисків.

6.7.5 Розробка технологічної карти монтажу проводів ПЛ

На підставі рекомендацій 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 ПЛ

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 ПЛ 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 ПЛЛ.
5. Назвіть основні типи і конструкції опор.
6. Перерахуйте основні вимоги щодо габаритів, пересічення і зближення ПЛЛ з інженерними спорудами.
7. Назвіть основні правила улаштування повітряних ліній електропередач із самонесучими ізольованими проводами.
8. Назвіть послідовність основних операцій з технології монтажу ПЛЛ.
9. Як виконуються повторні та захисні заземлення, монтаж заземлень?
10. Яким чином виконується натяг, візування і прийом стріл прогину проводів і тросів?
11. Назвіть основні попереджувальні плакати на ПЛЛ.
12. Які позначання наносять на опори ПЛЛ?
13. Як виконується монтаж пристроїв захисту ліній від атмосферних перенапруг?
14. Яким чином виконується анкерне кріплення проводів на опорах ПЛЛ?

РОЗДІЛ 7

МОНТАЖ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

7.1 Визначення кабельної лінії (КЛ). Області використання

Кабельною лінією називається електрична лінія, яка виходить за межі електростанції чи підстанції, призначена для передавання електричної енергії на відстань. Вона складається з одного або декількох паралельних кабелів з з'єднувальними, стопорними або кінцевими муфтами та деталями кріплення [28,53].

Відповідно до ДСТУ 34.65-96 кабелем називають виріб, який складається з однієї або більш ізольованих жил, які вміщені в герметичну оболонку, зверху якої може бути броня або захисний покрив.

Область використання. Кабелі використовують для каналізації 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, екрани, 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 кабеля в цілому. Кабелі, призначені для вертикального прокладання, мають збіднену просочену ізоляцію або не стікаючу 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 зазначенням способу захисту кабеля від різноманітних впливів (механічних, хімічних);

- кабельний журнал, специфікація на кабелі, муфти та матеріали;

- матеріали узгодження траси КЛ із організаціями енергопостачання.

7.3 Вибір траси лінії

Проектування і прокладення кабельних ліній виконують на підставі техніко-економічних розрахунків. Трасу лінії вибирають з урахуванням найменшої витрати кабеля, уникаючи по можливості ділянок з агресивними складовими, які мають хімічні речовини, що руйнують сталеву броню оболонки кабеля. Найменша відстань між кабелями і нафто- або газопаропроводом – не менше 0,5 м.

При розміщенні кабелів слід по можливості уникати перехрещувань їх одного з одним та інженерними спорудами. У селищах 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 струми, 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 водовозної канами.

Тільки суворе дотримання встановлених правил прокладки кабелів може бути гарантією надійності роботи кабельних ліній.

7.4 Монтаж кабелів, кабельних муфт та воронок

КЛ прокладають безпосередньо в землі, у воді – через водойми і ріки, у повітрі – в кабельних конструкціях і виробничих приміщеннях: на лотках, коробах, тросах, естакадах; підземних спорудах, тунелях, каналах, блоках, трубах та підземних залізобетонних конструкціях, лотках, колекторах.

7.4.1 Монтаж в траншеях

У сільській місцевості прокладання кабелів у траншеях є найекономішшим за капітальними витратами і витратами кольорового металу. При цьому рекомендується в одній траншеї прокласти 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 укласти з запасом 1–3% по довжині (змійкою), достатнім для компенсації можливих зсувів ґрунту і температурних деформацій. Кратність допустимого радіуса вигину до зовнішнього діаметра кабеля залежить від марки: багатожильні кабелі з паперовою просоченою ізоляцією – 20; з гумовою пластмасовою 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 каміння. Глибина траншеї повинна становити 800 мм, щоб забезпечити вкладання кабеля 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, а 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 20 кВ вкладають 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 кабеля біля будинків мінімальна відстань повинна бути 0,6 м. Відстань у створі від КЛ до заземлених частин і заземлювачів опор ПЛ 1 кВ повинна бути не менше 5 м. Кабелі при напрузі нижче 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 визначаються 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 наглухо 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 епоксидних муфтах, які захищають кабель від вологи і механічних ушкоджень. Кабелі присьднують до затискачів споживача муфтами і запакуваннями. Кабельні муфти повинні забезпечувати у місці з'єднання електричну міцність не менше міцності кабеля у суцільному місці, необхідну механічну міцність на розтягування, герметичність.

7.4.3 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 й 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 кожні 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, установленними на відстані не менше 500 метрів один від одного, а також у місцях зміни напрямку траси.

7.5 Використання безнагрівних технологій

7.5.1 Загальні відомості

Провідними електротехнічними компаніями [23] розроблена 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 електричними властивостями. У різних державах світу встановлено більше 10 мільйонів виробів, які використовують технологію холодної усадки. Це підтверджує безвідмовність та надійність 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

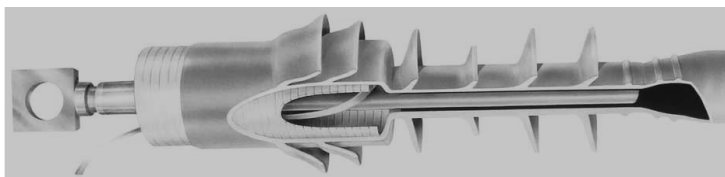


Рисунок 7.2 – Ескіз муфти кінцевого закладення кабелів



Рисунок 7.3 – Ескіз термоусаджувального манжета HDCW

Застосування даних технології 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 комплекту сполучних муфт ZM QS 1000 типу 92-AG6X1-1 і включає суцільнолиту сполучну муфту (муфту холодної усадки) з багатошарової синтетичної кремнійорганіки, розпорного корду, який видаляється, компоненти непаяного вузла заземлення і матеріалу для відновлення оболонки кабеля. 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, суцільнолиту кремнійорганічну муфту, що поставляється, розпирає спіралеподібний поліетиленовий корд, який віддаляється під час установки (рисунок 7.4). При цьому з'єднання усаджується і щільно обжимає кабель, який зрощується. Тіло з'єднання значно ослабляє напруженість електромагнітного поля, відновлює цілісність ізоляції і екранування (напівпровідний екран) силової розподільної мережі (рисунок 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 кабеля 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 комплекту включають:

- пружинні кільця і металевий екран, який відновлює цілісність металевого екрана кабелю, утворюючи непаяний вузол заземлення. Основне призначення цих металевих деталей полягає в тому, щоб встановити якісний контакт із землею і тим самим забезпечити надійний захист кабеля 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 кабеля методом холодної усадки. Масивні стінки трубки запобігають проникненню в муфту вологи і рідин, здатних викликати корозію заземлювальних елементів.

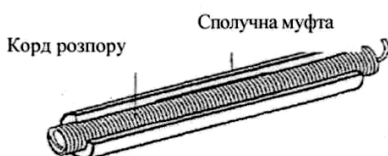


Рисунок 7.4 – Ескіз кремнійорганічної муфти



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 пластмасовій ізоляції з індивідуальними мідними екранами по трьох одножильних кабелях.

Основні характеристики монтажних комплектів наступні:

1. Універсальна суцільнолита конструкція гільзи забезпечує можливість установки муфти на кабелях різного розміру і типу.

2. Сумісність з кабельними з'єднувачами всіх стандартних моделей.

3. Абсолютна водонепроникність за рахунок високої щільності прилягання гільзи до кабеля.

4. Широкий діапазон робочих температур.

5. Непаятий вузол заземлення.

6. Компактність муфти дає можливість проводити з'єднання в обмеженому просторі і важкодоступних місцях.

7. Поштовхний технічний контроль на виробництві.

Технологія холодної усадки забезпечує швидкість і простоту установки муфти без застосування спеціальних інструментів.

Таблиця 7.1 – Сполучні муфти для одножильних кабелів QS1000

Модель QS 1000	Розміри кабеля				Розміри гільзи	
	Зовнішній діаметр по оболонці, мм	Зовнішній діаметр по ізоляції, мм	Перетин жили, 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, зшитий поліетилен та інші), екран з металеві фольги або дроту і

пластмасову оболонку. Муфти QS 1000 можуть застосовуватися для з'єднань на підвісних лініях, в кабельних тунелях, а також на силових лініях підземної прокладки.

7.5.3 Муфти серії QT II

Муфти для кінцевого закладення мають монолітну конструкцію, в якій передбачені трубка рефракції для вирівнювання напруженості електромагнітного поля.

Муфта виготовлена із спеціального кремнійорганічного матеріалу, що додає їй особливо високу стійкість до ультрафіолетового випромінювання, трекінгу 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 кабеля 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 металевої стружки.

6. Обмотати наконечник стрічкою Scotch™ 70, накладаючи 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 екрана.

8. Насунути елемент QTII на оброблений кабель. Видалити спіралеподібний корд за допомогою витягування, розкручуючи його в напрямі проти годинникової стрілки. Усадку проводити від пружинного кільця.

9. Сплести проколкою екран і приєднати наконечник.

Таблиця 7.2 – Номенклатура кабельної арматури для силових кабелів із шитого поліетилену

Артикул	Опис	Розміри
QTP 92-EB 62-1	Комплект кінцевої 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 маслопросоченою паперовою 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.

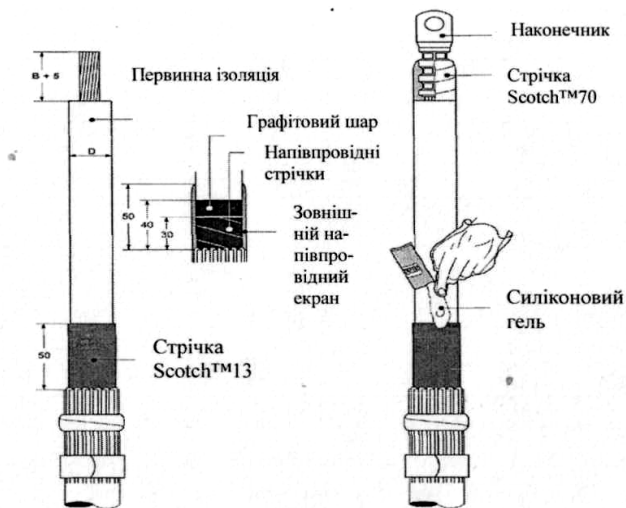


Рисунок 7.6 – Монтаж кабельної муфти, перший етап

7.5.4 З'єднувальна муфта 92-AG611-1

Складається з холодозахисного кожуха і використовується для одножильних кабелів з полімерною ізоляцією з дротяним екраном 6/10 кВ згідно з IEC 60502.

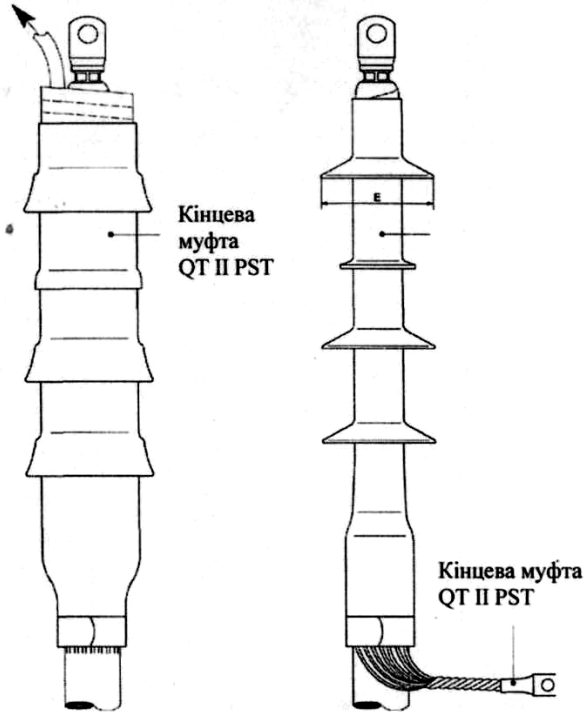
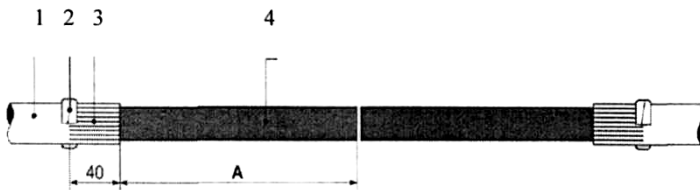


Рисунок 7.7 – Монтаж кабельної муфти, другий етап

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 кабеля, 2 – стрічка Scotch™13; 3 – дротяний екран;
4 – зовнішній напівпровідний шар

Рисунок 7.8 – Монтаж кабельної муфти, перший етап

Видалити паперові стрічки до зрізу по оболонці кабеля. Видалити напівпровідний екран з кінця кабеля, залишаючи 40 мм до зрізу по оболонці.

Видалити первинну ізоляцію по струмопровідній жилі на відстані $1/2$ довжини гільзи + 5мм.

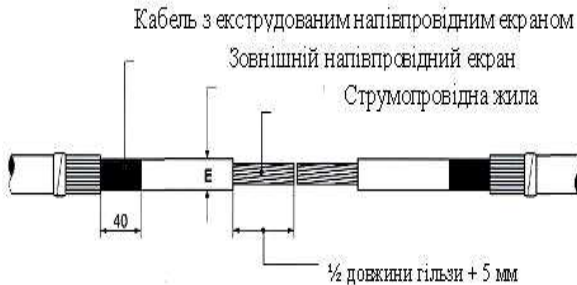


Рисунок 7.9 – Монтаж кабельної муфти, другий етап

Видалити напівпровідні стрічки з кінця кабеля, залишаючи 20 мм до зрізу по оболонці. Видалити графітовий шар з кінця кабеля, залишаючи 30 мм до зрізу по оболонці.

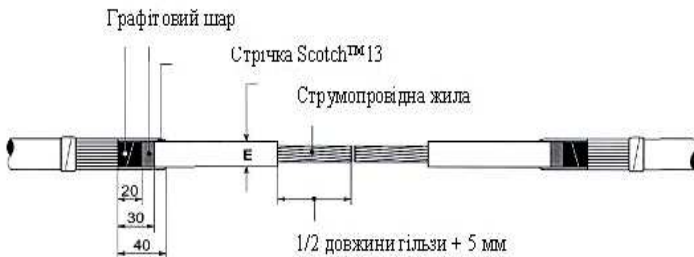


Рисунок 7.10 – Монтаж кабельної муфти, етап третій

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 кабеля. Обрізати надлишки мідної сітки. Обмотати пружинні кільця двома шарами стрічки Scotch™13 з 50% перекриттям. Накласти стрічку Scotch™2228 поверх стрічки Scotch® 13, оболонки кабеля і лудженої мідної сітки. Забезпечити мінімальний діаметр поверх стрічки Scotch™ 2228.

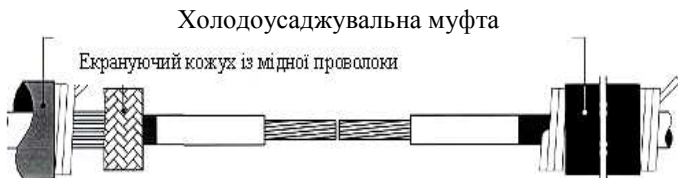


Рисунок 7.11 – Монтаж кабельної муфти, етап четвертий

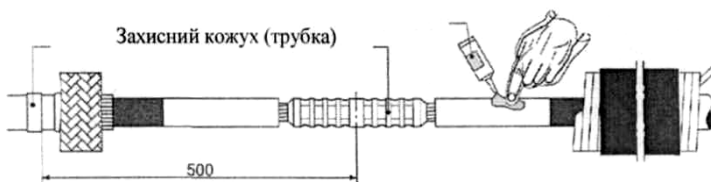


Рисунок 7.12 – Монтаж кабельної муфти, етап п'ятий

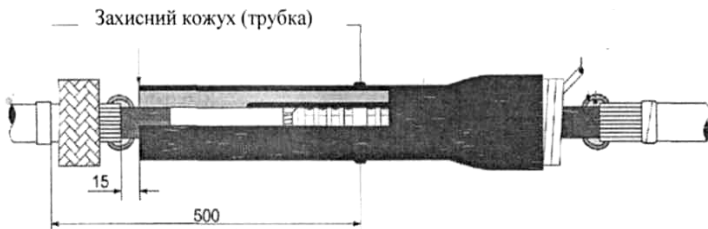


Рисунок 7.13 – Монтаж кабельної муфти, етап шостий

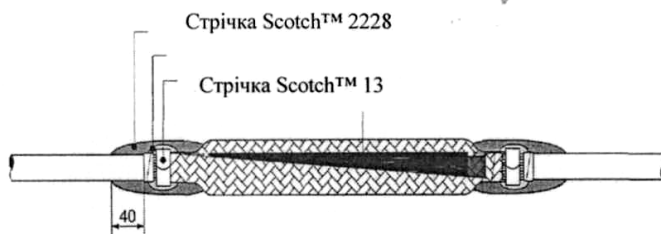


Рисунок 7.14 – Монтаж кабельної муфти, етап сьомий



Рисунок 7.15 – Монтаж кабельної муфти, етап восьмий

Насунути захисний кожух поверх з'єднання на позицію "С" і видалити розпираючий 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 конструкції 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 розкачування кабеля.
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 призначена для прийняття, перетворення і розподілу електричної енергії і складається із силових трансформаторів, розподільних пристроїв, пристроїв керування, релейного 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 закрита розподільна установка (ЗКРУ) стаціонарного типу з монтажем обладнання на місці установки;

б) трансформаторні підстанції і ЗРП збірного типу, окремі вузли і деталі яких виконують на заводі-виробнику, але збирають у приміщенні установки;

в) комплектні трансформаторні підстанції (КТП). КТП призначені для електропостачання сільськогосподарських споживачів, окремих населених пунктів і невеликих промислових об'єктів.

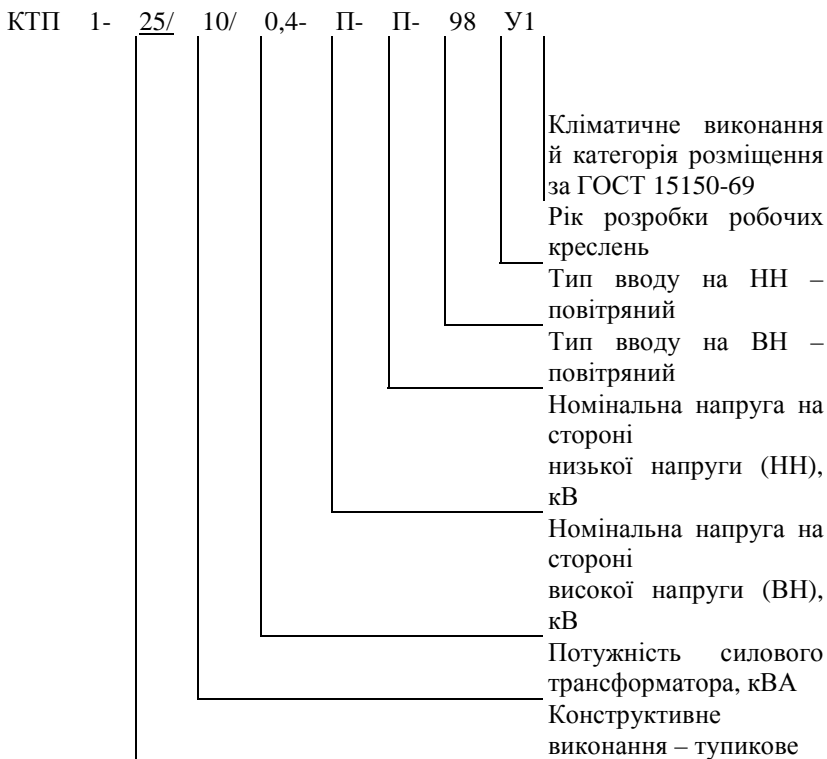
Комплектна трансформаторна підстанція – підстанція, складена з шаф чи блоків з вмонтованими в них трансформатором та іншим обладнанням розподільної установки, яку постачають складеною чи підготовленою до монтажу.

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 опорах ліній електропередач на висоті, яка не потребує огороження підстанцій.

Структура умовного позначення типовиконання 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 глухозаземленою 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 IP43
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	Місьцеве
11 Схема на стороні ВН	Тупикова

Таблиця 8.2 – Основні параметри КТП

Найменування параметра	Значення параметра	
	2	3
1		
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] (рисунок 8.1) .

Блок ПВН складається із шафи силового трансформатора й струмопроводу. Струмопровід встановлюється на даху шафи силового трансформатора. Шафа РПНН – це шафа з апаратами підключення відхідних ліній.

Конструкція складових частин КТП виконана зі сталевих каркасів й обшивки, що забезпечують їхню механічну міцність, захист від дії кліматичних факторів елементів електромонтажу й вбудованих апаратів з обліком їхнього кліматичного виконання й категорії розміщення, а також вимоги 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.

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).

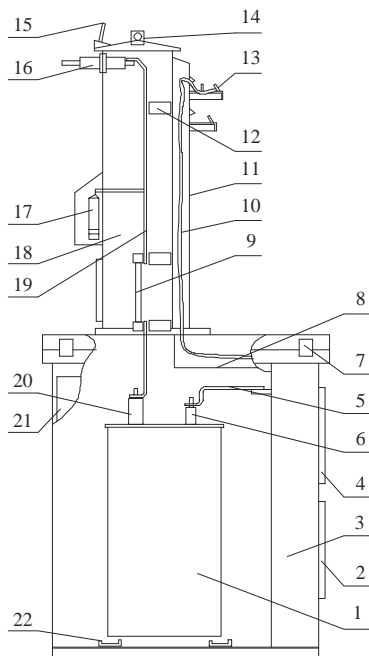


Рисунок 8.2 – Основні елементи трансформаторної підстанції

Пристрій для підключення ліній, які відходять, НН складається із двох знімних траверс, до яких приварені сталеві штирі (поз. 13) під кутом, що забезпечує утримання проводів ліній, які відходять. На штирі встановлюються штирьові 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) – мідним дротом.

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) прокладаються по задній 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 надягаються на них. У стінці струмопроводу (з боку прохідних ізоляторів вводу ВН) передбачені два прорізи. Проріз, що закривається знімним сталевим листом, використовують для обслуговування головних кіл ВН, що перебувають всередині струмопроводу. Другий проріз використовується для доступу до високовольтних запобіжників (поз. 9) і закривається дверима із блокувальним пристроєм. Для спостереження за запобіжниками на цих дверях 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 двостулковими дверима. 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 розширюваному баку силового трансформатора передбачене оглядове вікно із сіткою, що закривається поворотною кришкою.

Для захисту ТП від перенапруги встановлюють вентиляльні розрядники та обмежувачі перенапруг.

Розрядники використовують для захисту ізоляції електрообладнання від комутаційних та атмосферних перенапружень. На ТП 10/0,4 кВ встановлюють у більшості випадків вентиляльні розрядники

типу РВО. Перед виконанням монтажу всі елементи розрядників оглядають. Вони не повинні мати тріщин, сколів та раковин.

При легкому струсі на кут до 30° від вертикалі всередині не повинно бути шуму або дзвону. Розрядники встановлюють у зібраному вигляді. Розрядник кріплять за допомогою двох болтів і вивіряють за рівнем та відкосом.

Провід фази приєднують до пластини, яка має електричний контакт з багаторазовим іскровим проміжком. Заземлювальний провідник приєднують безпосередньо або через регістратор 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 відкручувати 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 та опорних конструкцій

Застосування КТП забезпечує індустріалізацію електромонтажних робіт (ЕМР), скорочує терміни спорудження електроустановок і підвищує надійність їхньої роботи. Тому КТП практично повністю витиснули ТП старого типу, устаткування яких монтувалося на місці установки.

Будівельно-монтажні роботи. Котловани для фундаментів бурять спеціальними бурильними 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 піщону основу і вкладають 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 установлюють згідно з проектом електроустановок конструкції для освітлювальних пунктів, що окремо монтують для панелей захисту і електричних апаратів; виконують монтаж внутрішньої мережі заземлення та приєднують вводи 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 кіл, експлуатаційну документацію на комплектуючу апаратуру), відповідність направляючих під трансформатор (кронштейнів) і при необхідності встановлюють направляючі потрібної конструкції. Стропову КТП без упаковки виконують за відповідні крюки та рами. Переміщення та підйом комплектних камер і КТП завжди виконують у вертикальному положенні згідно з написами “Верх”; “Низ”.

8.2.2.2 Послідовність монтажу КТП

На робоче місце КТП встановлюють на раніше підготовлені при виконанні будівельних робіт основи, закладні частини, опорні рами, вивірювання по рівню на проектній відмітці (рисунок 8.2).

КТП повинна встановлюватися на фундаменті висотою не менше 0,4 м від планованого рівня землі й мати відстань від землі до необгороджених вводів ВН не менше 4,5 м, а до виводів НН – не менше 4 м. Вибір місця й способу установки підстанції повинні визначатися 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. Відхилення закладних елементів не повинно перевищувати 1 мм на 1 м довжини і 5 мм на всю довжину елемента. Габаритні, настановні й приєднувальні розміри, а також схеми головних кіл і значення маси КТП наведені на рисунку 8.2. Несучі поверхні швелерів приєднують до контуру заземлення смугою із сталі 40×4 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 запобіжників 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 комплектність технічної документації підприємства-виробника. Монтажні роботи в частині первинних кіл завершують перевіркою рівня масла в бачках і при необхідності доливанням чистого масла, перевіркою роботи вимикачів, роз'єднувачів, допоміжних контактів і блокувальних пристроїв.

З метою скорочення термінів монтажних робіт другої стадії виконується максимально можлива кількість робіт, які виконуються поза зоною монтажу на стенді 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 релейних 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 и підключення їх до затискачів роблять, як правило, после закінчення всіх монтажних робіт.

Усі проходи кабелів із каналів через відрізки труб ущільнюють бандажками із шпагату та ізоляційної стрічки. Згідно з кабельним журналом на кінці кабелів встановлюють маркувальні бирки з написами. На жили 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, перенапруг та перевантажень.

8.2.3 Встановлення силового трансформатора

Силовий трансформатор у шафі (поз. 1, рисунок 8.2) переміщається на котках по напрямних швелерах (поз. 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 даху шафи передбачені пристрої (поз. 7) для підйому (без силового трансформатора) як самої шафи, так і всієї КТП у транспортному положенні.

8.2.4 Технологія монтажу вторинних кіл КТП

Пристрій вторинної комутації – невід’ємна частина розподільних пристроїв сучасних електричних станцій 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 8.3).

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 8.3 – Технологічна схема монтажу жил 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 крінець оброблення надівається відрізок вінілової трубки (діаметром, рівним зовнішньому діаметру кабеля)
2. Надягання хлорвінілових трубок на кожен 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 трубці наносяться номери, що відповідають номерам, нанесеним на затисках зборки. Виконуються: 1) за методом скороченого продзвонювання (спосіб Н. И. Литвиничева); для цього необхідно в кожному концентричному шарі знайти (продзвонити) одну жилу, а потім, рухаючись від цієї жили за годинниковою стрілкою, замаркірувати всі інші жили кабеля; 2) за допомогою магазину опорів
4. Формування (збирання) 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 прогумованої стрічки і накладення на бандаж металевих поясних затискачів; б) за допомогою затискачів	Відстань між бандажами береться з розрахунку запобігання спучування 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 жили і трубки	На кожній хлорвінілової трубці робиться оцінка місця обрізу
8. Оцінка кінця жили для видалення ізоляції жили	До кінця прикладається штурцер окінцювання і робиться на трубці оцінка
9. Зняття ділянок трубки та ізоляції з кінця жили	Зняття ізоляції жили і видалення трубки робиться в спеціальних кліщах або за допомогою особливого пристосування
10. Очищення жили від залишків гуми	За допомогою спеціальної гнучкої пластини або пристосування
11. Надягання на жилу штурцера окінцювання	Вручну

Продовження таблиці 8.3

1	2
12. Закручення кілець на жилі для приєднання до затисків	Кільця виготовляються діаметром 4,5–6 мм за допомогою круглогубців або спеціального пристосування
13. Приєднання жил до затискної колодки	Приєднання ведеться відповідно до маркування, нанесеного на жилах і на затискній колодці
14. Вирівнювання і кріплення пучків	За допомогою шаблонів

8.2.5 Установка приладів

Прилади встановлюються і вивіряються таким чином, щоб їхні цоколі (або фронтальні ободи) 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 установлюватися на висоті 1400–1600 мм на суворо вертикальній площині (стіні, панелі або щитку);

- повинна бути виключена можливість перекосів і деформацій корпусу;

- для забезпечення рівномірного дотику 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 схеми;

в) визначення полярності вимірювальних трансформаторів;

д) перевірка правильності підключення вимірювальних приладів, приладів сигналізації, релейних приладів, ключів керування та ін.;

е) 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 захисту дистанційного керування, блокування, обліку і контролю подаються 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 оглядового скла, покажчиків та ін.;
- комплектність монтажних і кріпильних деталей (гвинтів, 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 приладів з корпусом із пластмаси). Перевірка виконується мегомметром на 500 В.

Перевірені прилади рекомендується зберігати в заводському упакуванні на стелажах, 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 відпривання і корозії). До розкриття прилад повинен мати температуру приміщення.

Відібрані після ревізії прилади здаються в лабораторію для електричної перевірки.

8.2.6 Монтаж запобіжників

Перед початком монтажу виконують ревізію та огляд запобіжників.

Ревізія:

- повноту та щільність засипки патронів кварцовим піском перевіряють струшуванням;
- цілісність плавкої вставки у патрони перевіряють продзвонюванням індикатором або контрольною лампою.

Запобіжник повинен мати цілісність контактних деталей, ізоляторів, арміровки, покажчика спрацювання. Запобіжники монтують на сталевій рамі всередині шафи РУ. Цоколь ізоляторів повинен співпадати по вертикалі із поздовжньою віссю патрона і контактних губок з припуском + 0,5 мм.

Встановлені патрони регулюють таким чином, щоб обмежувачі фіксували правильне положення патронів і затримували їх від повздовжнього переміщення.

Запобіжники заземлюють, приєднують до фланців опорних ізоляторів, рами або металевої конструкції.

8.2.7 Монтаж 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 штативу або ручного таля.

Кріплення – за допомогою болтів або штирів.

Роз'єднувач та привід встановлюють таким чином, щоб осьові лінії 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, холостий хід не перевищує 5° .

Після закінчення монтажу до пуску в експлуатацію контактні частини роз'єднувача змащують технічним вазеліном, обертають папером та закріплюють шпагатом. Встановлюють у безпечному місці, щоб виключити можливість випадкового торкання до розрядника.

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 знаходиться у землі, – заземлювачем [53].

Ідеальним заземленням вважають еквіпотенційну поверхню, за яку може бути прийнята поверхня землі або велика металева плита,

внаслідок чого різниця 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 є намаганням досягти якнайменших значень цього імпедансу, однак у реальних умовах цей імпеданс відрізняється від нуля. Величина імпедансу, або найчастіше активного опору заземлення, визначається передусім властивостями та конструкцією елементів системи заземлення, головним чином 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 й 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.

8.3.2 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, металева броня силових кабелів та ін., якщо забезпечено контакт із ґрунтом на значній довжині.

Однак найбільш розповсюджені на практиці штучні заземлювачі, тобто металопрофілі, прутти, проводи 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 ґратоподібні 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 засоби:

- використання протикорозійних покриттів для сталевих елементів шляхом нанесення шару цинку завтовшки принаймні 50...100 мкм методом гарячого цинкування;

- застосування мідних або обміднених заземлювачів, які у більшості випадків є стійкими проти корозії, за винятком середовищ, що містять кислоти, аміак 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 вологи.

При застосуванні простих захисних заземлень, в яких використовуються такі заземлювачі, поблизу місця замикання на землю формується так звана зона розтікання електричного струму: електричний струм стікає в землю і протікає в ній, викликаючи падіння напруги на неструмопровідних 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 опори 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 одиночного заземлювача малу напругу дотику $U_{пр}$ і кроку $U_{ш}$, які не становили б загрози життю людини.

У ряді випадків виникають труднощі досягнення прийнятних значень напруги дотику і напруги кроку [53] при застосуванні контурного заземлення.

Таким чином, прості типи контурних і виносних заземлень у ряді випадків не в змозі забезпечити в зоні обслуговування багатьох одиниць електроустаткування необхідний рівень безпеки, оскільки в такій зоні обслуговування досить важко досягти прийнятного, з погляду

електробезпеки, розподілу електричних потенціалів за допомогою контурного і виносного 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 ОВО”.

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 литий наконечник (насадка нижня) підвищеної твердості, що полегшує занурення штанги електродів у ґрунт. Для приєднання заземлювача до мережі заземлення використовується універсальний затискач. За його допомогою можна виконувати приєднання до сталеві стрічки 40×4 та дроту діаметром 8–10 мм. Для герметизації з'єднання використовується антикорозійна стрічка.

Електроди діаметром 20 мм мають достатню жорсткість, їх занурюють вібримолотом або за допомогою кувалди. Перед занурюванням електродів необхідно підготувати заглиблення в ґрунті на глибину не менше 0,7 метра. Вставити нижню насадку в електрод за допомогою молотка. На верхню частину електрода надіти бойок (рисунок 8.3) та виконати занурювання першого електрода (рисунок 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. Однієї упаковки достатньо на три з'єднання.

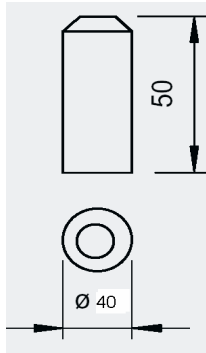


Рисунок 8.3 – Бойок до шпильки заземлення

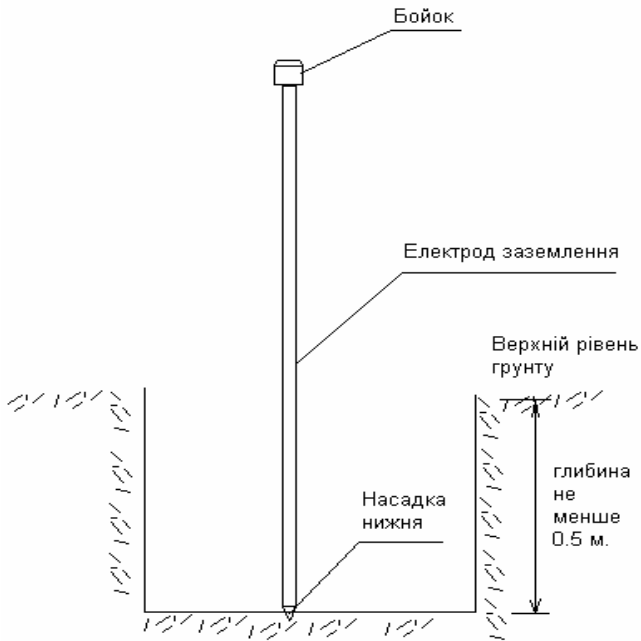


Рисунок 8.4 – Схема монтажу електродів

При необхідності підключення мідного проводу до системи заземлення, потрібно вивести з ґрунту сталеву заземлювальну мережу і виконати з'єднання через затискач з біметалічною пластиною. Якщо це з'єднання необхідно виконати всередині споруди, то бажано встановити шину вирівнювання потенціалу.

Після завершення робіт необхідно:

- засипати 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 вимикачів на вакуумні комутаційні модулі серії ВВ/TEL-10 з заміною апаратури релейного захисту [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 вимикач ВВ/TEL, роз'єднувач-заземлювач, трансформатори струму і первинний перетворювач (ПП) напруги емнісного 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 головних кіл – ізольовані струмопровідні шини;

-
-
- ступінь захисту оболонки шаф КРП/TEL – IP40;
 - вид управління – місцеве, дистанційне, телеуправління;
 - термін роботи – 25 років.

Модернізація викатних елементів (ВЕ) 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 ВЕ 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 ВЕ КРП2-10, який показаний на рисунку 8.5.

До складу комплекту модернізації комірки КРП відносяться:

- вакуумний вимикач;
- рама вакуумного вимикача;
- опорні ізолятори;
- вузол індикації і аварійного відключення;
- шафа вторинних з'єднань.

8.4.1.1 Конструкція вакуумного вимикача

Вимикач складається з трьох полюсів, встановлених на металевій підставі, в якій розміщені пофазні електромагнітні приводи з магнітною клямкою, що утримує вимикач необмежено довго у включеному положенні після переривання струму в котушці електромагніту приводу. Решта вузлів полюсів розміщується в ізоляційному корпусі з прозорого механічно міцного і дугостійкого полімерного матеріалу, який оберігає їх від можливих в експлуатації механічних пошкоджень і дій електричної дуги струму короткого замикання.

Всі три полюси мають однакову конструкцію. Включення вимикача виконується командою на включення від блоку управління. При цьому подається постійна напруга на котушку електромагніту 13.

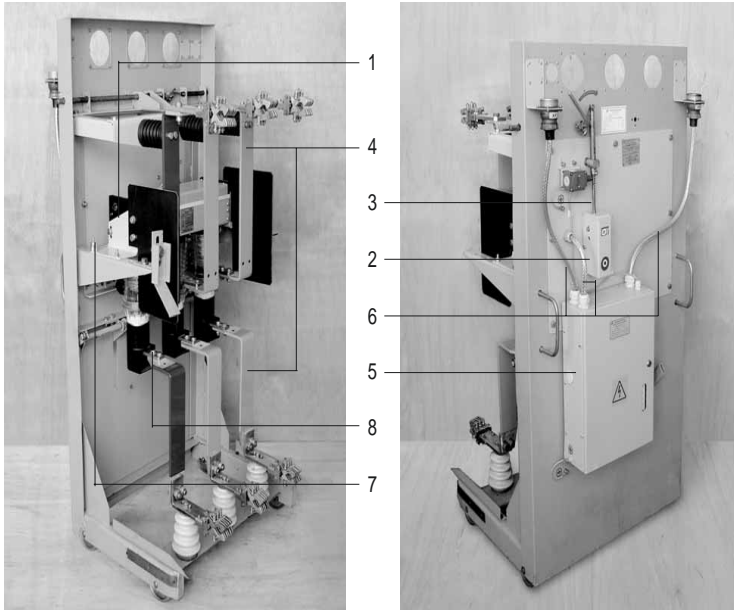


Рисунок 8.5 – Зовнішній вигляд модернізованого комплекту ВВ/TEL

Під дією електромагнітних сил ярк 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 ярк продовжує рухатися ще 2 мм до упору, стискаючи пружину 10 і створюючи необхідне підтискання між контактами (поз. 2). Загальний хід ярка складає 8 мм, а хід рухомого контакту – 6 мм. Після зняття напруги ярк 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.

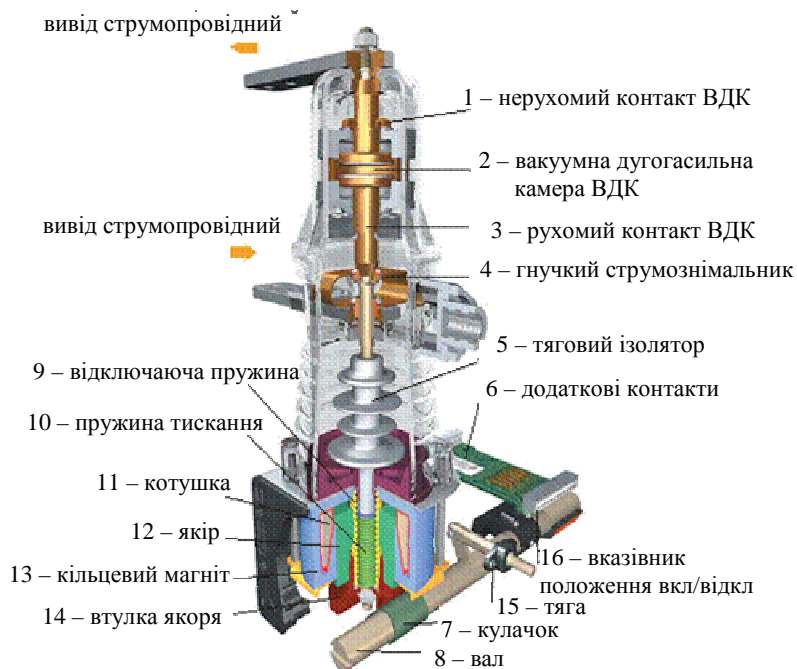


Рисунок 8.6 – Конструкція вакуумного вимикача серії ВВ/TEL-10

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 – Паспортні дані вакуумного вимикача
ВВ/TEL-10-12,5/1000У2

Найменування параметра	Величина
Номінальна напруга, кВ	10
Номінальний струм, А	630, 1000
Номінальний струм відключення, кА	12,5
Струм електродинамічної стійкості, кА	32
Випробувальна короткочасна напруга, кВ	42
Ресурс комутаційної тривкості: 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
Повний час відключення, мс.	25
Власний час включення, мс.	70
Стійкість до механічних впливів, група згідно з ГОСТ 17516-90	M7
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 комплекту

Монтажний комплект складається із: набору деталей і вузлів, призначених для установки вакуумного вимикача у комплектний розподільний пристрій зовнішньої установки (КРПЗ). Для установки вакуумного вимикача у комірці К-ХІІ використовується універсальна регульована опорна конструкція.

На рисунку 8.5 представлено монтажний комплект конструкції модернізації та установки його в комірках. Комплект модернізації включає:

- елементи механічного кріплення ВВ на металоконструкції викатного елемента (ВЕ);

-
-
- вузол індикації і аварійного відключення ВВ;
 - вузли і деталі для зв'язку приводу ВВ з існуючим блокуванням ВЕ;
- ВЕ;
- шини головних кіл;
 - шафа вторинних з'єднань (ШВЗ) зі встановленим в ній модулем управління серії БУ/TEL;
 - марковані електричні джгути;
 - набір кріплення для монтажу ВВ;
 - набір кріплення для ошиновки ВВ;
 - деталі і кріплення для установки паралельно головним контактам ВВ обмежувачів перенапруги типу ОПН-РТ/TEL.

Елементи механічного кріплення ВВ призначені для його установки на ВЕ і організація 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 відключення 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. Надалі елементи ошиновки, рухомі електричні роз'ємні контактні з'єднання використовувати при монтажі 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 масляного вимикача, який призначено для модернізації, необхідно, заздалегідь встановивши викатний 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 розташування ШРК перед модернізацією викатного елемента

Розмір	H ₁ ±1 мм			H ₂ ±1 мм			L ₁ ±1 мм			L ₂ ±1 мм			
	Фаза	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Значення	320	320	320	825	825	825	345	345	345	345	345	345	345

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 фіксуєчого пристрою ВЕ.

Після демонтажу на металоконструкції ВЕ повинні залишитися:

- механізм блокуєчого і фіксуєчого пристрою;
- деталі блокування, що взаємодіють з блокувальним замком типу ЕМБЗ і сам замок;
- механізм пристрою доведення;
- кронштейни приводу рухомих металевих шторок шафи КРП;
- пластини заземлення;
- порцелянові опорні ізолятори із закріпленими фрагментами шин зі встановленими нижніми ШРК;
- вузол кріплення і кронштейн блокування рукоятки приводу заземлювального роз'єднувача (розміщується на правому з боку фасаду ВЕ кронштейні кріплення МВ) для МВ типу АК 10/400/8;
- вузол кріплення МВ (розміщується на правому з боку фасаду ВЕ кронштейні кріплення МВ), що виконує функцію кронштейна блокування рукоятки приводу заземлювального роз'єднувача;

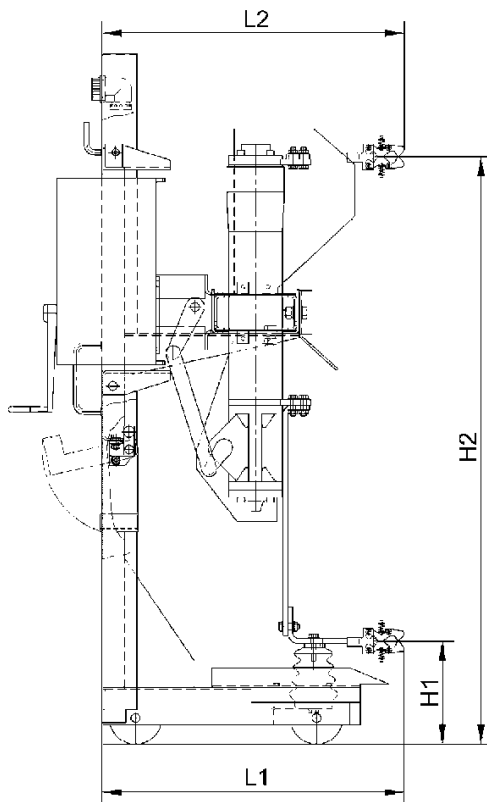


Рисунок 8.7 – Положення штепсельних роз'єднувальних контактів фрагментів шин зі встановленими верхніми ШРК

Крім того, необхідно зберегти кріпильні елементи М12 і М16 (болти, шайби плоскі і шайби пружинні) контактних з'єднань головних струмових виводів МВ типу АК і колишньої ошиновки ВЕ з метою їх подальшого використання при монтажу ошиновки ВВ. Для забезпечення подальшого монтажу ВВ і елементів конструкції КМ необхідно доробити металоконструкцію ВЕ. Для цього слід обрізати нижні кронштейни кріплення приводу МВ типу АК 10/400/8.

Ковпак ВВ/TEL 10-20/1000

Кришка ізоляційна



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

Дискова пружина

Шайба 10 ГОСТ 11371

Шина

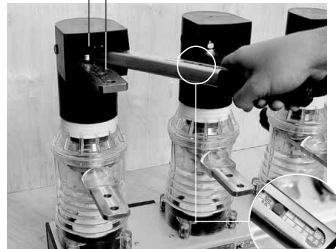


Рисунок 8.10 – Установка шин верхніх головних струмових виводів

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.

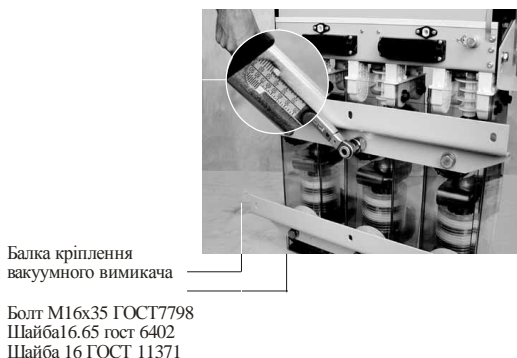


Рисунок 8.11 – Встановлення балок для кріплення вакуумного вимикача

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.

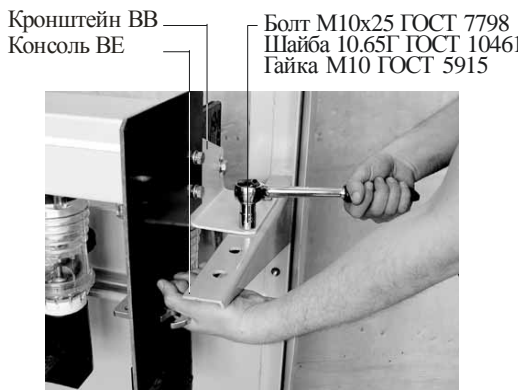


Рисунок 8.12 – Установка вакуумного вимикача на консоль

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 нижня ВВ
Болт М10х40 ГОСТ 7798
Шайба 10 ГОСТ 11371
Шайба 10.65Г ГОСТ 6402
Гайка 10 ГОСТ 5915

Рисунок 8.13 – Підключення нижньої ошиновки

Перевірити точність взаємного розташування контактних поверхонь встановлених шин і контактних поверхонь елементів збереженої нижньої ошиновки 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 10.65Г ГОСТ 6402
Гайка М10 ГОСТ 5915



Рисунок 8.14 – Кріплення 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 ШПК 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 ШПК 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 шин на фазах L1 і L3 відповідно до рисунку 8.17. Вимірювання допускається проводити як по середній (по товщині) лінії фрагмента шини, так і по центру ШРК. Вимірювальний інструмент (лінійка, рулетка) повинен розташовуватися суворо перпендикулярно до площини катання ВЕ.

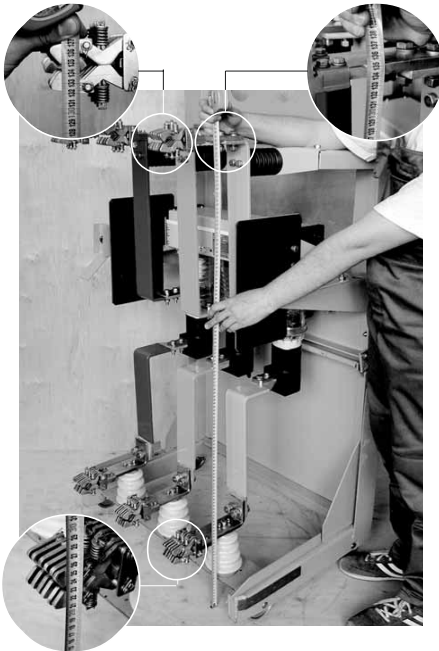


Рисунок 8.17 – Настроювання положення по висоті верхніх ШРК

Значення замірних 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.

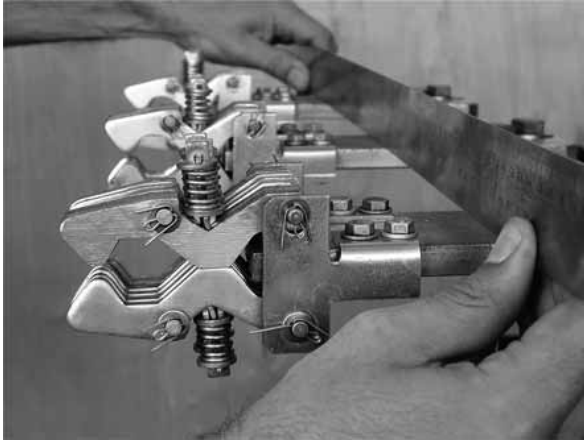


Рисунок 8.18 – Настроювання положення по горизонталі верхніх ШПК

Для горизонтального вимірювання необхідно заздалегідь ослабити затягування відповідних болтів кріплення ВВ і контактних з'єднань його ошиновки. Здійснити настроювання положення ШПК фази В. Для цього необхідно встановити на верхню площину шин ВВ або фрагментів шин 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 катання 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 шин. 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 – Настроювання положення по глибині верхніх ШРК фаз L1, L3

Значення вимірних величин повинні відповідати даним таблиці 8.6. За необхідності виконати настроювання 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 настроювання обжати ослаблені перед цим з'єднання з відповідними моментами затягування.

Здійснити настроювання 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 електричною 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 зняттям 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.

8.4.5 Установка елементів блокування

Переконатися в тому, що ВВ знаходиться в положенні “Відключено”. Гайки і болти не обтягувати повним 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 довжину різьбової частини (рисунок 8.5).

Заміряти 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 втулки 2. Кріпити болтами М6×20 (втулка не повинна затискати важіль). Перевірити відповідність орієнтації ролика 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 шплінтом. Тягу відключення ВВ з'єднати з вузлом індикації і аварійного відключення. Зняти з панелі “Відкл” 1 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 шплінтом. 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 $2\pm 0,5$ мм до важеля 1 панелі “Відкл”. Законтрити тягу гайкою. Встановити тягу 7, для цього: розмітити і укоротити тягу до розміру, що забезпечує перекриття 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 укочування ВЕ. Встановити на вал 1 приводу укочування ВЕ сектор 2, зібраний з двох напівмуфт. Кріпити болтами М10×45. Відрегулювати блокування так, щоб в проміжному (між контрольним і робочим) положенні ВЕ і встановленій рукоятці переміщення і доведення ВЕ, положення елементів блокування відповідало положенню для ВЕ з обертанням рукоятки за годинниковою стрілкою. Зняти тягу 9, встановити на місце корпус 2. Встановити тягу 9 на місце, одягнути

пружину і шайбу, законтрити гайкою. Упор стопорити на тязі болтом М6×20, контрити гайкою М6.

8.4.5.1 Підключення шафи вторинних з'єднань на викатному елементі

Встановити ШВС на фасадний лист ВЕ із застосуванням спеціальних втулок з КМ і заземлити провідником заземлення (рисунок 8.20).

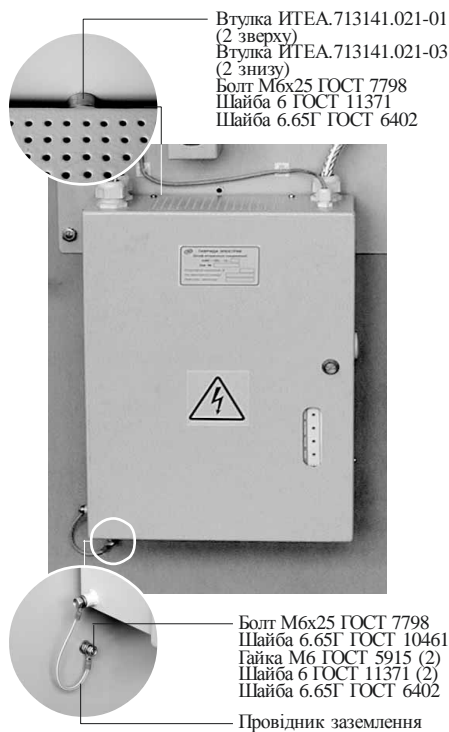


Рисунок 8.20 – Установка і заземлення ШВС на фасаді ВЕ

Взяти з КМ електричні джгути з'єднання ШВС із з'єднувачами типа ШР вторинних кіл із закріпленими на них кронштейнами і завести їх, а також електричний джгут від модуля ВВ і дрiт 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 настроювання блокування викатного елемента

Вкрутити тягу необхідного виконання різьбовим кінцем М10 з гладким циліндровим хвостовиком меншого діаметра в різьбовий отвір блокувальної тяги ВВ (рисунок 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 шплінт, 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, заздалегідь 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 пазів 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 лиски 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

Задалегідь 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, виставити 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 вимикача, 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, спрацьовування кінцевого вимикача на перших 5 мм ходу штовхача 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 (рисунок 8.25).

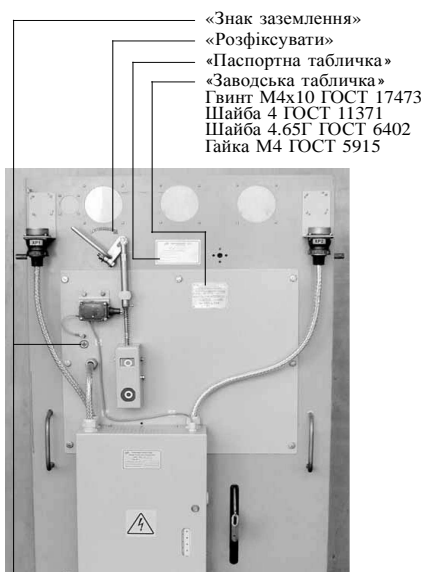


Рисунок 8.25 – Розташування табличок та вказівників на панелі ВЕ

Заповнити укладені в прямокутник 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, представленому 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 вимоги 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, ЗАЗЕМЛЕННЯ І ЗАНУЛЕННЯ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

9.1 Основні поняття про заходи захисту людей і тварин від ураження електричним струмом

При безпосередньому впливі на людину або сільськогосподарську тварину, електричного струму або електричної дуги вони можуть отримати ушкодження, тобто електричну травму, яка призводить до загибелі 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 направлені на запобігання електротравматизму при роботі або знаходженні в електроустановках:

- встановлення особистої відповідальності осіб, які організують і виконують роботи;
- оформлення наряду-допуску;
- нагляд під час роботи;
- оформлення закінчення робіт та ін.

Технічні заходи направлені на попередження небезпечних ситуацій і є сукупністю дій: відключення всієї установки, виключення помилкової подачі напруги, встановлення знаків безпеки,

Електрозахисні способи об'єднують використання технічних прийомів і пристроїв:

- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання електричного потенціалу;
- автоматичне захисне відключення;
- застосування малих напруг;
- ізоляцію струмопровідних частин;
- використання огорожувальних пристроїв;
- використання попереджувальної сигналізації.

Електрозахисні засоби:

- переносні вироби;
- 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 еквіпотенційну поверхню, за яку може правити поверхня землі або велика металева плита, внаслідок чого різниця 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 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 й 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 й 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 електроустаткування 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;

- *заземлення системи блискавкозахисту*, що має на меті безпечно розтікання у ґрунті струмів розрядів блискавки.

Окремі види 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.

Основним елементом заземлення є *заземлювачі*, або розташовані у ґрунті струмопровідні елементи, які призначені для безпечного розтікання струму, який відводиться.

Найбільш розповсюджені на *практиці штучні заземлювачі*, тобто металопрофілі, прутки, проводи 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 ґратоподібні заземлювачі (рисунок 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 котрого 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*, а 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.

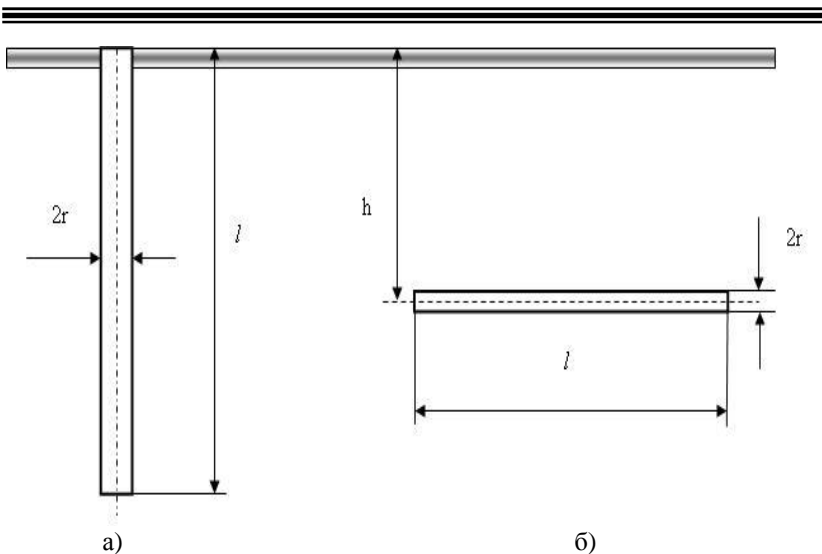


Рисунок 9.1 – Штирвовий (а) та горизонтальний заземлювач (б)

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 сільських електроустановках

Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмопровідних частин, які 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 електробезпеки, 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 повинне бути виконане занулення.

Застосування в таких електроустановках заземлення корпусів електроприймачів без їх занулення забороняється.

В електроустановках з ізолюваною нейтраллю повинне бути виконане заземлення і передбачена можливість виявлення і швидкого знаходження замикання на землю.

Застосування занулення в електроустановках з ізолюваною нейтраллю не допускається.

Заземленню або зануленню підлягають:

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників, приводи електричних апаратів;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- каркаси розподільних щитів, щитів і пультав 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, коробки і сталеві смуги, на яких укріплені кабелі і дроти (окрім тросів 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.

Заземленню або зануленню не підлягають:

- корпуси електроприймачів з подвійною ізоляцією, а також корпуси електроприймачів, що підключаються до мережі через роздільний трансформатор;

- рейкові шляхи (окрім кранів), що виходять за територію електростанцій, підстанцій, 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 Пристрої вирівнювання електричних потенціалів

Вирівнювання електричних потенціалів – один із основних способів електричного захисту. Захист застосовується між струмопровідною підлогою 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 заземлювальних пристроїв об'єктів електроенергетики методика розрахунку на ЕОМ складних заземлювальних пристроїв з урахуванням неоднорідної структури ґрунту і ряду інших чинників. Саме за допомогою металевих сіток на території електричної підстанції, де зосереджено багато одиниць високовольтного електроустаткування, простіше і найефективніше вдається здійснити потрібний за умовами електробезпеки рівномірний розподіл електричних потенціалів, як би “підперши” їх і тим самим 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 заглиблення в ґрунт, а при застосуванні групових заземлювальних електродів – шляхом їх оптимального розміщення. Проте такий спосіб отримання рівномірного розподілу потенціалів є дорогим і на практиці не застосовується. Металеві сітки, що розміщуються в ґрунті на території відкритого розподільного пристрою (або під підлогою виробничого приміщення), призначені для вирівнювання електричного потенціалу, прийнято називати вирівнювальними сітками. Такі сітки зазвичай виконують з тих, що перехрещуються під поверхнею ґрунту і сполучених 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.

Усередині виробничих приміщень вирівнювання електричних потенціалів в більшості випадків відбувається природним чином за рахунок 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 рядів встановленого на електричній підстанції електроустаткування визначає план підстанції. Ці магістралі, по суті, і складають основу вирівнювальних сіток. 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. Вздовж 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 0,8–1 м від устаткування, яке заземляється, 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 розміщують 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 розташувати можливо ближче до поверхні землі, а там, де ця вимога відсутня (територія підстанції тісна), 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 0,5 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 електрозварювань 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 небезпекою 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 пробою ізоляції між обмотками повинні бути занулені або заземлені залежно від режиму нейтралі живлячої мережі (заземлена або ізольована). Заборонено застосовувати автотрансформатори, резистори або реостати, включені за схемою потенціометра для живлення електроприймачів малої напруги.

Як самостійний захисний спосіб або на додаток до інших, наприклад, до застосування малої напруги, можна застосовувати розділяючі трансформатори і перетворювачі частоти або частоти струму, наприклад, електромашинні перетворювачі частоти.

Розділяючий трансформатор – це спеціальний трансформатор, призначений для відділення приймача електричної енергії від первинної електричної мережі і мережі занулення або заземлення. Ні корпус електроприймача, ні вторинна обмотка розділяючого 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 розділяючого трансформатора повинна мати підвищену надійність (витримувати підвищену випробувальну напругу). Зі сторони первинної напруги розділяючий трансформатор повинен бути захищений плавким запобіжником з номінальним струмом плавкої вставки не більше 15 А або автоматом з таким же струмом уставки. Потужність однофазного розділяючого трансформатора з первинною номінальною напругою 380 В не може перевищувати 5,7 кВА. Крім того, потрібно, щоб від розділяючого трансформатора живився тільки один електроприймач по порівняно коротких проводах з надійною ізоляцією. При цьому у разі пробою ізоляції в електроприймачі на корпус, наприклад, поблизу одного із затисків однофазного електроприймача, на корпусі з'явиться напруга щодо другого затиску, але не щодо землі, оскільки жодна точка вторинного кола не пов'язана із землею, а виток 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 розділяючий трансформатор, при пошкодженні ізоляції в приймачі буде досить малим, практично невідчутним і безпечним.

Не дозволяється використовувати розділяючий трансформатор для декількох електроприймачів, по-перше, тому, що вторинна проводка при цьому стає більш розгалуженою і протяжною, при цьому ростуть активна і ємнісна провідність через ізоляцію на землю, по-друге, тому, що в різних електроприймачах можуть послідовно статися

пошкодження ізоляції, наприклад, поблизу різнойменних затисків. 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, 01, 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 живлення із заземлювальною (занулювальною) жилою 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, щодо 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 умови, 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 вхідною і вихідною обмотками, а мають між ними подвійну або посилену ізоляцію.

9.6 Блокування в електроустановках

Блокування безпеки – це пристрої, що не допускають небезпечних помилок в роботі, наприклад, зняття огорож, відкриття дверцял або кришки в них, коли усередині 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 дверцятах, або спеціальним блокуючим замком на приводі і дверцятах з єдиним переносним ключем, загальним для обох замків. Замок на рукоятці приводу вимикача відкритий, коли вимикач включений, тобто дозволяє у будь-який момент вимкнути цей вимикач. Замок влаштований 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 замкнутий. Завдяки цьому виключається попадання під напругу усередині огорожі.

Блок-замки бувають механічні, електромеханічні і електромагнітні. На рисунку 9.2 показано креслення механічного блок-замка.

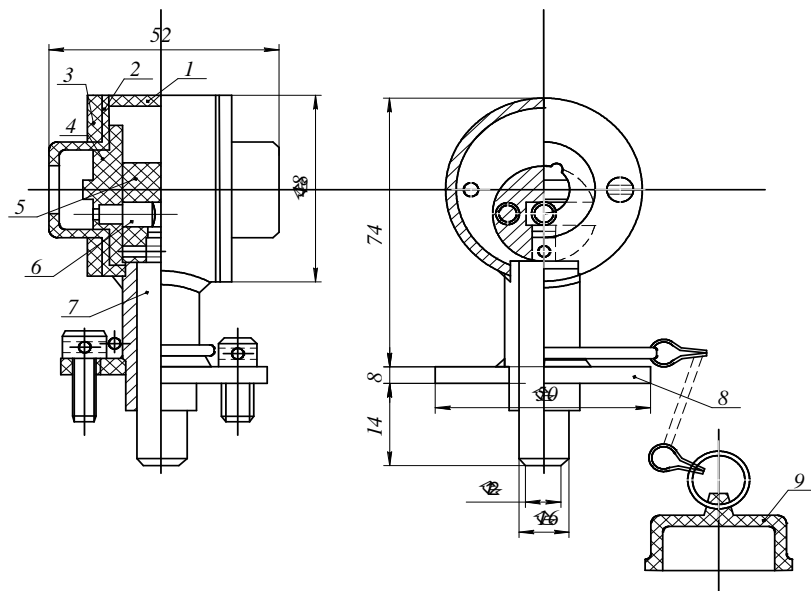


Рисунок 9.2 – Механічний двоключовий блок-замок типу С2

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 хід (наприклад, при знятій огорожі рухомих частин).

Для запобігання дотику стріли автокрана 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 занулення 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 приміщення?

ЛІТЕРАТУРА

1. АBB. Електрообладнання низької напруги, 2009. Режим доступу: <http://www.abb.ua/product/ru/9AAC910006.aspx>.
2. Акимов Е.Г., Давидова Т.Н., Сагірова И.С. Низковольтные комплектные устройства. Низковольтные комплектные устройства для нужд освещения. Сводный каталог. Том 3-М.: Информэлектро, 2001. – с.72: с ил., табл.
3. Ботян А.М. Монтаж электрооборудования в сельском производстве. - Минск: Ураджай, 1980. – 296 с.
4. Ганелин А.М., Коструба С.И. Справочник сельского электрика. – 3-е изд. – М.: Агропромиздат, 1988. – 304 с.
5. Гурій А.М., Поворознюк 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. Склад 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. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної 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, УНГЦ МОЗ, 1996).
10. Джерела світла. Комплектуючі для світильників. – К.: Елотек, 2009. – 16 с.
11. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: АТ “Київська книжкова фабрика”, 1998. – 380 с.
12. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: ВП “ГРАНМНА”, 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-є вид. перероб. і доп. – К.: Урожай, 1989. – 264 с.

-
-
15. Електрокаталог постачальників електрообладнання, матеріалів та послуг. – Львів: ТзОВ “Редакція газети “ЕлектроТЕМА”, 2009. – 64 с. Режим доступу: <http://www.eltema.com.ua/>.
16. Живов М.С. Справочник молодого електромонтажника. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 1990. – 207 с.
17. Живов М.С. Электромонтажник по распределительным устройствам промышленных предприятий. – М.: Высш. школа, 1987. – 304 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.energo.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. Иванов и др. Справочник по монтажу распределительных устройств выше 1 кВ на электростанциях и подстанциях. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 304 с.
23. Изоляционные материалы производства компании ЗМ. Каталог. – К: Представительство ЗМ, 2009. – 96 с. Режим доступу: <http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/ru-UA/World/Wide/>.
24. Испытание электротехнических изделий: Учеб. пособ. для сред. ПТУ. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 247 с.
25. Ирха П.Д. Монтаж электроустановок в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1983. – 144 с.
26. Каминский Е.А. Практические примеры чтения схем электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 368 с.
27. Каталог електротехнічної продукції. – К.: ПРОСВИТ, 2009. – 16 с. Режим доступу: e-mail:proswit@ukrnet.net.
28. Каталог проводов и кабелей. – Одесса: “ТУМЕН TWOMEN”, 2009. – 22 с. Режим доступу: <http://www.twomen.odessa.ua/ukr/products/al/>.
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 “Патриарх-Инвест”, 2009. – 16 с. Режим доступу: www.vatra.te.ua/.

31. Каталог. ДКС “Каталог кабеленесущих систем 2008”. – К.: ЗАО “Диэлектрические Кабельные Системы Украины”, 2008. – 260 с.

32. Каталог. Електросвіт. Нова автоматизація. – Львів: Електросвіт, 2009. – 6 с. Режим доступу: <http://es.ua>.

33. Каталог. Компактна 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 производства электротехнического оборудования и электрификации в промышленном и гражданском строительстве. НТЦ “Харьков реле комплект”. Режим доступу: <http://http://www.ntc.com.ua/page-id-47.html>.

36. Кабельная продукция. Каталог. – Бердянск: Азовская кабельная компания. Режим доступу: <http://www.azovcc.ru/index.php>.

37. Контактёр низковольтный вакуумный LSM/TEL-1/400. Режим доступу: <http://www.konstalin.ru/>.

38. Коптев А.А. Монтажные требования к электрооборудованию и материалам. – М.: Энергоиздат, 1982. – 96 с.

39. Ктиторов А.Ф. Практическое руководство по монтажу электрических сетей. – М.: Высш. шк., 1987. – 271 с.

40. Куценко 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. Ливинец 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. Масаэлян 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 пожежної безпеки в Україні” 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://iadt.siemens.ua/ru/p_s/ia/cd/cc/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.Н. 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.ekabin.com/katalog.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 НКАИ. 670049.009 ТИ. – Ровно, 2001. – 14 с.

53. Правила устройства электроустановок. -X.: Издательство “ИНДУСТРИЯ”, 2007. – 416 с.

54. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: ДП НТУКЦ “АсЕлЕнерго”. – 2007. – 304 с.

55. Презентационный диск кабеленесущих систем ДКС 2009 . – К.:ЗАО “Диэлектрические Кабельные Системы Украины”. – 2009. Режим доступу: www.dkc.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: ОАО “НПО “ЭТАЛ”, 2009. – 33 с. <http://www.etal.ua/ru/catalog/part91>.

58. Предохранители серии ПН22. – Запорожье: ООО “Кварц”, 2009. – 12 с.

-
-
59. Профессиональный инструмент для электромонтажа. – Доступ <http://din.com.ua>.
60. Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации электроустановок зданий при применении устройств защитного отключения. – М.: Издательство МЭИ, 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. 29.04.2009. Режим доступа: www.Lighting.philips.com.
63. Современные решения от “ОВО”. – К.: ТОВ “ОБО Беттерманн Україна”, 2009. – 48 с. Режим доступа: <http://www.obo-bettermann.com/ua/>.
64. Соколов Б.А., Соколова Н.Б. Монтаж электрических установок. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 592 с.
65. Голота А.Д. Автоматика в электроэнергетических системах: Навч. посібн. – К.: Вища шк., 2006. – 367 с.
66. Міліх В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник / За ред. В.І. Міліх. 2-є вид. – К.: Каравела, 2008. – 688 с. – 592 с.
67. СОУ–Н ЕЕ 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. Чунихин 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 4. – 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.tetra.kharkiv.com.
73. Электротехническая продукция Таврида Электрик. – С.: “Таврида Электрик”, 2009. – 65 с. Режим доступа: <http://www.teu.tavrida.com/>
74. Электротехническая продукция АсКо УкрЕМ. Режим доступа: http://www.acko.ua/e-store/xml_catalog/.

75. Электротехническая продукция ИЭК. – К.: “ИЭК Украина”, 2009. – 65 с. Режим доступа: <http://www.iek.com.ua/>.

76. Электротехническая продукция. Производственное предприятие ООО “Вилком-Электро”, 2009. Режим доступа: [www:vilkom@online.kharkiv.com](http://www.vilkom@online.kharkiv.com).

77. Єрмолаєв С.О., Яковлєв В.Ф., Мунтян В.О., Козирський В.В., Радько І.П., Куценко Ю.М. Проектування систем електропостачання в АПК. Навчальний посібник / За ред. С.О. Єрмолаєва. – Мелітополь: друкарня “Люкс”, 2009. – 567 с.

78. Пилипчук Р.В., Щиренко В.В., Яремчук Р.Ю. Энергоэффективное промышленное освещение. Методично-справочное пособие. – Донецк: Каштан, 2005. – 366 с.

79. Якобс А.И., Луковников А.В. Электробезопасность в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1981. – 239 с.


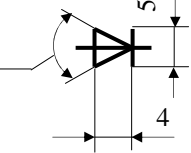

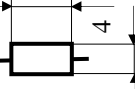

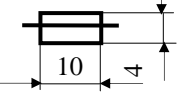

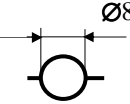

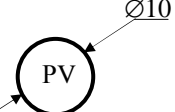


ДОДАТКИ


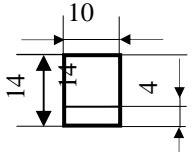

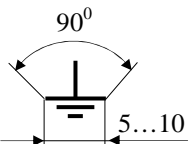

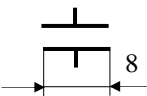

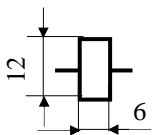

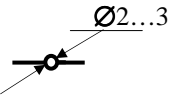

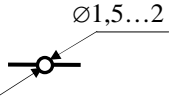

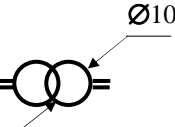
ДОДАТОК А1
(довідковий)

Позначення елементів електричних схем

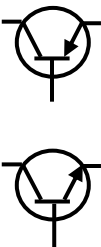
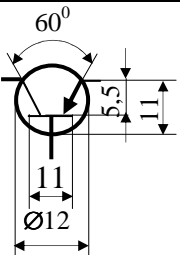

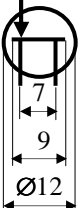

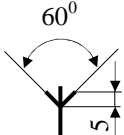


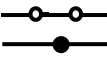

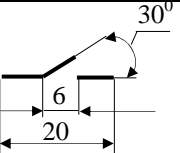
Таблиця А1 – Умовні графічні позначення і розміри елементів електричних схем

Назва елементів		Графічне позначення елемента	Розміри зображення елемента	Номери ГОСТ, ДСТУ
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 розжарювання освітлювальна	EL			2.732-68 (2002)
Вольтметр	PV			2.729-68 (2002)

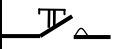
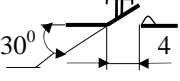

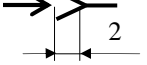

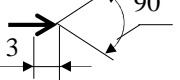

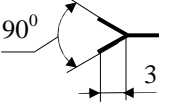

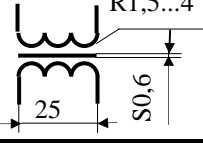

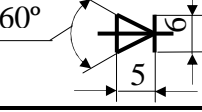






Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5
Лічильник активної енергії	PI			2.729-68 (2002)
Заземлення				2.754-72 (2001)
Конденсатор постійної ємності	C			2.728-74 (2002)
Котушка, обмотка 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 осереддям	T			2.754-72 (2002)


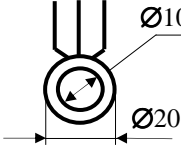

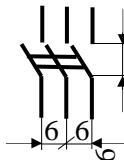

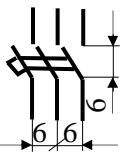
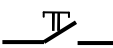
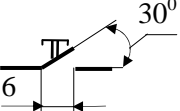
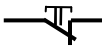
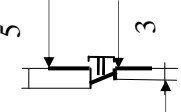



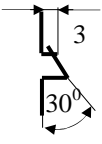
Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5
Транзистор тип <i>p-n-p</i> тип <i>n-p-n</i>	VT			2.730-73 (2002)
Польовий транзистор з каналом - <i>n</i> - типа - <i>p</i> - типа	VT			2.730-73 (2002)
Антенa несиметрична а) радіостанція б) передача в) прийом	W			2.735-68 (2009)
Антенa симетрична (вібратор)	W	а)  б) 		2.735-68 (2009)
Контакти - розбірне з'єднання - нерозбірне	XT XN		-	2.755-87 (2004)
Вимикач тумблер	SA			2.755-74 (2004)




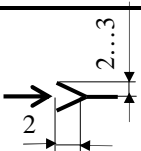


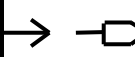
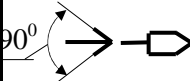
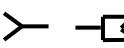
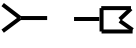

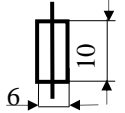

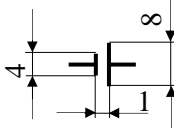

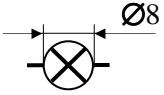


Продовження таблиці А1

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 напів-провідниковий	VD			2.730-73 (2002)
Діод тунельний	VD			2.730-73 (2002)
Стабілітрон: - однобічний - двобічний	VD	 	 	2.730-73 (2002)




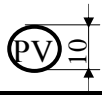
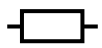
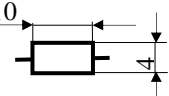

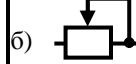
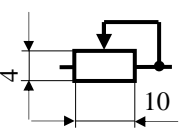
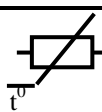
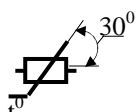

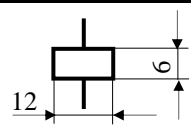
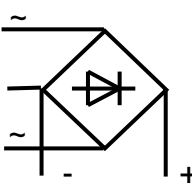
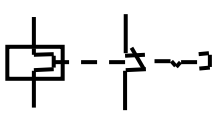
Продовження таблиці А1

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 с замикаючим контактом	SB			2.755-87 (2004)
Вимикач кнопковий с розмикаючим контактом	SB			2.755-87 (2004)
Контакт замикаючий	K			2.755-87 (2004)
Контакт розмикаючий	K			2.75-87 (2004)


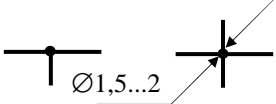
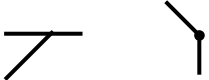
Продовження таблиці А1

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 електрохімічне. Батарея акумуляторна	G			2.768-90 (2004)
	GB			
Лампа розжарювання сигнальна	HL			2.722-68 (2007)
Котушка індуктивності	L			2.732-68 (2002)

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5
Дросель	LL			2.732-68 (2002)
Прилад вимірвальний	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	а)  б) 		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 електротеплове	KK			2.729-74 (2002)

Продовження таблиці А1

1	2	3	4
Якір з обмоткою, колектором та щітками	М		2.722-68 (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

Існуюче положення розповсюджується 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 повинне дотримуватися всіма підрозділами, що беруть участь у проектуванні нових, розширенні, реконструкції і технічному переозброєнні 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 проектно-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. Закінченими 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 ВМАВП і СГА, включають розробку проектно-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 напрямами 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, БНіП, ДБН, ГОСТ, ДСТУ, ДНАОП, ДСН і правилами по котлонагляду і вантажопідйомних механізмах, правилами по вибухо- і пожежонебезпечних установках, 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 проєктованого об'єкту (виробу). Приклад технічного завдання наведений в СТП 07 (додаток В2.4). ВОЗіК повинен надати в ВОП копію договору на постачання імпортного обладнання, а в ВМАВП 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

(довідковий)

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;

БНіП – 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 проектної документації для будівництва;

ГОСТ – державний стандарт;

ДСТУ – державний стандарт України;

ДБН – державні санітарні норми;

ТНЗЕД – товарна номенклатура зовнішньоекономічної діяльності.

ДОДАТОК Б3
(довідковий)

**Виробнича документація, що оформлюється при монтажі
обладнання**

При монтажі обладнання, повинна бути складена, 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 робочої документації для виконання робіт	-
2	Акт передачі обладнання, виробів та матеріалів до монтажу	-
3	Акт готовності фундаментів до виконання монтажних робіт	-
4	Акт випробування судів та апаратів	Складають на кожен суд та апарат, котрий підлягає випробуванню
5	Акт випробування трубопроводів	Складають на кожен лінійний трубопровід
6	Акт випробування машин та механізмів	Складають на кожен машину або механізм, що підлягають випробуванню
7	Акт огляду прихованих робіт (при монтажі обладнання та трубопроводів)	-
8	Акт перевірки установки обладнання на фундамент	До акту додають формуляр з указуванням замірів, проведених при монтажі
9	Акт приймання обладнання після індивідуальних випробувань	-
10	Акт робочої комісії про приймання обладнання після комплексного випробування	-

ДОДАТОК Б4 (довідковий)

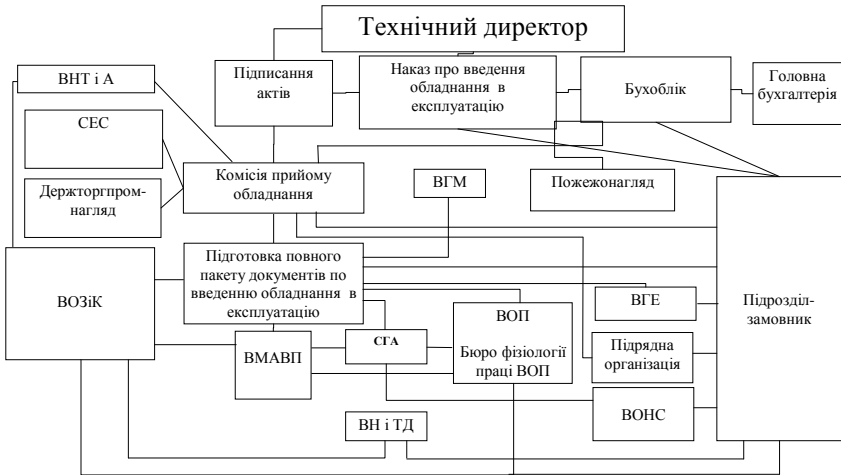


Рисунок Б1 – Схема взаємодії підрозділів підприємства по введенню в експлуатацію обладнання

Функції структурних підрозділів

ВНТ і А (відділ нової техніки і асортименту):

Координування робіт з укладання контрактів на придбання нового обладнання та контроль виконання умов контрактів, проведення оргтехзаходів з виробниками по монтажу та налагодженню придбаного обладнання. Підтримка контактів з виробниками обладнання.

ВГМ (відділ головного механіка):

1. Паспорти на обладнання.
2. Реєстрація судів, що працюють під тиском, вантажопідйомних механізмів і піднаглядальних трубопроводів (за заявою цехів).

ВОЗіК (відділ обладнання, запчастин і комплектуючих):

1. На усе обладнання, що передається на монтаж, повинна надаватися технічна документація з розділом з ОП.
2. Для ввезення імпортного обладнання надаються:
 - СМР або залізничні накладні;

-
-
- рахунок-фактура;
 - сертифікат походження;
 - сертифікат якості;
 - пакувальні листи;
 - експортні декларації;
 - контракт на придбання, завірений на підприємстві, в одному екземплярі;

- інші документи за вимогою

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;

- заключення 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, Дніпрометрологія, ДержЕкспорт-Контроль та ін.)

5. Надання в ВОП копії контракту, попереднього договору з обласної СЕС, дозволяючих документів, сертифікатів (на протязі 10 днів після отримання).

6. Передає 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 (розділів ТХ, ОВ, ВК, ТС, НВК, ПТ, Э, Эси, 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, з:

- СЕС;
- ЗДПО-7 (МНС)

5. Надання допомоги СГА:

у погодженні проєктів, що вимагають комплексної експертизи, в різних інстанціях;

у складанні технічних умов, опитувальних листів, переліків потужностей та ін.

6. Інформування про погодження проєктів технічного директора та ВОП (протягом 10 днів).

7. Розробка паспортів на обладнання, розроблене ВМАВП.

8. Реєстрація 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, КЖ).

3. Складання договорів на розробку розділу ОВОС з організацією, що має ліцензію на даний вид робіт.

4. Погодження проєктів, що вимагають комплексного погодження:

- ДОС “Укрінвестекспертиза”;
- 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. Видає узгоджену документацію підрозділу-замовнику.

ВН і ТД (відділ нормативної і технічної документації):

Отримання сертифікатів на імпордне обладнання.

ВОП (відділ охорони праці):

1. Оформлення листів (за заявкою підрозділу) про участь представників органів надзору в роботі комісії по введенню обладнання в експлуатацію та отримання підписів представників:

- МНС (ОГПО-7);
- СЕС;
- Держпромнагляду.

2. На імпортне обладнання забезпечує гігієнічний висновок обласної СЕС, для чого готує:

- заяву Головному санітарному лікарю 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 санепідеміологічної експертизи

3. Складання договорів на проведення замірів освітленості на робочому місці.

Бюро фізіології праці ВОП:

1. Виконання замірів за заявою підрозділів (шум, вібрації, тепловипромінювання).

2. Видача протоколів.

ВГЕ (відділ головного енергетика):

1. Надає паспорти на енергообладнання.

2. Забезпечує за вимогою протоколи замірів заземлення, опору та ін.

3. Дає дозвіл на виробництво земляних робіт.

Підрядна організація:

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. Надання даних для розділу ОВОС.

2. Надання допомоги в експертизі проекту в управлінні екології.

3. Заміри повітря у робочій зоні.

4. Видача протоколів замірів підрозділу-замовнику.

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 оповіщення 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 ввід 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 АСГ-10

Призначення: Автомат світлочутливий герметичний, з вмонтованим світлочутливим датчиком АСГ-10 призначений для автоматичного ввімкнення освітлення на вулицях та площах, вітринах магазинів, реклами 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 ввімкнення і вимкнення освітлення, таким чином він знешкоджує вплив перешкод (наприклад, атмосферних розрядів) на роботу автомата.

Таблиця В1.1 – Технічні характеристики автомата АСГ-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 з'єднання	0,8 м 3×0,75 мм ²
Витривалість контактів	5·10 ⁶ вмикань
Робоча температура	від -25°С до +50°С
Ступінь захисту пристрою	IP65
Габаритні розміри	26×50×67 мм
Монтаж пристрою	двома шурупами до основи



Рисунок В1 – Зовнішній вигляд світлочутливого автомата АСГ-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 регулювання	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
Приєднання 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 зникнення фаз серії ДПФ

Призначення: Реле зникнення фаз призначені для захисту електричних двигунів, які живляться від трифазної мережі змінного струму, у випадку зникнення напруги однієї чи двох фаз або у випадку несиметрії напруг між фазами, що може бути причиною виходу з ладу двигунів.

Принцип дії: Зникнення напруги хоча б на одній довільній фазі або несиметрія напруг між фазами більша ніж встановлена фабрично призведе до аварійного вимкнення двигуна. Вимкнення відбудеться з затримкою 4 с, що запобігає випадковому вимкненню двигуна під час короткочасного зникнення напруги живлення однієї чи двох фаз. Повторне увімкнення відбудеться автоматично при зменшенні несиметрії напруг на 5 В, інакше запуск двигуна є неможливим.

Таблиця В3 – Технічні характеристики реле зникнення 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	26×50×70 мм



Рисунок В3 – Зовнішній вигляд реле зникнення фаз ДПФ

ДОДАТОК В.4

(довідковий)

Автоматичний перемикач фаз серії АПФ

Призначення: Автоматичні перемикачі фаз призначені для підтримання постійного рівня напруги живлення однофазних електроприладів у випадку зникнення фази живлення або зміни рівня напруги на ній поза встановлені 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 перемкне 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 В4 – 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	5·10 ⁶ вмикань
Ступінь захисту	IP40
Монтаж пристрою	на шині 35 мм
Приєднання проводів	затискачі гвинтові 4 мм ²
Габаритні розміри	3 модулі типу 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 залипання 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.

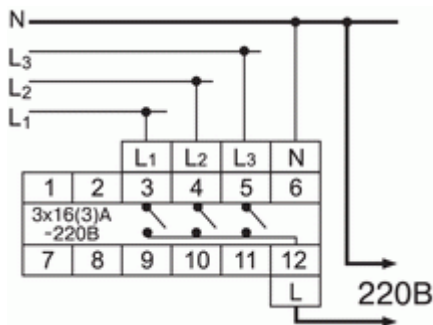


Рисунок В4.2 – Схема включення автоматичного перемикача фаз

ДОДАТОК В 6
(довідковий)

Електромагнітні реле серії РЕ

Призначення: служать для гальванічної розв'язки між силовими колами і колами управління електричних пристроїв

Таблиця В6 – Технічні характеристики електромагнітного реле

Найменування параметра	Величина
Відповідність стандарту	ІЕС 61095
Напруга живлення: РЕ-хР 220 В РЕ-хР 110 В РЕ-хР 48 В РЕ-хР 24 В РЕ-хР 12 В	220 В ~ 110 В ~/= 48 В ~/= 24 В ~/= 12 В ~/=
Струм навантаження: РЕ-1Р РЕ-2Р РЕ-3Р	< 16 А 2 × (< 8 А) 3 × (< 8 А)
Категорія використання	АС-7а
Напруга ізоляції	400 В
Напруга пробою ізоляції	контакти - обмотка 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	ІР40
Струм споживання	25 мА
Індикація спрацювання	зелений LED
Приєднання проводів	затискачі гвинтові 2,5 мм ²
Робоча температура	від -25°С до +50°С
Габаритні розміри	1 модуль типу S (17,5 мм)
Монтаж	на шині 35 мм

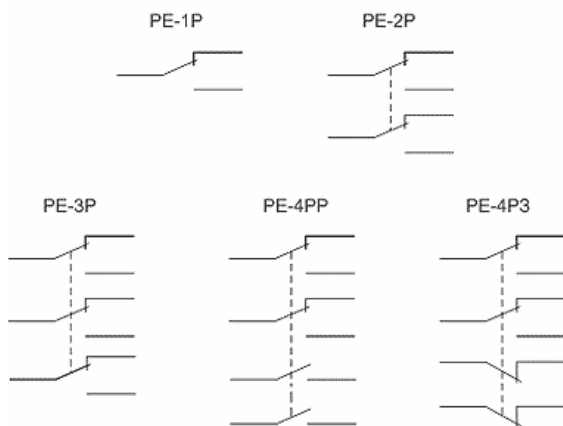


Рисунок В6 – Зовнішній вигляд та схеми контактів електромагнітного реле

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



Рисунок 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

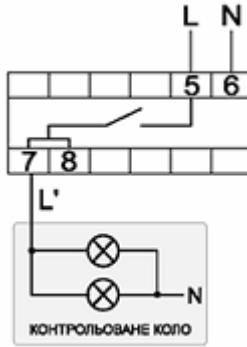


Рисунок В8.2 – Схема включення обмежувача потужності
ОП-631

ДОДАТОК Г1 (довідковий)

Сучасні комплексні рішення для прокладення кабелю (Стенди компанії ДКС України)

СИСТЕМА ОТКРЫТОЙ ПРОВОДКИ "ЭКСПРЕСС 4/ ЭКСПРЕСС6"

ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ ДЛЯ ГЛАДКИХ ЖЕСТКИХ И ГИБКИХ АРМИРОВАННЫХ ТРУБ

АКСЕССУАРЫ СИСТЕМЫ "ЭКСПРЕСС 4/6"

экспресс IP 40

экспресс IP 67/65

КОРБОК И ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ

Рисунок Г1.1 – Системы пластиковых труб “Експрес” для прихованого і відкритого монтажу

СИСТЕМА КАБЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ "IN-LINER"

ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ УСТАНОВОЧНЫХ РАМОК СИСТЕМЫ "IN-LINER"

КОРПУС	PDA-N 2-х ряд.	PDA-1N 2-х ряд.	PDA-2N 2-х ряд.	PDA-3N 2-х ряд.	PDA-4N 2-х ряд.	PDA-5N 2-х ряд.	PDA-6N 2-х ряд.
10153	10453	10514	10053	10353	10653	100564	00563
10163	10463	10515	10063	10363	10663	100565	00565
10173	10473	10518	10073				

КОРБОК ПОД ЭЛЕКТРОУСТАНОВОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ МИНИКАНАЛОВ СИСТЕМЫ "IN-LINER"

Рисунок Г1.2 – Система для зовнішньої прокладки в адміністративних приміщеннях серії “In-liner”



Рисунок Г1.3 – Система кабель-каналов "In-Liner Front" плінтусного типу



Рисунок Г1.4 – Універсальна система електровстановлювальних виробів "Brava"



Рисунок Г1.5 – Система дрових лотків "F5-Комбитек"

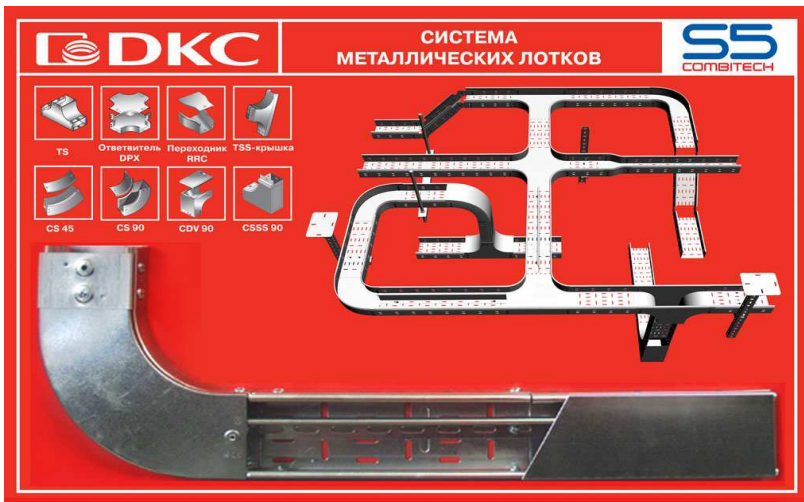


Рисунок Г1.6 – Система листових металевих лотків "S5-Комбитек"



Рисунок Г1.7 – Кабеленесуча система та комутаційні елементи для електроустановок і щитів керування "Quadro"



Рисунок Г1.8 – Кабельна каналізація силових ліній

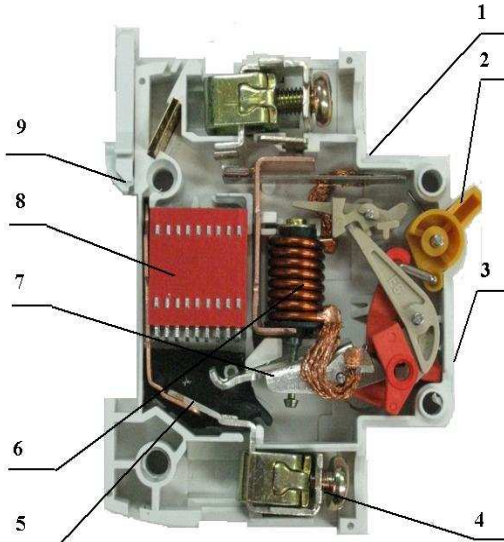
ДОДАТОК Д1
(довідковий)

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 ввідно-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 – вказівник “Вимкнено-ввімкнено”; 4 – приєднувальні затискачі з насічкою для фіксації зовнішніх провідників; 5 – нерухомі і рухомі контакти із срібного композиту; 6 – котушка електромагнітного розчіплювача; 7 – біметалічна пластина теплового розчіплювача; 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 шлицем (+, -) полегшує монтаж і запобігає випаданню 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.

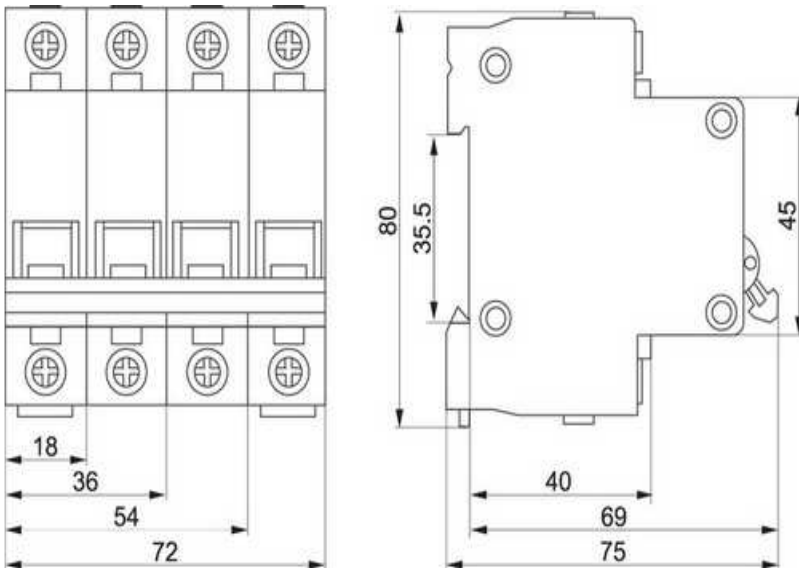


Рисунок Д.2 – Габаритні розміри автоматичного вимикача BA47-29

Таблиця Д1 – Технічні характеристики автоматичного вимикача
ВА 47-29

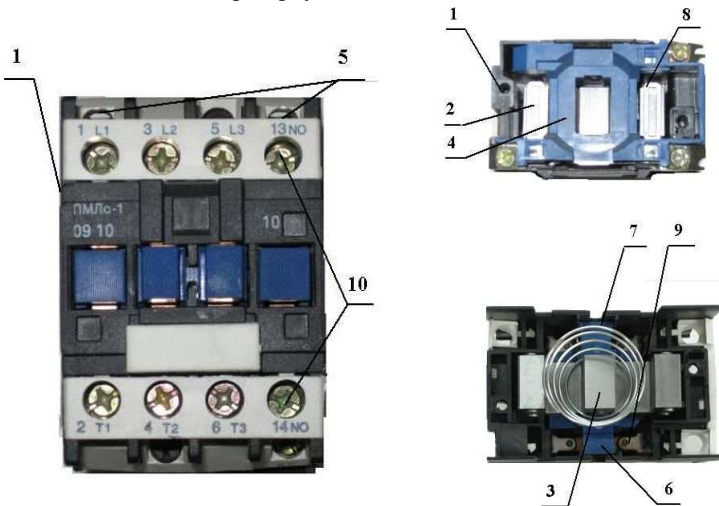
Показник	Значення
Стандарт виконання	ГОСТ Р 50345-99, ТУ 2000 АГИЕ.641.235.003
Номінальна напруга частотою 50 Гц, В	230/400
Номінальний струм I_n , А	0,5; 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63
Номінальна відключальна здатність, А	4 500
Напруга постійного струму, В/ полюс	48
Характеристики спрацювання електромагнітного розчіплювача	В, С, D
Кількість полюсів	1, 2, 3, 4
Умови експлуатації	УХЛ4
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 приєднувальних проводів, мм ²	25
Наявність дорожніх 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 КМИ

Малогабаритні контактори змінного струму загальнопромислового застосування КМИ компанії ПЕК 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 КМИ – управління вентиляторами, насосами, тепловими завісами, 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 – зворотна 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 КМИ

Особливості конструкції.

1. Приєднувальні контакти спеціальної овальної форми забезпечують надійну фіксацію провідників: - для 1 і 2 габариту – з загартованими тарільчатими шайбами; - для 3 і 4 габариту – з затискної скобою, що дозволяє підключити контакт більшого перетину.

2. Короткозамкнені алюмінієві кільця, запресовані в полюсні наконечники нерухомої частини магнітної системи, передбачені для запобігання детонації.

3. Насічки на приєднувальних контактах знижують нагрівання проводів завдяки надійній фіксації в місцях приєднання 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. Кожний 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) швидке 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.

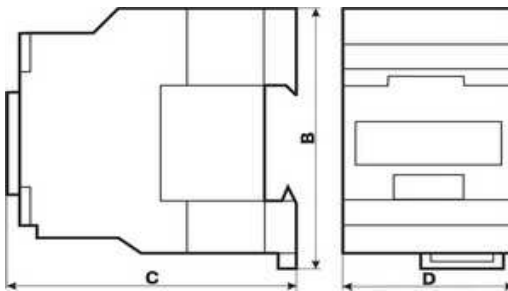


Рисунок Д 2.2 – Габаритні розміри контакторів КМИ-10910; КМИ-10911; КМИ-11210; КМИ-11211; КМИ-11810; КМИ-11811; КМИ-22510; КМИ-22511

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

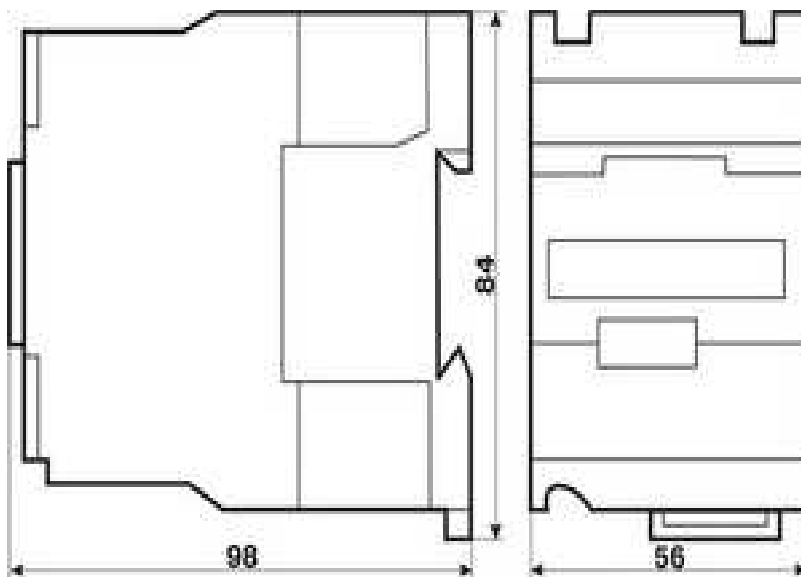


Рисунок Д 2.3 – Габаритні розміри контакторів КМИ-23210; КМИ-23211 (маса 0,545 кг)

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

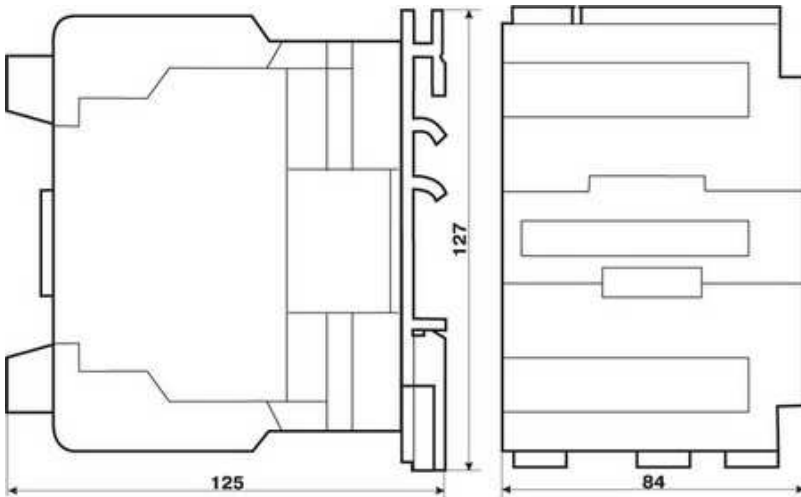


Рисунок Д2.5 – Габаритні розміри контакторів КМИ-48012;
КМИ-49512

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 КМИ

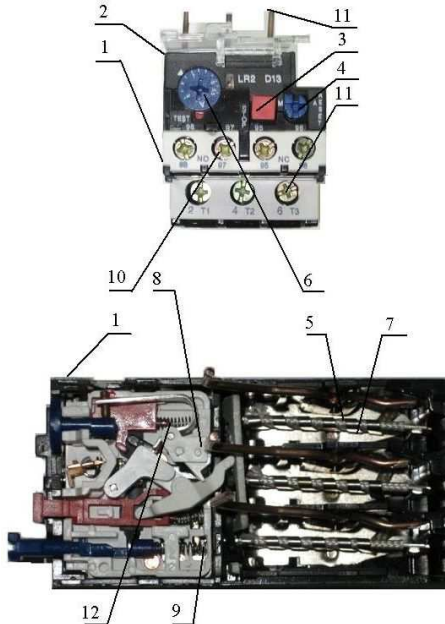
Параметри	КМИ-10910	КМИ-11210	КМИ-11810	КМИ-22510	КМИ-23210	
Номінальна робоча напруга змінного струму U_e , В	230, 400, 660					
Номінальна напруга ізоляції U_i , В	660					
Номінальна імпульсна напруга U_{imp} , кВ	8					
Номінальний робочий струм I_e , категорія застосування АС-3 ($U_e \leq 400$ В), А	9	12	18	25	32	
Умовний тепловий струм I_{th} ($t^\circ \leq 40^\circ$), категорія застосування АС-1, А	25	25	32	40	50	
Номінальна 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 ($t \leq 1с$), А	162	216	324	450	576	
Умовний струм короткого замикання I_{nc} , кА	1	1	3	3	3	
Захист від надструмів – запобіжник gG, А	10	20	25	40	50	
Потужність розсіювання при I_e , Вт/полос	АС-3	0,2	0,3	0,8	1,2	2
	АС-1	1,5	1,5	2,5	3,2	

ДОДАТОК ДЗ

(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 відповідне значення номінального струму спрацювання.



- 1 – корпус; 2 – пластмасова кришка; 3 – кнопка ручного звороту;
4 – кнопка автоматичного звороту; 5 – нагрівний елемент; 6 – екс-
центрик-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 значень струму уставки.

2. Наявність кнопки “Тест” дозволяє перевірити працездатність апарата до його підключення в силове коло.

3. Процес повторного вклучення 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.

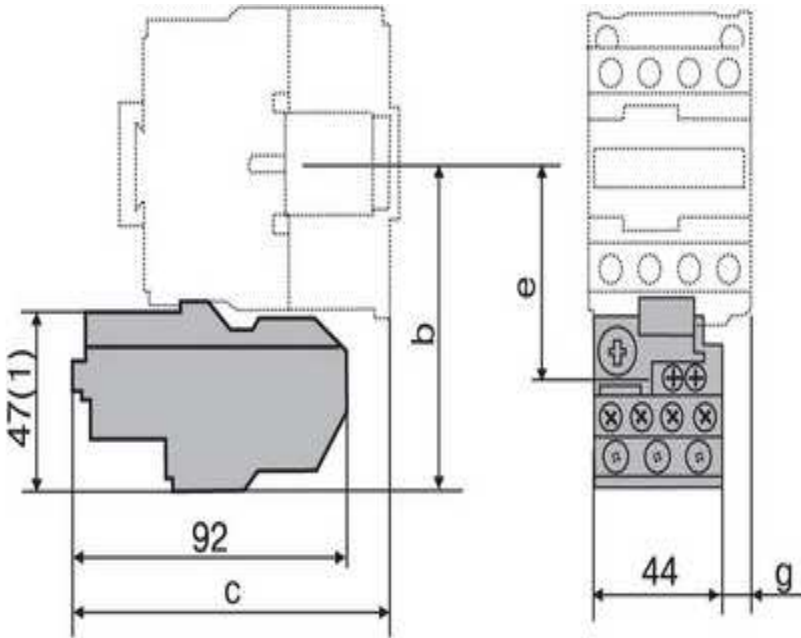


Рисунок Д 3.2 – Габаритні розміри теплових реле РТИ 1300

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

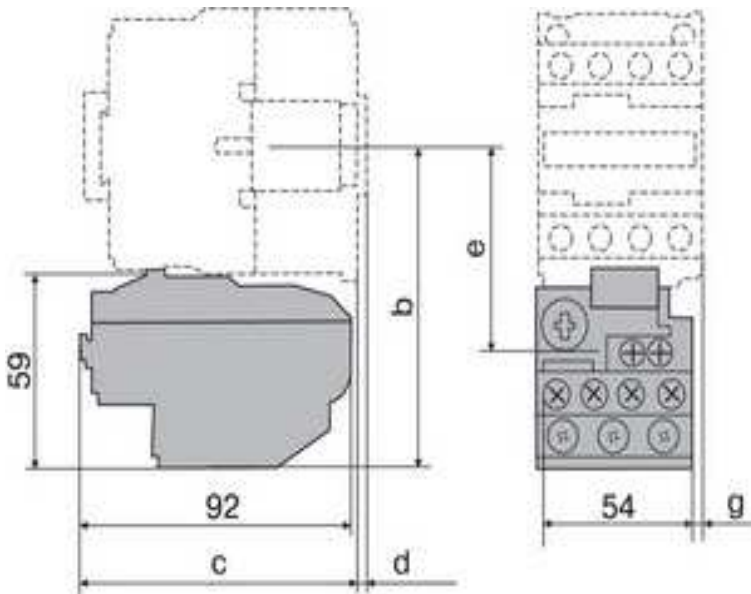


Рисунок Д 3.3 – Габаритні розміри теплових реле РТИ-2353

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

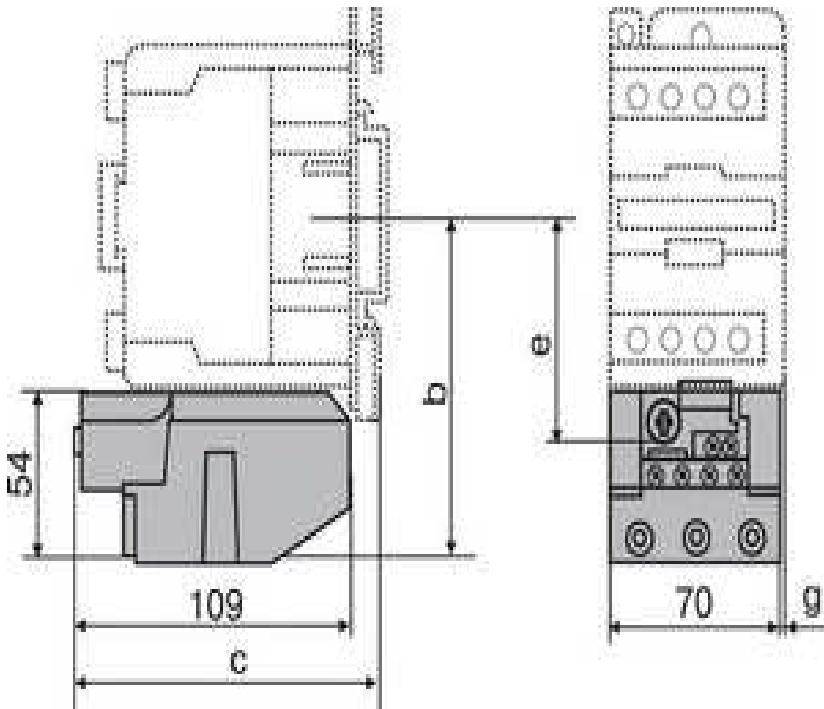


Рисунок Д3.4 – Габаритні розміри теплових реле РТИ-3300

Таблиця Д3.3 – Габаритні розміри теплових реле РТИ-2353

Типовиконання реле	Типовиконання контактору	Розмір, мм			
		b	c	e	g
1	2	3	4	5	6
РТИ-3353; РТИ-3355 РТИ-3357; РТИ-3359 РТИ-3361; РТИ-3363 РТИ-3365	КМИ-34012	111	119	72,4	4,5
	КМИ-35012	111	119	72,4	4,5
	КМИ-46512	111	119	72,4	4,5
	КМИ-48012	115,5	124	76,9	9,5
	КМИ-49512	115,5	124	76,9	9,5

Таблиця Д 3.4 – Технічні характеристики силового кола електротеплових реле РТИ

Параметри		РТИ-1301...РТИ-3353	РТИ-3355...РТИ-3365
Діапазон уставок реле, А		÷32	÷93
Номинальна робоча напруга U_e , В		230~, 400~, 660~	230~, 400~, 660~
Номинальна напруга ізоляції U_i , В		660	660
Номинальна імпульсна напруга $U_{имп}$, кВ		6	6
Частота, Гц		50	50
Переріз провідників, що приєднуються, мм ²	Гнучкий кабель без наконечника	÷10	÷35
	Гнучкий кабель з наконечником	÷4	÷35
	Жорсткий кабель	÷6	÷35
Обертаючий 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%.

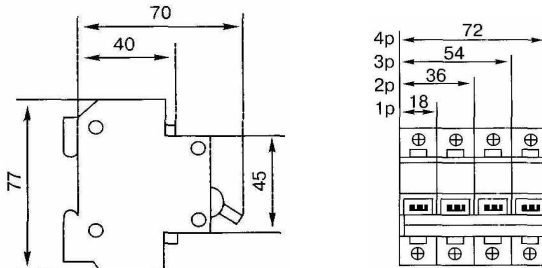


Рисунок Е1.1 – Габаритні розміри автоматичного вимикача ВА-2000

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)
Номінальний струм комутації, I_n , А	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Номінальна напруга комутації, U_n , В	220/380
Номінальна частота мережі f_m , Гц	50
Час спрацювання електромагнітного захисту, с	$5I_n \geq 0,1$; $8I_n \leq 0,1$; - тип С
Комутаційна зносостійкість, циклів*	6000
Гранична комутаційна здатність, А	6000
Ступінь захисту IP	20

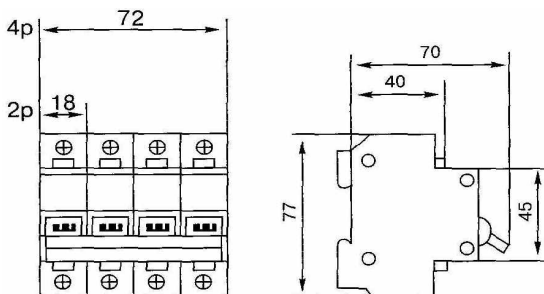


Рисунок Е1.2 – Габаритні розміри автоматичного вимикача ВА-2002

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.



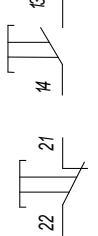
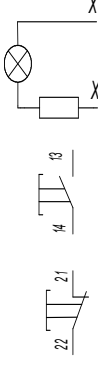
XAL-B211H29



XAL-B373

Рисунок Е2 – Двомісний та тримісний пости керування серії ХАL-В

Таблиця Е2 – Характеристики постів керування

Опис	Тип контакту	Схема	Маркування на корпусі	Маркування на кнопці	Позначення
Натискні кнопки 1-Зелена 2-Червона	N/O+N/C		Start Stop	- -	XAL-B211H29
1-Сигнальна арматура 230V 2-Зелена 3-Червона	N/O+N/C		Start Stop	 0	XAL-B373

ДОДАТОК ЕЗ

(довідковий)

Пускачі електромагнітні (ПМ)

Три- та чотириполюсні електромагнітні пускачі серії ПМ у комбінації з тепловим реле – це розповсюджений засіб захисту та комутації електричних двигунів. Кріпляться на 35 мм DIN-рейку або гвинтами. Відповідають ДСТУ 3020-95, МЕК 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
1		2	3	4	5	6
Номінальна напруга АС U_n , В		220, 380				
Пробивна напруга, U_{imp} , 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 зносостійкість, циклів	$AC4 \times 10^4$	20	15...20	7...20	7...15	7...15
	$AC3 \times 10^6$	2				
*Комутаційна зносостійкість, циклів	20×10 ⁶					
Контакти	3P+NO (10), 3P+NC (01)					
Потужність $P_{нагр. max}$ ($t \leq 1,0$ сек), А		162	216	324	450	576
Гранична комутаційна здібність, А		3000	3000	5000	5000	5000
**Захист від зверхструмів, А		10	20	25	40	50
Потужність розсіювання 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

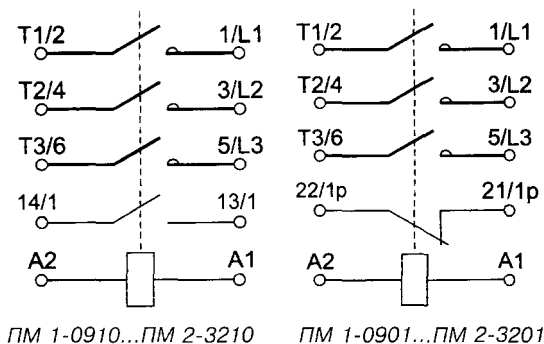


Рисунок Е3 – Електричні схеми пускатів електромагнітних

Таблиця Е3.2 – Технічні характеристики кола керування

Тип пускатя		ПМ1-09	ПМ1-12	ПМ1-18	ПМ2-25	ПМ2-32
Номінальна 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 зносостійкість, 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 неприпустимої 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.

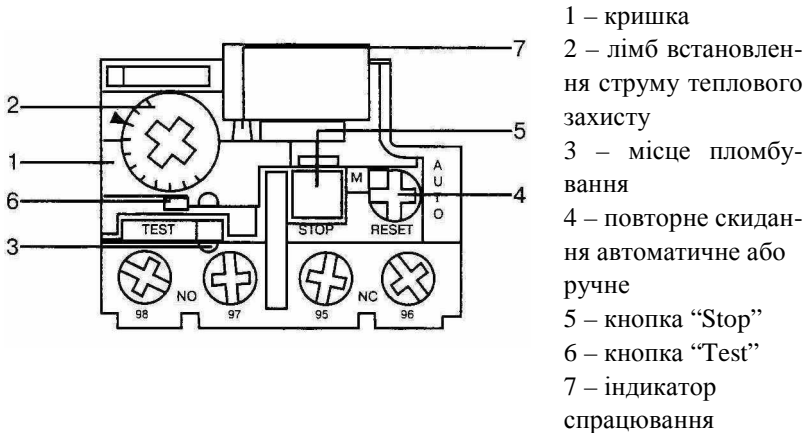


Рисунок Е4.1 – Панель керування електротеплового реле

Принцип роботи електротеплового реле:

Для встановлення струму спрацювання електротеплового реле необхідно відкрити прозору кришку (1), встановити необхідний струм спрацювання реле повертанням лімбу (2), суміщуючи значення струму на шкалі з відміткою на корпусі. Для запобігання несанкціонованого змінення струму уставки кришка може бути опломбована (3).

Таблиця Е4 – Технічні характеристики електротеплового реле

Тип реле	Максимальний струм, А	Струмівий діапазон, А	Максимальна напруга, В	Напруга пробою, кВ	Рекомендовані запобіжники, А	
					аМ	gG
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			12,0	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			35,0	63,0
PT-2355		28,0...36,0			40,0	63,0
PT-3353	93	23,0...32,0			40,0	63,0
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		63,0...80,0			80,0	125,0
PT-3365		80,0...93,0			100,0	165,0

Автоматичний та ручний режими повторного скидання:

Після відкриття прозорої кришки можливо за необхідності міняти режим повторного встановлення поворотом перемикача “RESET” (4). При повороті вліво перемикач виходить із зачеплення та перемикається в режим кнопки, при натисканні якої реле електротеплове (PT) переключиться в режим ручного повторного скидання.

Відповідно, при натисканні на перемикач та повороті вправо PT переключиться в режим автоматичного повторної уставки. При закриванні кришки перемикач блокується.

Стоп:
 При натисканні кнопки “STOP” змінюється стан замикаючих контактів 97–98 (рисунок Е4.2).

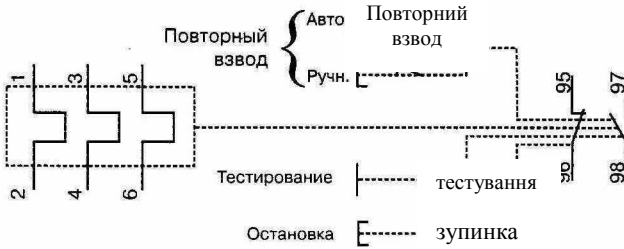


Рисунок Е4.2 – Електрична схема включення реле електротеплового

Тестування:
 При натисканні викруткою кнопки “TEST” імітується спрацювання реле при перевантаженні; змінюється стан нормально-розімкнутого контакту та включається індикатор спрацювання.

ДОДАТОК Е5

(довідковий)

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 лампами розжарювання та неоновими лампами є:

- нечутливість до вібрацій;
- мале енергоспоживання;
- великий строк служби;
- відсутність електромагнітних випромінень;
- малі габарити.

Ступінь захисту зі сторони розсіювача IP54.

Таблиця Е5 – Технічні характеристики

Номінальна напруга AC/DC U_n , В	6, 12, 24, 48, 110, 220, 380
*Напрацювання на відмовлення Т, годин	$> 4 \times 10^4$
Яскравість, cd/m^2	> 60
Клас електрозахисту	III
Робочий діапазон температур $t_{\text{раб}}$, $^{\circ}\text{C}$	-5...+60
Струм живлення $I_{\text{ж}}$, мА	AD22DS зелений 30 AD22DS синій 16 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, вміщує світлодіодну матрицю, баластний резистор, у випадку електроживлення DC або DC/AC; або баластний конденсатор – у випадку електроживлення AC. За кольором 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 перевантаження
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	електропечі 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 перевантаження або з незначним струмом
DC 21	комутація активних навантажень, включаючи помірні навантаження
DC 22	комутація змішаних активних та індуктивних навантажень, включаючи помірні навантаження
DC 23	комутація 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 Е6.4

1	2
В-Іб	<p>Зони класу В-Іа, які відрізняються однією з особливостей:</p> <p>1. Горючі гази в цих зонах характеризуються високою нижньою концентрованою 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>
В-Іг	<p>Зони в зовнішніх установках, надземних та підземних резервуарах з ЛЗР (легкозаймистими речовинами) або горючими газами, чи зони за зовнішніми огороженнями класів В-І, В-Іа, В-ІІ</p>
В-ІІ	<p>Зони, розташовані в приміщеннях, в яких виділяються горючий пил та волокна, здатні створювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних режимах роботи</p>
В-ІІа	<p>Зони, в яких небезпечні ситуації, характерні для класу В-ІІ, можливі лише в результаті аварій чи несправностей</p>
<p>Пожежонебезпечні зони</p>	
П-І	<p>Зони, які знаходяться в приміщеннях, де переміщуються гарячі речовини з температурою займання більше +61⁰С</p>
П-ІІ	<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

(довідковий)

Умови навколишнього середовища та приклади відповідних їм приміщень

Пожежонебезпечні класу П-I – Закриті автостоянки, розташовані під будинками.

Пожежонебезпечні класу П-II – Столярні майстерні.

Пожежонебезпечні класу П-III – Фонди відкритого доступу до книг, книгосховища, архіви, палітурні й макетні майстерні, відділення офсетного друку, копіювальні; кіноапаратні; перемотувальні; приміщення для нарізки тканини, рекламно-декораційні майстерні; вітрини з експозицією з горючих матеріалів; приміщення для зберігання бланків, пакувальних матеріалів і контейнерів; відділення прийому й видачі білизни та одягу, відділення розбирання й упакування білизни; пошивні цехи, закрійні 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.

Пильні – Відділи електрофотографування.

Вологі – Фотолaboratorії; дистиляторні; гарячі, заготівельні цехи; завантажувальні, склади овочів; сушильно-гладильні 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.


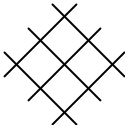
Особливо сирі – Відділення ручного прання; душові, ванни, парильні

Спекотні – Гарячі цехи підприємств громадського харчування; парильні, мийні.




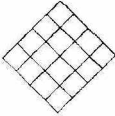

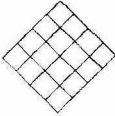

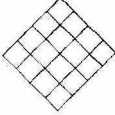
Хімічно активні – Приміщення ремонту й зарядки акумуляторів, електролітні; відділення хімічного чищення.

Вибухонебезпечні класу В – Iб – Приміщення зарядки тягових і стартерних акумуляторів (у верхній зоні вище відмітки 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 с 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

(довідковий)

Виконання електрообладнання за захищеністю

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, пальців 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. Краплі води, що вертикально падають на оболонку, не повинні наносити шкоди виробу.

2...Захист від крапель води, які падають на оболонку при нахилі 15⁰. Краплі не повинні справляти шкідливого впливу на виріб.

3...Захист від дощу. Дощ, який падає на оболонку під кутом 60⁰ 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 водяних 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 палуби корабля (включаючи палубне 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 пошкодження виробу.

8...Захист при довготривалому зануренні у воду. Вироби, придатні для довготривалого занурення у воду за умов, які встановлені виробником.

ДОДАТОК Е7.2

(довідковий)

Кліматичне виконання та категорії розміщення електрообладнання

Х

Х

Перша цифра коду: кліматичне виконання електрообладнання:

Друга цифра коду: категорія розміщення електрообладнання:

У.... 3 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 $-45\dots+40^{\circ}\text{C}$.

ХЛ.... 3 холодним кліматом. Середня з щорічних абсолютних мінімумів температура нижче -45°C . Діапазон робочих температур при експлуатації $60\dots+40^{\circ}\text{C}$.

УХЛ.... 3 помірним та холодним кліматом. Діапазон робочих температур при експлуатації $60\dots+40^{\circ}\text{C}$.

ТВ.... 3 вологим тропічним кліматом. Поєднання 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 $0,3 \text{ мг/м}^2\text{-доб.}$). Діапазон робочих температур при експлуатації $+1\dots+40^{\circ}\text{C}$.

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 кухнях комплектних пристроїв категорії 1 або під навісом (відсутня пряма дія сонячної радіації, вітру, атмосферних опадів на виріб).

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 (значне зменшення дії сонячної радіації, вітру, атмосферних опадів, відсутність роси).

ТС....3 сухим тропічним кліматом. Середня із щорічних абсолютних максимумів температура повітря вище $+40^{\circ}\text{C}$ (концентрація хлоридів – менше $0,3 \text{ мг/м}^2\text{-доб.}$, сіркового газу – $20 - 250 \text{ мг/м}^2\text{-доб.}$). Діапазон робочих температур при експлуатації – $10...+50^{\circ}\text{C}$

О....Загальнокліматичне виконання. Для макрокліматичних районів на суші, окрім районів з дуже холодним кліматом (концентрація хлоридів – менше $0,3 \text{ мг/м}^2\text{-доб.}$, сіркового газу – $20 - 250 \text{ мг/м}^2\text{-доб.}$). 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 $0,3 \text{ мг/м}^2\text{-доб.}$, сіркового газу – не більше $250 \text{ мг/м}^2\text{-доб.}$). Діапазон робочих температур при експлуатації – $60...+50^{\circ}\text{C}$

4....Для роботи в приміщеннях зі штучно регульованим мікрокліматом, наприклад, в закритих, що обігріваються вентиляваних виробничих та інших, зокрема підземних приміщеннях з належною вентиляцією (відсутність прямої дії атмосферних опадів, вітру, а також піску та пилу ззовні).

5....Для роботи в приміщеннях з підвищеною вологістю.

**Куценко Ю.М.
Яковлєв 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
Технікумівська, 1, смт Немішаєве
Бородянського Київської
т/ф (04577) 41-2-69

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 2435