

В. В. Чорна
С. В. Чорний

ТЕХНОЛОГІЯ

ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ РОБІТ

Підручник

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України



Харків
Компанія СМІТ
2014

УДК 621.315.6
ББК 31.29-5-08
Ч 75

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ МОН України від 09.09.2014 р. № 1039)*

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Рецензенти:

Л. О. Беспалова, методист Науково-методичного центру професійно-технічної освіти у Харківській області;

І. Г. Новожилова, викладач Харківського професійного ліцею будівництва та автотранспорту

Чорна В. В.

Ч 75 **Технологія електромонтажних робіт : підручник / В. В. Чорна, С. В. Чорний. — Х. : Компанія СМІТ, 2014. — 288 с.
ISBN 978-617-621-043-6**

У підручнику вміщено програмний матеріал по технології електромонтажних робіт з освітлення та освітлювальних мереж. Розглянуті питання монтажу комплектних трансформаторних підстанцій та комплектних розподільних пристроїв, індустріалізації та механізації електромонтажних робіт. Висвітлено питання техніки безпеки при роботі з електроустановками, електричним і пневматичним інструментом, такелажними застосуваннями.

Для учнів професійних ліцеїв, вищих професійних училищ та студентів професійно-педагогічних коледжів і технікумів.

**УДК 621.315.6
ББК 31.29-5-08**

ISBN 978-617-621-043-6

© Чорна В. В., Чорний С. В., 2014
© ТОВ «Компанія СМІТ», 2014

ЗМІСТ

Передмова	5
Розділ 1. Вступ	6
Розділ 2. Загальні відомості про будівлі, споруди та будівельно-монтажні роботи	8
2.1. Поняття про будівельні норми і правила	8
2.2. Класифікація та основні частини будинків і споруд	8
2.3. Організація будівельно-монтажних робіт	12
Розділ 3. Виробництво та розподіл електричної енергії	16
3.1. Основні відомості про електричну енергію	16
3.2. Типи та основні характеристики електричних станцій	17
3.3. Поняття про енергосистему та електросистему	20
3.4. Класифікація приміщень та електроустановок	25
Розділ 4. Улаштування і монтаж електропроводок	29
4.1. Організація електромонтажних робіт	29
4.2. Основи електромонтажних робіт	31
4.2.1. Електромонтажні матеріали та вироби	31
4.2.2. Метал і труби	36
4.2.3. Монтажні та електроустановлювальні вироби	38
4.3. Класифікація електропроводок	44
4.4. Вибір проводів та кабелів	46
4.5. Підготовка трас електропроводок	50
4.5.1. Організація монтажу електропроводок	50
4.5.2. Розмітка трас і місць установки кріпильних деталей	51
4.5.3. Пробивні роботи при установці кріпильних деталей	54
4.5.4. Кріпильні роботи	61
4.6. Оброблення проводів і кабелів	69
4.7. З'єднання та окінцювання проводів і кабелів	74
4.8. Інструменти та механізми для з'єднання та окінцювання кабелів	87
4.9. Електромонтажні інвентарні пристосування	94
4.10. Правила користування електромонтажними механізмами та інструментами	103
4.11. Індустріалізація та механізація електромонтажних робіт	106
4.12. Будова комплексних технологічних ліній із заготовки вузлів електропроводок	110
Розділ 5. Монтаж електропроводок	115
5.1. Монтаж відкритих безтрубних електропроводок	115
5.2. Монтаж відкритих електропроводок із захищених кабелів і трубчастих проводів	119
5.3. Монтаж електропроводок на лотках та у коробах	123
5.4. Монтаж електропроводок плоскими проводами	132
5.5. Монтаж електропроводок у трубах	137
5.6. Монтаж тросових електропроводок	146
Розділ 6. Основні відомості про електричне освітлення	153
6.1. Освітлювальні електроустановки	153
6.2. Основні світлові величини	154
6.3. Джерела світла	155
6.4. Пристрої для приєднання освітлювальних електроустановок	159
6.5. Світильники	160

6.6. Схеми включення ламп розжарювання.....	163
6.7. Схеми включення люмінесцентних ламп.....	165
6.8. Схеми включення дугових ртутних ламп.....	166
6.9. Схеми керування освітленням.....	167
6.10. Схеми живлення та розподільні пристрої освітлювальних електроустановок.....	169
Розділ 7. Монтаж світильників, електроустановлювальних виробів та щитів	174
7.1. Монтаж світильників.....	174
7.2. Монтаж пускорегулювальних апаратів	184
7.3. Установка вимикачів, перемикачів, штепсельних розеток, дзвінків і лічильників	186
7.4. Монтаж розподільних щитків.....	190
7.5. Монтаж прожекторів.....	192
Розділ 8. Конструкції та монтаж кабельних ліній на напругу до 1 кВ	194
8.1. Основні відомості про кабелі та кабельні лінії	194
8.2. Прокладка кабельної лінії в траншеї.....	198
8.3. Кінцеві закладення кабелів	205
8.4. Прокладка кабельних ліній у блоках	210
8.5. Прокладка кабельних ліній на опорних конструкціях та у лотках	212
8.6. Продзвонка та фазування кабелів.....	213
Розділ 9. Монтаж повітряних ліній на напругу до 1 кВ.....	217
9.1. Загальні відомості про повітряні лінії.....	217
9.2. Опори повітряних ліній.....	218
9.3. Ізолятори, проводи та троси	224
9.4. Монтаж повітряних ліній електропередачі	226
9.5. Монтаж проводів і тросів.....	229
Розділ 10. Монтаж комплектних трансформаторних підстанцій	238
10.1. Основні відомості про комплектні трансформаторні підстанції на 10 кВ.....	238
10.2. Об'ємні підстанції	241
10.3. Об'ємні електротехнічні приміщення.....	242
10.4. Монтаж комплектних трансформаторних підстанцій	244
Розділ 11. Монтаж комплектних розподільних пристроїв.....	246
11.1. Конструкція комплектних РП на 10 кВ	246
11.2. Установка КРП.....	251
Розділ 12. Монтаж пристроїв захисного заземлення.....	254
12.1. Загальні відомості.....	254
12.2. Зовнішній контур заземлення і його монтаж	259
12.3. Вимір опорів заземлюючих пристроїв	263
12.4. Монтаж внутрішньої заземлюючої мережі.....	264
12.5. Вимоги ПУЕ до заземлення електроустановок	267
12.6. Сучасні системи заземлення	270
Розділ 13. Зварювальне устаткування для електромонтажних робіт.....	274
Розділ 14. Загальні вимоги безпеки праці електромонтажників	278
14.1. Вимоги безпеки перед початком роботи	278
14.2. Вимоги безпеки під час роботи	279
14.3. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	285
14.4. Вимоги безпеки по закінченні роботи	285
Використана та рекомендована література.....	286

ПЕРЕДМОВА

Сучасний робітник повинен мати сукупність загальноосвітніх, загально-технічних і загально-виробничих знань та умінь, тобто його підготовка повинна ґрунтуватися на політехнічному навчанні. Це забезпечить йому гарну орієнтацію у системі виробництва, дозволить виконувати широке коло взаємозалежних за технологією видів робіт, постійно підвищувати кваліфікацію, удосконалювати професійну майстерність.

Підручник «Технологія електромонтажних робіт» написаний за навчальним планом і навчальною програмою для підготовки у професійно-технічних навчальних закладах електромонтажників з освітлення та освітлювальних мереж.

Потреба в робітниках такої професії постійно зростає, оскільки в умовах сучасної економіки стрімко розвивається будівництво, яке потребує кваліфікованого виконання електромонтажних робіт.

Зміст підручника повністю відповідає вимогам Державного стандарту професійно-технічної освіти ДСПТО7137.ОФ.45.31-2013, сучасним науковим знанням у зазначеній предметній галузі, зорієнтований на сучасні форми навчання.

Структура підручника обумовлена логічною послідовністю вивчення розділів, необхідною учням для опанування процесом виконання електромонтажних робіт.

У підручнику послідовно відображено техніку та технологію електромонтажу, відомості про застосовувані матеріали та технічні засоби, питання охорони та безпеки праці, що повинне забезпечити формування в учнів цілісного уявлення про обрану професію.

Завдяки такій побудові цей підручник може бути корисним не тільки для підготовки майбутніх кваліфікованих робітників, але й у наступній їхній професійній діяльності.

Система питань для самоконтролю забезпечує можливість самооцінки якості підготовки учнів на всіх етапах навчання.

Розділ 1. ВСТУП

Енергетика — одна з найпотужніших галузей народного господарства України. За розвитком енергетики визначають стан розвитку країни в цілому.

З усіх видів енергії найчастіше застосовується електромагнітна, яку на практиці називають електричною. Носієм електричної енергії є електромагнітне поле, яке виявляється за силовою дією на електрично заряджені частинки.

Широке використання електричної енергії пояснюється можливістю ефективного перетворення її на інші види енергії (механічну, теплову, світлову, хімічну) з метою приведення в дію машин і механізмів, одержання тепла і світла, зміни хімічного стану речовини, виробництва і обробки матеріалів тощо.

Електроенергія є практично єдиним видом енергії для штучного освітлення. Електричні джерела світла забезпечують високу якість штучного освітлення. Завдяки використанню електричної енергії одержано вражаючі результати в галузі зв'язку, автоматики, електроніки, в керуванні і контролі за технологічними процесами.

У таких галузях, як медицина, біологія, астрономія, геологія, математика та ін., використовуються спеціалізовані електричні прилади, апарати, установки, які забезпечують їх подальший розвиток як в науковому, так і в прикладному відношенні.

Важливе значення для розвитку науки і техніки має використання комп'ютерної техніки, яка є поширеним і високоефективним засобом наукових досліджень, економічних розрахунків у плануванні, керуванні виробничими процесами, діагностиці захворювань. Без неї не було б розвитку кібернетики, обчислювальної та космічної техніки.

Єдиним недоліком електричної енергії є неможливість її накопичення та зберігання впродовж тривалого часу. Запаси електроенергії в акумуляторах, гальванічних елементах і конденсаторах достатні лише для роботи малопотужних установок, причому терміни зберігання цих запасів обмежені. Тому електроенергія повинна бути вироблена в такій кількості, яка потрібна споживачам.

Глобальне використання електричної енергії при концентрації природних енергетичних ресурсів в окремих географічних регіонах зумовило необхідність передачі її на великі відстані, розподіл між електроприймачами у великому діапазоні потужностей.

Зростання масштабів споживання електричної енергії, загострення проблеми охорони навколишнього середовища значно активізували пошуки екологічно чистіших способів одержання електричної енергії. У всьому світі проводяться дослідження за використання термоядерної енергії, прямого безмашинного перетворення внутрішньої і хімічної енергії в електричну, розробляються магнітогідродинамічні, термоелектричні й термоелектронні генератори, паливні елементи тощо.

Інтенсивно розробляються способи використання непаливної відновлювальної енергії — сонячної, вітрової, геотермальної, енергії хвиль, припливів і відпливів та ін.

Істотні зміни, які відбуваються в цей час у всіх галузях економіки України, висувають високі вимоги до підготовки кваліфікованих робітників.

Сучасний робітник повинен проявляти в умовах постійної зміни технологічного базису виробництва високу професійну гнучкість і мобільність, повинен бути готовим не тільки до сьогоденних, а й до майбутніх умов виробництва. Для цього йому необхідно одержати загальну середню освіту, широку загально-технічну, професійно-теоретичну та професійно-практичну підготовку.

Освітньо-кваліфікаційна характеристика для кожного рівня кваліфікації робітника (розряду) обумовлює певні вимоги до знань, умінь та навичок згідно з Державним стандартом професійно-технічної освіти ДСПТО 7137.ОФ.45.31-2013.

Електромонтажник з освітлення та освітлювальних мереж другого розряду повинен знати:

- основні закони електротехніки з основами промислової електроніки, технічного креслення, електроматеріалознавства, охорони праці;
- найпростіші електричні схеми, основні електромонтажні матеріали, їх призначення, основні марки проводів та кабелів;
- сортамент кольорових та чорних металів, що застосовують під час виготовлення та монтажу освітлювальних проводок і мереж;
- основні види кріпильних деталей та дрібних конструкцій;
- основні види інструментів, що застосовуються під час електромонтажних робіт.

Цей рівень кваліфікації вимагає вміння:

- виконувати найпростіші роботи під час монтажу та демонтажу освітлювальних проводок та мереж;
- встановлювати та закладати деталі кріплення для освітлювальних проводок;
- виготовляти дрібні деталі кріплення та прокладок;
- пробивати гнізда, отвори та борозни за готовою розміткою вручну.

З підвищенням рівня кваліфікації підвищуються і вимоги до знань, умінь та навичок робітника.

В сучасних умовах технічного прогресу підвищення професійної майстерності робітників має важливе значення.

Запитання для самоконтролю

1. Який з видів енергії застосовується найчастіше?
2. Чим пояснюється широке використання електричної енергії?
3. Що є недоліком електричної енергії?
4. Назвіть способи використання непаливної відновлювальної енергії.

Розділ 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БУДІВЛІ, СПОРУДИ ТА БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНІ РОБОТИ

2.1. Поняття про будівельні норми і правила

У розвитку народного господарства країни величезну роль відіграє капітальне будівництво, тобто спорудження заводів, фабрик, електростанцій, шахт, лікарень, шкіл, доріг, житлових будинків та інших об'єктів. Всі вимоги, правила та норми, пов'язані з виробництвом будівельних робіт, зведено в збірник «Будівельні норми і правила» (БНіП), виконання яких обов'язково для всіх будівельних, проектних і монтажних організацій, а також підприємств, що випускають будівельні матеріали.

БНіП — це збірник нормативних документів, що встановлює порядок розробки нових і перегляду діючих документів, подання цих документів на затвердження, введення їх у дію та видання, правила реєстрації та зберігання інформації, а також основні вимоги при проектуванні та будівництві, правила виробництва та приймання робіт, організації будівництва та розробки кошторисних норм. Вимоги БНіП обов'язкові для всіх відомств.

Крім збірника БНіП у будівництві діють відомчі нормативні документи. Вони встановлюють вимоги до проектування, будівництва, виробництва будівельних конструкцій, виробів і матеріалів, а також до експлуатації будинків, споруджень і конструкцій з урахуванням специфіки галузі народного господарства. Відомчі нормативні документи затверджують міністерства та відомства відповідно до наданих їм прав. Ці документи є обов'язковими для всіх організацій, установ та підприємств, що входять у міністерство (відомство), яке затвердило ці документи. Для організацій, установ та підприємств інших відомств ці документи можуть бути обов'язковими за умови їхнього затвердження або введення в дію відповідними міністерствами (відомствами). Відомчі нормативні документи обов'язкові також для всіх організацій, установ і підприємств, що здійснюють проектування та будівництво підприємств, будинків і споруджень для галузі народного господарства, керованої даним міністерством (відомством).

До відомчих нормативних документів відносяться відомчі (галузеві) будівельні норми (ВБН), відомчі норми технологічного проектування (ВНТП), а також окремі кошторисні нормативи.

2.2. Класифікація та основні частини будинків і споруд

Об'єкти, що будуються для задоволення матеріальних і культурних потреб суспільства, називаються *спорудами*.

Споруди, розташовані вище планувальної оцінки території, називаються *надземними* (естакади, шляхопроводи, вежі), нижче планувальної оцінки — *підземними* (підвали, кабельні лінії) і *глибинними* (колодязі, свердловини).

Будівлями називають різноманітні наземні споруди, що мають внутрішній простір для забезпечення трудової діяльності людей, навчання, відпочинку та ін. До таких споруд належать житлові будинки, заводські корпуси, школи, будинки культури, підприємства побутового обслуговування та ін.

Інженерними спорудами називають будівлі спеціального призначення. До них належать мости, греблі, тунелі, димові труби, щогли, лінії електропередачі та ін.

Залежно від функціонального призначення будівлі поділяються на житлові, громадські, промислові та сільськогосподарські. До **житлових** будівель належать квартирні будинки для постійного проживання людей, готелі та гуртожитки для тимчасового проживання людей.

Громадські будівлі призначені для розміщення адміністративних установ і громадських організацій, а також для соціального обслуговування населення. До них належать торговельні будинки, будинки видовищного та культурно-освітнього призначення, будинки підприємств громадського харчування, будинки лікувально-оздоровчого призначення, адміністративні будинки, школи, профтехучилища, коледжі, вищі навчальні заклади та ін.

Промислові будівлі призначені для розміщення знарядь виробництва та виконання трудових процесів, результатом яких є випуск промислової продукції. Поділяються вони на виробничі, енергетичні, складські, підсобні. Крім того, в комплекс промислових будівель входять будинки допоміжного призначення (заводууправління, побутові приміщення, охорона та ін.).

Залежно від характеру виробництва, маси та розмірів устаткування і виробів, що виготовляються, а також від інших факторів промислові будівлі можуть бути **одно-** та **багатоповерховими**.

Сільськогосподарські будівлі призначені для обслуговування потреб сільського господарства. До них належать різні тваринницькі ферми, парники, склади сільськогосподарської продукції та ін.

Залежно від кількості поверхів будівлі поділяються на одно-, мало- та багатоповерхові, а також на будівлі підвищеної етажності, висотні та мішаної етажності.

Малоповерхові (2—3 поверхи) будівлі споруджують переважно в сільській та селищній місцевостях. У масовій забудові міських житлових масивів зводять **багатоповерхові** (4—9 поверхів) будинки. У великих містах споруджують будинки **підвищеної етажності** (10—25 поверхів), **висотні** (понад 25 поверхів) будинки, а також будинки **мішаної етажності**.

Міцністю будівель і споруд називають здатність сприймати сили без руйнування та суттєвих залишкових деформацій; **стійкістю** — здатність зберігати рівновагу при зовнішніх силових діях; **довговічністю** — час, протягом якого зберігаються міцність і стійкість будівель і споруд як у цілому, так і окремих їх елементів без втрати необхідних експлуатаційних якостей.

Довговічність забезпечується вибором матеріалів для несучих і відгороджувальних конструкцій, які мають необхідні міцність, волого-, морозо- та біостійкість, а також корозійну стійкість.

Залежно від того, до якої *групи загоряння* належить матеріал, усі будівельні конструкції поділяються на неспалимі, важкоспалимі та спалимі.

Неспалимі конструкції не загоряються, не тліють і не обвуглюються під дією вогню або високих температур; *важкоспалимі* — важко загоряються, тліють і обвуглюються, але процеси загоряння та тління припиняються при віддаленні джерел вогню; *спалимі* — загоряються або тліють під дією вогню або високих температур, але процеси загоряння та тління не припиняються після віддалення джерел вогню.

Границею вогнестійкості будівельних конструкцій називають тривалість опору (в годинах) дії вогню до втрати їх несучої здатності та стійкості, до утворення в них наскрізних тріщин або до підвищення температури понад 140 °С на протилежній від вогню поверхні.

Залежно від границі вогнестійкості конструкцій та групи загоряння їх матеріалів будівлі поділяються на *п'ять ступенів вогнестійкості*: I—III — кам'яні конструкції; IV — дерев'яні обштукатурені конструкції; V — дерев'яні неоштукатурені конструкції. У будівлях I та II ступенів вогнестійкості стіни, перекриття, опори, перегородки неспалимі. В будівлях III ступеня вогнестійкості стіни та опори повинні бути неспалимі, а перекриття та перегородки — важкоспалимі.

Згідно з вимогами чинних нормативних документів максимальну границю вогнестійкості повинні мати вертикальні несучі конструкції — стіни та колони, тому що їх пошкодження може спричинити завалювання всієї будівлі.

Залежно від здатності конструктивних елементів зберігати потрібні експлуатаційні якості будівлі поділяються на *чотири ступені довговічності*: перший — зі строком експлуатації понад 100 років; другий — 50—100 років; третій — 20—50 років; четвертий — до 20 років (тимчасові будівлі).

Виходячи з *різних вимог* (довговічності, народногосподарського призначення та інших експлуатаційних якостей), громадські будівлі поділяються на *чотири класи*: до I класу належать великі будівлі (театри, палаци культури, музеї), великі промислові будівлі, житлові будинки у дев'ять і більше поверхів з підвищеними експлуатаційними та архітектурними вимогами; до II класу — будівлі масового будівництва, будівлі не вище дев'яти поверхів і невеликі промислові будівлі; до III класу — житлові будинки до п'яти поверхів, громадські будівлі малої місткості з середніми експлуатаційними та архітектурними вимогами; до IV класу — тимчасові будівлі з мінімальними архітектурними та експлуатаційними вимогами.

До будівель і споруд ставляться такі вимоги: архітектурні, санітарно-технічні, протипожежні, економічні.

Архітектурні вимоги передбачають відповідність плануванню, геометричним пропорціям і художньому вигляду будівлі (споруди), її призначенню та конструктивному виконанню, гармонічному зв'язку з навколишнім середовищем. Залежно від призначення будівель (споруд) при архітектурному рішенні їх можуть бути використані різні виразні засоби.

Санітарно-технічними вимогами до будівель (споруд) передбачається створення в них добрих умов для праці, відпочинку, задоволення гігієнічних і побутових потреб.

Противопожежними вимогами передбачаються призначення ступеня вогнестійкості будівлі (споруди), влаштування протипожежних перешкод, евакуаційних проходів, виходів, сходових площадок, протипожежного водопроводу, а також визначення вимог до опалення та вентиляції.

Економічними вимогами до будівель (споруд) передбачається здешевлення їх будівництва та експлуатації. Зниження вартості будівель (споруд) досягається, насамперед, раціональним плануванням приміщень, вибором найбільш раціональних конструкцій з урахуванням вигляду будівлі (споруди) та умов її експлуатації, використанням найновіших досягнень науки і техніки при виконанні будівельних робіт.

Конструктивні елементи будівель поділяються на основні (несучі) та відгороджувальні. **Основними (несучими)** конструктивними елементами будівель є фундаменти, колони, стіни та перекриття. Вони сприймають на себе навантаження від маси будівлі, обладнання (яке знаходиться в ній), людей і зовнішні навантаження від дії снігу та вітру.

Відгороджувальними елементами будівель є зовнішні та внутрішні стіни, перегородки, перекриття, підлоги, заповнення віконних і двірних отворів. Вони захищають приміщення від атмосферних діянь, дають змогу підтримувати всередині будівель сприятливі температурні, вологісні та акустичні умови. Деякі конструктивні елементи будівель (наприклад, стіни, перекриття) сумішають одночасно несучі й відгороджувальні функції.

Фундаменти — це підземні несучі конструкції, призначені для сприймання, передавання й розподілу навантаження від будівлі на основу (грунт).

Стіни — це вертикальні конструктивні елементи будівель, призначені для відокремлення приміщень під зовнішнього простору або одного приміщення від іншого. За призначенням стіни бувають несучі, самонесучі та ненесучі (або навісні). **Несучі стіни** сприймають навантаження від власної маси і маси інших конструкцій будівлі; **самонесучі** стіни несуть навантаження від власної маси по всій своїй висоті; **ненесучі** (або навісні) стіни — від власної маси в межах свого поверху. Вогнестійка та, як правило, глуха стіна називається **брандмауером**.

Перекриття — це горизонтальні конструктивні елементи, що поділяють простір будівлі на поверхи. Вони забезпечують просторову жорсткість і, крім власної маси, передають на стіни або колони навантаження від маси людей, обладнання, предметів обстановки та ін.

Колони — це вертикальні конструктивні елементи, призначені для сприймання навантаження від перекриттів, покриттів будівель, а також від підкранових балок і мостових кранів.

Перегородки — це тонкі самонесучі внутрішні стіни, які поділяють внутрішній простір будівлі в межах одного поверху на окремі приміщення (квартири, кімнати, кухні, санвузли та ін.).

Дах служить верхнім огородженням будинку або спорудження, що захищає його від зовнішніх атмосферних впливів. Водонепроникну оболонку даху називають **покрівлею**, а простір між дахом і горищним перекриттям — **горищем**. У сучасному будівництві горищне перекриття часто поєднують із дахом, і тоді така конструкція зветься **безгорищне покриття**, або **сполучений дах**.

Вікна призначені для природного освітлення приміщень та їхнього провітрювання. Якщо для освітлення та провітрювання приміщення (картинної галереї або цеху з курним виробництвом) вікон недостатньо, у перекриттях влаштовують **ліхтарі** — великі прорізи із заскленими рухливими рамами.

Двері служать для сполучення між приміщеннями (внутрішні) або між приміщеннями та зовнішнім простором (зовнішні). У промислових, складських та інших будинках для доставки устаткування і матеріалів призначені **ворота**.

Для сполучення між поверхами встановлюють сходи, сходові площадки, ліфти, ескалатори, пандуси. **Сходові площадки** поділяються на основні та допоміжні, а також на службові, аварійні, пожежні.

До складу будинку можуть також входити і інші елементи — ганок, балкон та ін.

2.3. Організація будівельно-монтажних робіт

Будівництво будь-якої будівлі чи споруди розпочинають з виконання різних підготовчих робіт на будівельному майданчику. Ці роботи включають розчищення території, осушення будівельного майданчика, влаштування тимчасового водо- та енергопостачання, а також тимчасових доріг і будівель адміністративного, побутового та виробничого призначення.

За наявності діючих електромереж електричну енергію на будівельний майданчик подають, використовуючи постійні споруди енергетичного господарства (лінії електропередачі, трансформаторні підстанції). При відсутності діючих електромереж у початковий період будівництва можуть застосовуватися тимчасові джерела енергопостачання (пересувні електростанції, енергопоїзди).

Проект організації будівництва (ПОБ) є основним документом, за яким планується та здійснюється будівництво запроєктованого об'єкта. У ПОБ містяться черговість і строки будівництва частин об'єкта; загальна тривалість будівництва; перелік і обсяги підготовчих робіт; темпи та ме-

тоди виконання основних робіт; потреба в робочих кадрах; послідовність виконання всіх робіт; потреба в матеріально-технічних ресурсах.

На основі ПОБ розробляють *план виконання робіт (ПВР)*, який є керівним документом для організації та виконання робіт під час будівництва окремих об'єктів або складних конструктивних елементів.

До складу ПВР входять: календарний план виконання робіт на об'єкті; будівельний генеральний план об'єкта; графік надходження на об'єкт будівельних матеріалів, конструкцій, деталей і напівфабрикатів; графік роботи монтажних кранів та інших будівельних механізмів; геодезійна частина; технологічні карти на складні види робіт і роботи, що виконуються за новими методами; робочі креслення тимчасових споруд і різних пристроїв; вказівки щодо безпеки праці.

На основі проекту організації робіт будівельна або монтажна організація складає *проект виконання електромонтажних робіт (ПВЕР)*, що є основним документом і повинен містити рішення всіх основних технічних, технологічних та організаційних питань підготовки та виконання цих робіт. Матеріали ПВЕР дозволяють електромонтажникам, ознайомившись із проектною документацією, вчасно замовити матеріали, пристосування та інструмент, а також здійснювати контроль за поставками устаткування, організацією і виконанням робіт. ПВЕР повинен бути мінімальним за обсягом та конкретним за змістом, у ньому не повинні повторюватися матеріали проектною документації.

Як правило, ПВЕР складається з п'яти частин.

Перша частина містить пояснювальну записку, у якій приводяться загальні відомості по об'єкту і його характеристики; короткий опис і принципіву схему електропостачання об'єкта з урахуванням вимог технологічного процесу споруджуваного підприємства; таблиці техніко-економічних та електротехнічних показників — фізичних обсягів, кошторисної вартості, виробітку, трудомісткості. У зменшеному масштабі тут наводять генплан із вказівкою об'єктів титульного списку та виділенням електротехнічних приміщень і трас каналізації електроенергії, а також приводять перелік змін, внесених у робочі креслення при розробці ПВЕР. У таблиці фізичних обсягів наводяться відомості про трансформатори, електродвигуни, комплектні пристрої, електричні щити, шафи і пульти, а також відомості про необхідне число підйомно-транспортних пристроїв та їхньої вантажопідйомності. Тут же перелічуються матеріали та кабельно-провідникова продукція, необхідні для монтажу мереж; для кабелів і проводів наводяться типи, номінальні напруги і їхнє призначення.

Друга частина охоплює питання організації та технології виконання електромонтажних робіт на будівельному майданчику і містить вихідні дані для складання графіка виконання цих робіт; рекомендації з технології монтажу; схему вантажопотоків; відомість необхідних механізмів, пристосувань, спеціальних інструментів і приладів; спеціальні вказівки

з техніки безпеки та промсанітарії, а також відомості про приймально-здавальну документацію.

Третя частина складається з лімітно-комплектівочних відомостей на устаткування та матеріали, електроконструкції, монтажні вироби, урупнені вузли та блоки.

Четверта частина містить завдання майстерням електромонтажних заготівель. У ній приводиться відомість необхідних виробів із вказівкою їхнього числа, вартості та строків виготовлення, а також калькуляції трудових витрат на окремі вироби та роботи, що складаються по кресленнях та ескізах.

П'ята частина складається з калькуляцій витрат праці та заробітної плати для монтажно́ї зони.

При наявності затвердженого ПВЕР приступають до підготовки електромонтажних робіт, які починають, як правило, із прийому будинку або спорудження під монтаж представником електромонтажно́ї організації або майбутнім керівником виконання робіт при участі представника організації, що виконала будівельні роботи на даному об'єкті.

При прийомі під монтаж перевіряють:

- стан і відповідність проекту існуючих у приміщеннях і на сходових клітках каналів, борозен, ніш та отворів, призначених для каналізації електроенергії;

- наявність закінчених оштукатурених поверхонь у приміщеннях, де проектом передбачена відкрита прокладка проводів або кабелів;

- можливість безпечного ведення електромонтажних робіт одночасно з будівельними, сантехнічними та іншими роботами або окремо від них;

- наявність умов, що забезпечують схоронність змонтованого електроустаткування і його захист від атмосферних впливів і можливих ушкоджень при будівельних або опоряджувальних роботах.

Прийом будинків або споруджень під монтаж оформляють відповідним актом.

При готовності будинків і споруджень під монтаж представники будівельної та електромонтажно́ї організації складають сполучений графік робіт таким чином, щоб виконання електромонтажних робіт зі строків майже збігалось з будівельними та лише в окремих випадках трохи відставало від останніх. Сполучені графіки затверджуються керівниками (головними інженерами) будівельної та монтажно́ї організації.

Забезпечення якості та сучасних темпів будівництва неможливо без індустріалізації, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів. Докладніше ці заходи розглянуті в п. 4.11.

До електромонтажного треста входять управління по виробництву електромонтажних і налагоджувальних робіт, управління виробничо-технологічної комплектації та механізації, лабораторія, навчальний пункт і деякі інші підрозділи. Електромонтажне управління містить в собі монтажні

ділянки, що безпосередньо виконують роботи на об'єктах будівництва, ділянку підготовки виробництва, майстерні електромонтажних заготівель (МЕЗ), ділянку комплектації постачання і транспорту.

Безпосереднє керівництво електромонтажними роботами на будівельних об'єктах здійснюють начальник ділянки, виконроби та майстри, причому у начальника ділянки, як правило, перебувають у підпорядкуванні не менш двох виконробів, а у виконроба — не менш двох майстрів.

Організаційна структура будівельно-монтажних підприємств може відрізнятися від описаної, але в кожному разі вона повинна являти собою гнучку систему керування.

Весь комплекс робіт зі зведення будинків можна розділити на п'ять етапів: підготовчі роботи; нульовий цикл — всі роботи зі зведення підземних конструкцій до нульової відмітки, тобто до рівня підлоги першого поверху (риття котловану та траншей, зведення фундаменту та підвального поверху, прокладка трубопроводів, гідроізоляція та ін.); зведення надземної частини — будівельно-монтажні, санітарно-технічні, електромонтажні роботи та монтаж устаткування; опоряджувальні роботи; благоустрій території (озеленення площадки, прокладка доріг, тротуарів, зовнішнього освітлення та ін.).

Виконання всіх цих робіт може здійснюватися різними методами. Послідовний метод полягає в тім, що окремі будинки або частини великого будинку (так називані захватки) зводять послідовно, тобто будівництво на наступній захватці починають після повного завершення всіх робіт на попередній. При паралельному методі будівництва будинок або окремі його частини зводять одночасно. У цьому випадку значно скорочуються строки будівництва, але потрібна одночасно велика кількість робітників, відповідних машин і механізмів. Суть найбільш ефективного та широко застосованого потокового методу полягає в тому, що технологічний процес зведення об'єкта розділяється на окремі види робіт, причому тривалість кожного з них повинна бути однаковою. Після виконання певного виду робіт на одній захватці робітники переходять на наступну захватку, а на попередній починається наступний вид робіт. У цьому випадку скорочується загальна тривалість будівництва та ефективніше використовуються робоча сила, матеріальні ресурси, машини та механізми.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке БНіП?
2. Що називають будівлями та спорудами?
3. Які ви знаєте типи будівель?
4. Що називають границею вогнестійкості будівельних конструкцій?
5. Назвіть основні елементи будівель.
6. Що таке ПВР і ПВЕР?

Розділ 3. ВИРОБНИЦТВО ТА РОЗПОДІЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

3.1. Основні відомості про електричну енергію

Одним з найважливіших показників рівня технічного розвитку будь-якої країни є рівень розвитку її енергетики. Сучасна енергетика — це в основному електрика, тобто виробництво та споживання електричної енергії визначають рівень розвитку держави.

Електрична енергія використовується у всіх галузях промисловості, будівництва, транспорту та сільського господарства внаслідок ряду властивих тільки їй якостей: її можна передавати на великі відстані, а також перетворювати на інші види енергії — механічну, теплову, хімічну.

Можливість передачі електричної енергії на відстані, що досягають декількох сотень і навіть тисяч кілометрів, обумовлює будівництво електростанцій поблизу місць знаходження палива або на багатоводних ріках, що виявляється більш економічним, ніж підвозити велику кількість палива до електростанцій, розташованих поблизу споживачів електроенергії.

Можливість перетворення електричної енергії на механічну за допомогою електроприводів, тобто застосування для одержання енергії конструктивно простих і зручних для експлуатації електродвигунів замість громіздких і складних парових машин і двигунів внутрішнього згоряння, дозволяє більш раціонально використовувати виробничі площі підприємств, знижувати експлуатаційні витрати, здійснювати автоматизацію виробничих процесів. От чому сучасні промислові підприємства насичуються електродвигунами потужністю від декількох ватів до декількох сотень і навіть тисяч кіловатів. Про масштаби застосування електродвигунів свідчить той факт, що в цей час вони споживають більше 50 % всієї електроенергії, виробленої на планеті. Широке застосування знаходить електрика не тільки в промисловості, а й на транспорті: за її допомогою рухаються поїзди, трамваї, тролейбуси та навіть автомобілі.

Однак роль, можливості та масштаби застосування електричної енергії не будуть повністю охарактеризовані, якщо не сказати про її використання в технологіях різних виробництв: за її допомоги варять сталь, зварюють і ріжуть метали, наносять на поверхню металів стійкі антикорозійні покриття та ін.

Незамінна роль електрики в автоматизації виробничих процесів. Тут жоден вид енергії, відомий сучасній науці, не може повністю замінити електричну енергію.

Виробництво електроенергії з відновлювальних і нетрадиційних джерел енергії (ВНДЕ) стає дедалі актуальнішим для будь-якої країни, що хоче зменшити свою енергозалежність від інших держав, зокрема забезпечити себе від можливих перебоїв з поставками органічного та ядерного палива. До того ж таке виробництво або зовсім не дає викидів у атмосферу шкідливих речовин (вітро-, гідроенергетика, використання

геотермальних джерел та енергії Сонця) або принаймні не збільшує обсягу таких викидів. *Відновлювальною* називають енергію, отриману від сонця, вітру, біомаси, геотермальних, гідроенергетичних та океанських ресурсів, біогазу, рідких біопалив.

В Україні є значні ресурси більшості відомих на сьогодні видів ВНЕ. Але реальні передумови: технічна спроможність і необхідний науковий потенціал існують на двох напрямках — це використання енергії вітру та енергії малих річок. За даними НАН України, розбудова малої гідроенергетики може дати країні до 4 млрд кВт·год, а вітроенергетики — 30—45 млрд кВт·год електроенергії на рік.

3.2. Типи та основні характеристики електричних станцій

Електрична енергія виробляється на електричних станціях, які залежно від використовуваних у них енергоносіїв підрозділяються на *теплові* (паротурбінні), *атомні* (реакторні) і *гідроелектричні* (гідротурбінні). Існують також електростанції, що використовують енергію вітру та тепла сонячних променів, але вони являють собою малопотужні джерела електроенергії, призначені тільки для електропостачання окремих дрібних споживачів, віддалених від потужних електростанцій і системних мереж.

На теплових електростанціях (ТЕС) використовують теплову енергію, одержувану при спалюванні вугілля, торфу, горючих сланців, мазуту або природного газу.

У *тепловій електростанції* (рис. 3.1, а) вода в казанах перетворюється в пару, що паропроводом надходить у парову турбіну та надає руху її ротору, а також механічно з'єднаному з ним ротору генератора.

У генераторі механічна енергія перетворюється на електричну, і генератор стає джерелом електричного струму. Таким чином, теплова енергія пари перетворюється в механічну енергію обертання турбіни, а остання, у свою чергу, перетворюється в електричну енергію.

Перетворення енергії з одного виду в інший неминуче супроводжується втратами, які залежать головним чином від способу перетворення, а також від досконалості та стану перетворюючих пристроїв.

Відпрацьована пара надходить у конденсатор, де, охолоджуючись, перетворюється на конденсат, що знову подається насосом у казан. Так, по замкнутому циклу працює теплова конденсаційна електростанція (КЕС), що постачає споживачам тільки електричну енергію.

Теплові конденсаційні електростанції мають невеликий КПД (30—40 %), тому що більша частина енергії губиться з топковими газами, що відходять, і охолоджуючою водою конденсатора. Споруджувати КЕС вигідно в безпосередній близькості від місць видобутку палива. При цьому споживачі електроенергії можуть перебувати на значній відстані від станцій.

Постачання споживачам не тільки електричної, а й теплової енергії здійснюється тепловою електростанцією (рис. 3.1, б) — *теплоелектро-*

централлю (ТЕЦ). У ній відбувається описаний вище цикл перетворення теплової енергії в механічну, а потім в електричну, але значна частина теплової енергії в цьому випадку надходить у вигляді гарячої води та пари споживачам, розташованим у безпосередній близькості від електростанції.

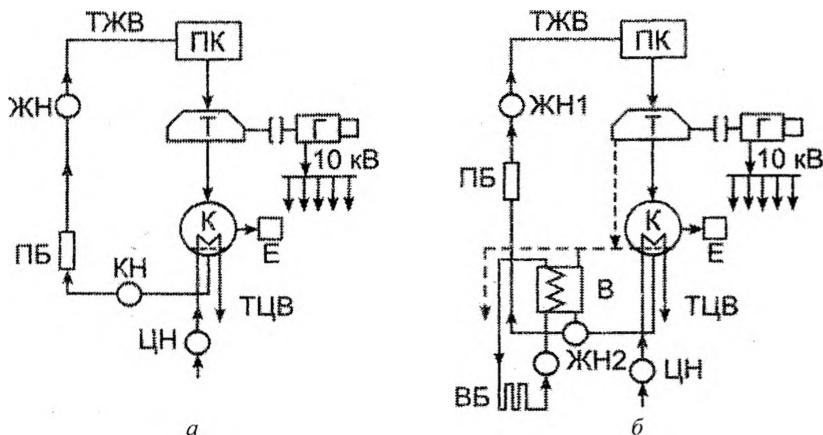


Рис. 3.1. Схеми теплових електростанцій:

a — конденсаційної; *б* — теплоелектроцентралі;

ТЖВ — трубопровід живильної води; ПК — паровий казан; Т — турбіна; Г — генератор; К — конденсатор; Е — ежектор; ТЦВ — трубопровід циркуляційної води; ЦН — циркуляційний насос; КН — конденсаційний насос; В — водопідігрівач; ЖН, ЖН1, ЖН2 — живильні насоси; ВБ — водяна батарея; ПБ — парова батарея

Коефіцієнт корисної дії ТЕЦ досягає 60—70 %. Такі станції будують зазвичай поблизу споживачів — промислових підприємств або житлових масивів. Найчастіше вони працюють на привізному паливі.

Розглянуті теплові електростанції за видом основного теплового агрегату (паротурбінної установки — ПТУ) відносяться до *паротурбінних станцій*. Значно менше поширення одержали теплові станції з *газотурбінними* (ГТУ), *парогазовими* (ПГУ) і *дизельними* (ДУ) установками.

Атомна електростанція (АЕС) за своєю сутністю є тепловою електростанцією, відрізняючись від останньої лише тим, що на ній замість казанового агрегату використовується атомний реактор з теплообмінником і для одержання пари використовується тепло, одержуване в процесі розщеплення ядер атомів урану або плутонію. АЕС одержують широке поширення у світі, оскільки їх можна споруджувати в районах, віддалених від джерел природного палива або при відсутності гідроенергетичних ресурсів. Однією з основних переваг АЕС є мала витрата споживаного палива, а отже, і різке зниження витрат на його перевезення.

Атомні електростанції класифікуються за типом реактора та числом контурів, по яких теплота, що виділяється, може передаватися робочому

тілу (парі) парової турбіни. Теплова схема АЕС може бути двох- і триконтурна (рис. 3.2).

У триконтурній схемі в першому контурі нагрітий у реакторі 1 радіоактивний теплоносіє надходить у парогенератор 6, де віддає теплоту робочому тілу (парі), і за допомогою циркуляційного насоса 5 повертається в реактор. У другому контурі пара через проміжний теплообмінник 8 і турбіну 2 обертає генератор 3, а потім через конденсатор 4 за допомогою насоса 9 повертається в теплообмінник (третій контур). Таким чином, у триконтурній АЕС контури первинного теплоносія, яким можуть бути вода та пароводяна суміш, і робочого тіла (пари) розділені. У цій схемі радіоактивний контур містить у собі не все устаткування, а лише його частину, що спрощує експлуатацію.

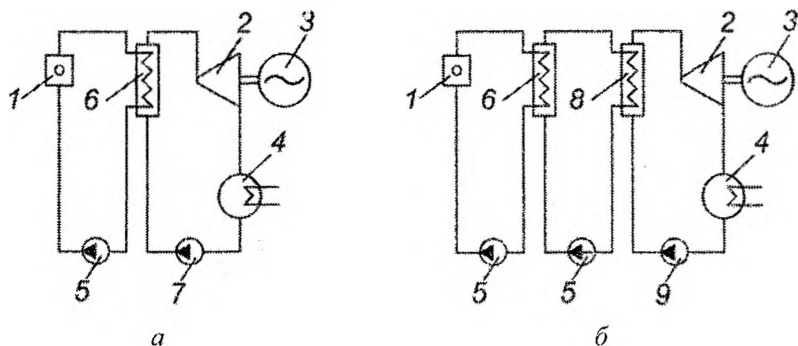


Рис. 3.2. Теплові схеми атомних двокоонтурної (а) і триконтурної (б) електростанцій: 1 — реактор; 2 — турбіна; 3 — генератор; 4 — конденсатор; 5 — циркуляційний насос; 6 — парогенератор; 7, 9 — паливний насос; 8 — теплообмінник

Забезпечення радіаційної безпеки персоналу та населення, що є найважливішим завданням при експлуатації атомної електростанції, досягається створенням спеціальних конструкцій і пристроїв захисту, очищенням води та повітря, витяганням і надійною локалізацією радіоактивних забруднень.

Гідроелектростанції (ГЕС) споруджують на ріках, використовуючи напір потоку води, штучно створюваний за рахунок різниці її рівнів із двох сторін греблі (рис. 3.3).

Вода, що подається під певним напором у гідротурбіну, обертає її робоче колесо (ротор) і з'єднаний з ним ротор електричного генератора. При цьому енергія потоку води перетворюється генератором в електричну енергію.

Різновидом ГЕС є **гідроакumuлюючі** електростанції (ГАЕС), призначені для покриття «пікових» навантажень і заповнення «провалів» у графіках споживання електроенергії. Робота ГАЕС полягає в зміні двох

розділених у часі режимів: накопичення енергії та віддачі її споживачам. Такі станції застосовують оборотними агрегатами, які можуть працювати в режимах і двигуна, і генератора.

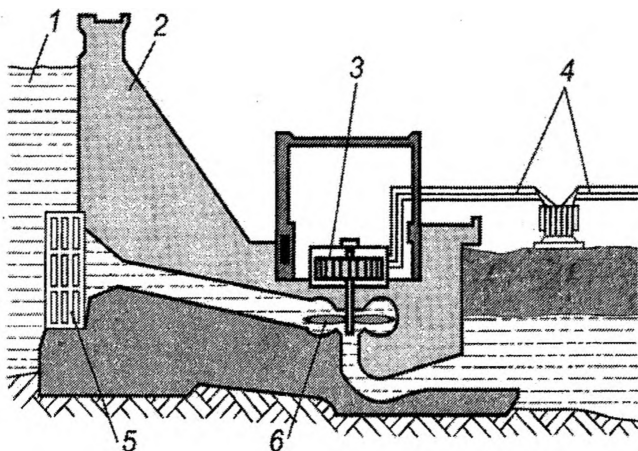


Рис. 3.3. Схематичний розріз гідротехнічних споруджень і будинків гідроелектростанції:

1 — кран для підйому водозамикаючих щитів; 2 — гребля; 3 — водозамикаючий щит; 4 — спіральна камера; 5 — робоче колесо гідротурбіни; 6 — генератор; 7 — підвищувальний трансформатор; 8 — труба, що відсмоктує

Гідроелектростанції в порівнянні з тепловими електростанціями мають більш високий коефіцієнт корисної дії, вимагають менших експлуатаційних витрат і дозволяють одержувати електроенергію, вартість кожної кіловат-години якої в кілька разів нижче.

3.3. Поняття про енергосистему та електросистему

Енергетична система — це сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж та вузлів споживання, об'єднаних процесом виробництва, передавання й розподілу електричної та теплової енергії і пов'язаних загальним оперативним, а також господарським управлінням.

Електричну енергію не можна накопичувати у великій кількості, не передаючи її споживачу, оскільки виробництво електричної енергії та її споживання — це неперервний і єдиний в часі процес.

Паралельна робота електростанцій на загальну електричну мережу забезпечує раціональний розподіл навантаження між ними, найкраще використання встановленої потужності станцій, підвищення надійності електропостачання споживачів і відпускання їм енергії з нормальними якісними показниками за частотою та напругою.

Електроенергетична система — це частина енергосистеми, що складається з підстанцій, ліній електропередач різної напруги і споживачів електричної енергії, об'єднаних спільністю процесу виробництва, передавання, розподілу та споживання електричної енергії.

Електричною мережею називають сукупність електроустановок для передавання й розподілу електричної енергії, до складу якої входять підстанції, розподільні пристрої, струмопроводи, повітряні та кабельні лінії електропередачі, що діють на певній території.

Приймачі електричної енергії (електроприймачі) — це апарати, агрегати або механізми, які призначені для перетворення електричної енергії на інші види енергії.

Споживачі електричної енергії — це електроприймачі або група електроприймачів, об'єднаних технологічним процесом, які розміщені на певній території.

Вироблювана електрична енергія надходить до місця споживання через систему взаємозалежних передавальних, розподіляючих і перетворюючих електроустановок. Передача електроенергії здійснюється по повітряних лініях електропередачі з напругою від кількох сотень до сотень тисяч вольт. Електрична енергія передається по системних повітряних мережах з напругою 35, 110, 150, 220 кВ і вище по шкалі номінальної напруги, передбаченої стандартом. Розподіл електроенергії здійснюється за допомогою центра живлення (ЦЖ), розподільних пунктів (РП) і розподільних ліній (РЛ).

Центром живлення називаються розподільні пристрої (РП) генераторної напруги електростанції або вторинної напруги понижуючої підстанції енергосистеми з регулятором напруги, до якого приєднані розподільні мережі даного району.

Розподільним пунктом називається підстанція промислового підприємства або міської електричної мережі, призначена для прийому та розподілу електроенергії з однією напругою без її перетворення.

Розподільною лінією називається лінія, що живить ряд трансформаторних підстанцій від ЦЖ або РП або вводи до електроустановок споживачів.

Підстанцією називається електрична установка, що служить для перетворення і розподілу електроенергії та складається із трансформаторів або інших перетворювачів електроенергії, розподільних пристроїв напругою до 1000 В і вище, акумуляторних батарей, апаратів керування та допоміжних споруд.

Електропостачання промислових, міських і сільських споживачів електроенергією здійснюється від трансформаторних підстанцій, основним елементом яких є трансформатор, що перетворює (трансформує) електроенергію однієї напруги в електричну енергію іншої (більш високої або більш низької) напруги. Принципову схему передачі та розподілу електричної енергії показана на рис. 3.4. Електрична енергія, що виробляється

генераторами з номінальною напругою 10—15 кВ, надходить у трансформатори електростанції А, де її напруга підвищується до 220 кВ, після чого вона подається на збірні шини відкритої підстанції цієї електростанції, а потім за допомогою ЛЕП 220 кВ передається на шини 220 кВ понижуючої підстанції, зв'язаної також ЛЕП 220 кВ із електростанцією Б.

На понижуючій підстанції напруга електричної енергії з 220 кВ знижується трансформаторами до 10 (або 6) кВ і з цією напругою вона подається до розподільного пункту, а від нього до підстанцій ПС1, ПС2, ПС3 із силовими трансформаторами, що знижують у свою чергу напругу до 380 (або 220) В, тобто до значень, з якими електроенергія надходить споживачам.

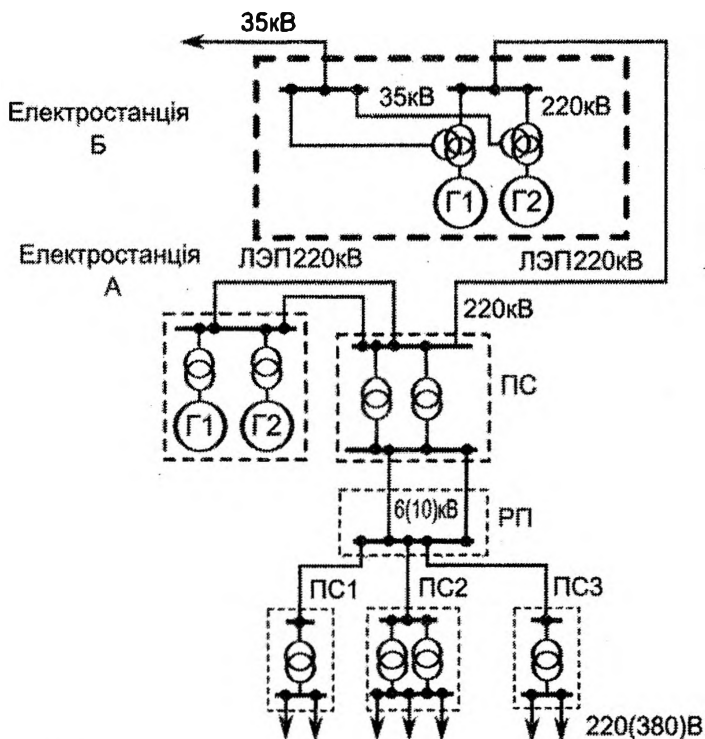


Рис. 3.4. Принципова схема передачі та розподілу електроенергії: Г1, Г2 — генератори; ПС, ПС1, ПС2, ПС3 — підстанції; РП — розподільний пункт

Електрична енергія використовується: в електродвигунах на рухові цілі; у лампах накаливання та люмінесцентних лампах для освітлення; в електричних печах, гальванічних ваннах і різних апаратах для забезпечення технологічних процесів; в електрозварювальних агрегатах для зварювання металів і для інших цілей.

При споживанні електричної енергії відбувається процес її зворотного перетворення: в електродвигунах електроенергія перетворюється в механічну; у лампах накаливання — спочатку в теплову, а потім в енергію світлового потоку; в електронагрівальних печах — у теплову і т. ін. Ці перетворення також супроводжуються втратами, переважно у вигляді тепла, що випромінюється в навколишнє середовище.

Виробництво, передача і споживання електричної енергії здійснюються при певній напрузі, що встановлено стандартами. Для електродвигунів і різних електричних апаратів номінальною є напруга, на яку розрахована їхня ізоляція і за якою забезпечується їхня нормальна робота, гарантована заводом-виготовлювачем. Номінальна напруга електроустаткування обов'язково вказується в його паспорті (для електродвигунів, апаратів) або клеймі (для реле, приладів та ін.).

Номінальна напруга визначає нормальну роботу електричної апаратури. Так, на балоні або цоколі лампи накаливання зазначено, що вона розрахована на напругу 220 В. Це означає, що якщо її підключити до мережі з напругою 220 В, вона буде створювати нормальний для неї світловий потік і працювати тривалий час, гарантований заводом-виготовлювачем. Якщо напруга мережі буде менше номінальної напруги лампи, то строк її служби трохи збільшиться, але світловий потік різко скоротиться, і навпаки, при збільшенні напруги мережі понад номінальної лампа буде давати більше світла, але при цьому строк її служби стане в багато разів менше. На роботу електродвигунів живляча напруга впливає в такий спосіб. При підвищенні напруги понад номінальної обмотки двигуна надмірно нагріваються, створюється небезпека ушкодження ізоляції. Якщо ж електродвигун працює при зниженій напрузі, то значно зменшується його номінальна потужність, що в підсумку також приводить до перегріву обмоток.

З точки зору електропостачання сучасне промислове місто з багатотисячним населенням являє собою величезне число електроприймачів. Тут і верстати на промислових підприємствах, і міський електротранспорт, і освітлення вулиць, будинків, навчальних, торговельних, культурних установ і т. ін. Перерва в постачанні електроенергії небажана для будь-якого споживача, але якщо для одних споживачів перерва в електропостачанні ще допустима на нетривалий час, то для інших вона повинна бути взагалі виключена. Наприклад, короткочасна перерва в постачанні електроенергії на такі об'єкти, як промислові підприємства з автоматичними лініями, металургійні заводи, шахти, хімічні комбінати, заподіює великий економічний збиток, може викликати масовий брак продукції, вихід з ладу устаткування і навіть створити небезпеку для здоров'я і життя людей. А відключення електроенергії в житловому будинку створює тільки певні незручності для його мешканців.

Щодо забезпечення надійності електропостачання електроприймачі поділяються на такі три категорії:

— перша категорія — електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може спричинити небезпеку для життя людей, значну шкоду народному господарству, пошкодження дорогоцінного основного обладнання, масовий брак продукції, розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства. Зі складу цієї категорії виділяється особлива група електроприймачів, безперервна робота яких необхідна для безаварійного зупинення виробництва з метою запобігання загрози життю людей, вибухів, пожеж і пошкодження дорогоцінного основного обладнання;

— друга категорія — електроприймачі, перерва в електропостачанні яких призводить до масового недовипуску продукції, простою робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських і сільських жителів;

— третя категорія — решта електроприймачів, які не підпадають під визначення електроприймачів першої та другої категорій.

Електроприймачі першої категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних взаємно резервуючих джерел живлення, і перерва в їх електропостачанні при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення може бути допущена тільки на час автоматичного відновлення живлення.

Для електропостачання особливої групи електроприймачів першої категорії повинно бути передбачено допоміжне живлення від третього незалежного взаємно резервуючого джерела живлення.

Таким джерелом для особливої групи електроприймачів першої категорії і як другим джерелом живлення для решти електроприймачів цієї категорії можуть бути місцеві електростанції, електростанції енергосистем, спеціальні агрегати безперебійного живлення, акумуляторні батареї та ін.

Електроприймачі другої категорії рекомендується забезпечувати електричною енергією від двох незалежних взаємно резервуючих джерел живлення. Для електроприймачів цієї категорії при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення допустимою є перерва в електропостачанні на час, необхідний для введення резервного живлення діями чергового обслуговуючого персоналу або виїзною оперативною бригадою. Живлення електроприймачів другої категорії допускається по одній повітряній або кабельній лінії.

Для *електроприймачів третьої категорії* електропостачання може виконуватися від одного джерела живлення за умови, що перерва в електропостачанні, необхідна для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищує одну добу.

Стандартний ряд напруги для джерел і перетворювачів електричної енергії такий:

змінна напруга — 6; 12; 28,5; 42; 62; 115; 120; 208; 230; 400; 690В;
1,2; 3,15; 6,3; 10,5; 13,8; 15,75; 18; 20; 24; 27; 38,5; 121; 242; 347; 525; 787 кВ;

постійна напруга — 6; 9; 12; 28,5; 48; 62; 115; 230; 460; 690; 1200; 3300; 6600 В.

Стандартний ряд постійної і змінної напруги для приймачів електричної енергії такий: 0,6; 1,2; 62,4; 6; 9; 12; 27; 40; 60; 110; 127; 220; 380; 660 В; 1,14; 3; 6; 10; 20; 35; 110; 220; 330; 500; 750; 1150 кВ.

Частина електричної енергії перетворюється для різних технологічних цілей у змінний струм підвищеної або зниженої частоти. Номінальні значення частот такі:

- для джерел електричної енергії — 50; 400; 1000; 10 000 Гц;
- для перетворювачів і приймачів електричної енергії — 50, 400, 1000, 2000, 4000, 10 000 Гц. Допускається використання для живлення електричних ручних машин і електронагрівальних печей частоти 200 Гц та ін.

3.4. Класифікація приміщень та електроустановок

Всі вимоги, правила та норми, пов'язані зі спорудженням і реконструкцією електроустановок до 500 кВ, в тому числі на спеціальні електроустановки, зведені в *Правилах улаштування електроустановок* (ПУЕ), виконання яких обов'язково для всіх будівельних, проектних і монтажних організацій.

У ПУЕ перераховані вимоги до електричних мереж та елементів електропостачання; зазначені правила вибору провідників по нагріванню та економічній щільності струму, а також електричних приладів та апаратів за умовами короткого замикання; наведені загальні вимоги та вказівки по установці електротехнічного устаткування, регулюючі положення по безпеці робіт при монтажі та експлуатації електротехнічних пристроїв, обсяг і норми приймально-здавальних випробувань електроустановок.

Приміщення та електроустановки класифікуються залежно від характеру навколишнього середовища, небезпечності ураження людей електричним струмом, ступеня вибухонебезпечності, ступеня пожежонебезпечності, кліматичного виконання, місця розміщення під час експлуатації.

Залежно від характеру навколишнього середовища й вимог щодо захисту від його дії приміщення поділяються на сухі, з нормальним середовищем, вологі, сирі, особливо сирі, жаркі, пильні та приміщення з хімічно активним середовищем.

Сухими вважаються приміщення, в яких відносна вологість повітря не перевищує 60 %.

Приміщення з **нормальним середовищем** — це сухі приміщення, в яких температура не перевищує 30 °С, відсутні технологічний пил, активне хімічне середовище, а також пожежо- та вибухонебезпечні речовини.

Вологі приміщення характеризуються двома ознаками: пара або конденсаційна волога виділяються тільки короткочасно в невеликій кількості, а відносна вологість повітря перевищує 60 %, але не більша ніж 75 %.

У *сирих приміщеннях* відносна вологість повітря перевищує 75 %, в особливо сирих — досягає 100 % (стеля, стіни, підлога, предмети в приміщенні покриваються вологою).

У *жарких приміщеннях* під дією різних теплових випромінювань температура перевищує постійно або періодично (понад одну добу) +35 °С.

У *пилних приміщеннях* за умовами виробництва технологічний пил виділяється в такій кількості, що може накопичуватися на проводах, проникати всередину машин, апаратів та ін. Такі приміщення поділяються на приміщення із струмопровідним і неструмопровідним пилом.

У приміщеннях з *хімічно активним середовищем* постійно або протягом тривалого часу містяться агресивні пари, гази та рідини, утворюються відкладення, що руйнують ізоляцію і струмопровідні частини електрообладнання.

Залежно від небезпеки ураження людей електричним струмом приміщення поділяються на приміщення з *підвищеною небезпекою, особливо небезпечні* та приміщення *без підвищеної небезпеки*.

Наявність хоча б одного з наступних факторів — повітря з відносною вологістю понад 75 %, струмопровідного пилу, струмопровідної підлоги (металевої, земляної, залізобетонної, цегляної та ін.), високої температури (тривало перевищує 35 °С), можливість одночасного дотику людиною з'єднаних із землею металоконструкцій будівель, технологічних апаратів, механізмів з одного боку та металевих корпусів електрообладнання з іншого — створює підвищену небезпеку в приміщеннях.

Особлива небезпека в них буде за наявності значної сирості, присутності хімічно активних або органічних речовин, а також тоді, коли підвищену небезпеку в приміщеннях створюють два чи більше зазначених вище фактори.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки фактори, що створюють небезпеку, відсутні.

За ступенем вибухонебезпечності вибухонебезпечні зони поділяються на класи В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa.

У приміщеннях класу В-I за нормативними умовами виробництва можуть нетривалий час утворюватися вибухонебезпечні суміші горючих газів або пари горючих рідин з повітрям чи іншим окислювачем.

До приміщень класу В-Ia належать такі, в яких вибухонебезпечні суміші парів і газів можуть утворюватися тільки під час аварій або через несправність устаткування.

Для приміщень класу В-Iб характерні тільки місцеві утворення вибухонебезпечних сумішей парів і газів у повітрі та в незначних об'ємах при надійно діючій вентиляції.

До класу В-Iг належать такі зони за межами приміщень, в яких можуть утворюватися вибухові суміші горючих газів або парів.

У зонах класу В-II можуть утворюватися в повітрі вибухонебезпечні суміші завислого горючого пилу при нормальних режимах роботи технологічного устаткування, а в приміщеннях класу В-IIа — тільки під час його аварій або через несправності.

За ступенем пожежонебезпечності приміщення поділяються на класи П-I, П-II, П-IIа. П-III.

До приміщень класу П-I належать такі, в яких є горючі рідини, що мають температуру займання понад $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ (здатні самостійно горіти після видаляння джерела запалювання).

До приміщень класу П-II належать такі, в яких виділяються горючий пил або волокна з нижньою концентраційною границею запалювання понад 65 г/м^3 відносно об'єму повітря.

До приміщень класу П-IIа належать такі, в яких є горючі речовини.

До класу П-III належать місця, які знаходяться ззовні приміщень і в яких є горючі рідини, що мають температуру займання понад $61\text{ }^{\circ}\text{C}$, або тверді горючі речовини (відкриті склади мінеральних масел, вугілля, торфу, дерева та ін.).

За кліматичним виконанням електроустановки виготовляються для районів з кліматом помірним (У — «умеренным»), холодним (Хл), тропічним вологим (ТВ), тропічним сухим (ТС), тропічним сухим і вологим (Т) або мають загально-кліматичне (О — «обще-климатическое») виконання.

У районах з *помірним кліматом* середня температура повітря з щорічних абсолютних максимумів і мінімумів відповідно дорівнює $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче, $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище.

У районах з *холодним кліматом* середня температура повітря з щорічних абсолютних мінімумів нижча ніж $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

У районах з *тропічним сухим кліматом* середня температура повітря з щорічних абсолютних максимумів дорівнює $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ чи вище.

У районах з *тропічним сухим і вологим кліматом* температура повітря дорівнює $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище, відносна вологість — 80% і більше протягом 12 год за одну добу і більше за період від двох місяців до одного року.

Електроустановки, які можна використовувати одночасно в усіх кліматичних районах, мають загально-кліматичне виконання.

За місцевим розміщенням при експлуатації електроустановки різного кліматичного виконання поділяються на п'ять категорій:

— перша категорія — на відкритому повітрі;

— друга категорія — в приміщеннях або під навісом, де коливання температури та вологості повітря несуттєво відрізняються від коливань на відкритому повітрі і де є порівняно вільний доступ зовнішнього повітря;

— третя категорія — в закритих приміщеннях з природною вентиляцією без штучно регульованих кліматичних умов, де коливання температури та вологості повітря, а також дії пилу й пилу значно менші, ніж на відкритому повітрі;

- четверта категорія — приміщення зі штучно регульованими кліматичними умовами;
- п'ята категорія — в приміщеннях з підвищеною вологістю.

Запитання для самоконтролю

1. Що являє собою енергосистема?
2. Дайте визначення центру живлення, розподільному пункту, розподільній лінії, розподільній підстанції.
3. Назвіть основні властивості електроенергії.
4. Що є основним елементом підстанції?
5. Які вам відомі категорії споживачів електроенергії?
6. Що розуміють під якістю електроенергії?
7. Поясніть схему передачі та розподілу електроенергії.
8. У яких пристроях відбувається зворотне перетворення енергії?
9. Яка напруга для електродвигунів вважається номінальною?
10. З якою напругою здійснюється живлення електроприймачів?
11. Як збільшити термін служби лампи накаливання?
12. Як впливає напруга живлення на роботу електродвигуна?

Розділ 4. УЛАШТУВАННЯ І МОНТАЖ ЕЛЕКТРОПРОВОДОК

4.1. Організація електромонтажних робіт

Продумана і чітка організація електромонтажних робіт є однією з основних умов підвищення продуктивності праці, зростання виробітку, скорочення термінів виконання робіт і зниження їх собівартості. Найкраща організація електромонтажних робіт може бути досягнута за наявності *проекту виконання електромонтажних робіт* (ПВЕР).

Відомості, переліки та специфікації складають окремо на виробі, які надсилаються заводами, і на продукцію *майстерень електромонтажних заготовок* (МЕЗ).

Електромонтажні роботи повинні виконуватися відповідно до затвердженого проекту електропостачання й електроустановок об'єкта, тому організуючими факторами є висока якість цього об'єкта та детальне його знання електромонтажниками.

Проект електроустановки складається, як правило, з пояснювальної записки, кошторису, специфікації (матеріалів, устаткування і різних конструкцій), однолінійних розрахункових схем, поповерхових планів та інших документів.

Пояснювальна записка містить технічне й економічне обґрунтування прийнятих проектувальниками проектних рішень.

Кошторис є документом для фінансування й оплати виконаних електромонтажних робіт.

Специфікація містить найменування, технічні характеристики та зазначення кількості устаткування, різних конструкцій, а також основних і допоміжних матеріалів, необхідних для виконання всього обсягу електромонтажних робіт на об'єкті.

Поповерхові плани показують, як повинні прокладатися магістральні та розподільні мережі й шинні конструкції, в яких зазначаються марки і переріз проводів, шин та кабелів, а також способи їх прокладання.

В поповерхових планах даються також описи і графічне зображення будівельної частини поверхів та окремих елементів будівлі, розміщення закладних частин, каналів, борозен, ніш, отворів і гнізд, спеціально утворених в процесі спорудження будівлі або наявних у готових будівельних деталях заводського виготовлення (блоках, панелях, плитах та ін.), призначених для прокладання електропроводок, встановлення щитів, кріплення шин, підвішування світильників тощо.

За наявності затвердженого проекту приступають до підготовки електромонтажних робіт, які починають, як правило, з приймання будівельної частини будівель і споруд «під монтаж». Будівлі та споруди приймаються представником електромонтажної організації або майбутнім керівником електромонтажних робіт за участю представника будівельної організації, що виконала будівельні роботи на цьому об'єкті.

Під час приймання будівельної частини будівель і споруд той, хто приймає, перевіряє:

1) стан та відповідність до проекту наявних у приміщеннях і на сходових клітках каналів, борозен, ніш і отворів, призначених для каналізації електроенергії;

2) наявність завершених оштукатурених поверхонь у приміщеннях, де проектом передбачено відкрите прокладання проводів або кабелів;

3) можливості нормального і безпечного ведення електромонтажних робіт одночасно з будівельними, сантехнічними та іншими роботами або окремо від них;

4) наявність умов, що забезпечують збереження змонтованого електростаткування та його захист від атмосферних опадів і можливих пошкоджень при будівельних або опоряджувальних роботах.

Приймання будівель або споруд під монтаж оформляють відповідним актом.

При готовності будівельних частин і споруд під монтаж представники будівельної та електромонтажної організації складають спільний графік робіт так, щоб виконання електромонтажних робіт за термінами майже збігалось з будівельними і лише в окремих випадках дещо відставало від останніх. Узгоджені графіки затверджуються керівниками (головними інженерами) будівельних і монтажних організацій.

Стадії електромонтажних робіт. Підвищенню ефективності монтажу (високій продуктивності праці) сприяють раціональні технологічні операції і послідовність їх виконання. З цієї точки зору слід визнати найбільш раціональним ведення монтажу в одну стадію. Такий монтаж починають після закінчення будівельних робіт, у процесі виробництва яких виконувалось встановлення закладних деталей, утворення отворів, борозен, проходи крізь стіни і перекриття, роботи по підготовці траси. При одностадійному монтажі послідовно по ділянках траси на кожній із них повністю виконують всі монтажні операції, починаючи з підготовки місць кріплення опорних конструкцій. Потім встановлюють конструкції, прокладають і закріплюють струмопроводи і після цього випробовують їх. Така організація робіт дає змогу пройти трасу за один раз, повністю виконавши весь монтажний процес.

Якщо неможливо виконати монтаж в одну стадію, його виконують в дві стадії.

На першій стадії підготовляють траси ліній для складання на них струмопроводів, встановлюють опорні конструкції, а також несучі конструкції, що не ввійшли в комплект струмопроводу (деталі для їх кріплення закладають у процесі виконання будівельних робіт). Безпосередньо на будівельній ділянці встановлюють закладні та кріпильні частини, а також монтують комунікації для схованого прокладання проводів і кабелів: у цей же час в майстернях електромонтажних заготовок (МЕЗ) здійс-

нують складання елементів електроустановок у вузли і блоки, стендову заготовку проводок і кабельних ліній, комплектацію обладнання і матеріалів, а також ревізію і попередню наладку електрообладнання.

На другій стадії всі електромонтажні роботи відбуваються безпосередньо на будівельному майданчику. Під час неї встановлюють елементи комплектних струмопроводів і блоки із них, комплектні струмопроводи зі своїми несучими конструкціями на опорних конструкціях, прокладають на несучих конструкціях проводи і кабелі, що не ввійшли до комплектних струмопроводів, встановлюють електроприймачі та світильники, монтують шинопроводи, тролейні лінії кранів, підключають струмопровідні жили проводів і кабелів до обладнання, здійснюють кріплення і з'єднання, а також випробовують змонтовані струмопроводи і проводи. Роботи другої стадії виробництва електромонтажу виконують в приміщеннях і спорудах, повністю підготовлених для монтажу електроустановки.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке ПВР та ПВЕР і для чого вони служать?
2. З чого складається проект електроустановки?
3. Що містить пояснювальна записка?
4. Що таке кошторис?
5. Що таке специфікація?
6. Які роботи виконують на першій стадії електромонтажних робіт?
7. Які роботи виконують на другій стадії електромонтажних робіт?

4.2. Основи електромонтажних робіт

4.2.1. Електромонтажні матеріали та вироби

Матеріали та вироби, що застосовуються для монтажу електроустановок, можна розподілити на *чотири основні групи*: електричні кабелі, проводи та шнури; електроізоляційні матеріали та вироби; метал і труби; монтажні та електроустановчі вироби і деталі.

Проводом називається виріб, який складається з однієї неізольованої або однієї й більше ізольованих жил, зверху яких залежно від умов прокладання та експлуатації можуть бути неметалева оболонка та (чи) обплетення дротом або волокнистими матеріалами.

Кабелем називається виріб, який складається з однієї або більше ізольованих жил (провідників), уміщених у металеву чи неметалеву оболонку, зверху якої залежно від умов прокладання та експлуатації може бути відповідне захисне покриття, в яке може входити броня.

Шнур — це дві або більше ізольованих гнучких або особливо гнучких жил, скручених або прокладених паралельно, зверху яких можуть бути накладені неметалеві оболонки та захисні покриття.

Номинальний переріз струмопровідних жил проводів і кабелів вибирається згідно з чинними нормативними документами:

1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800; 1000 мм².

Для розподілу електричної енергії в силових і освітлювальних мережах, а також для енергопостачання електроустановок використовують установочні проводи. Вони бувають з гумовою, полівінілхлоридною та поліетиленовою ізоляцією. Струмопровідні жили виготовляють з мідних, алюмінієвих і алюмомідних дротів.

Кабелі та проводи застосовуються для каналізації (передачі та розподілу) електричної енергії, а також для сполуки різних елементів електроустановок. Кабелі розподіляються на силові та контрольні. Останні призначені для створення ланцюгів контролю, сигналізації, дистанційного керування та автоматики. Крім того, випускаються кабелі спеціального призначення, наприклад, для гірських розробок, суднові, для рухливої сполуки та ін.

Кабель складається з однієї або більше ізольованих струмопровідних жил, укладених у герметичну (металеву або неметалеву) оболонку, поверх якої залежно від умов прокладки та експлуатації можуть бути броня і захисні покриття.

Основними елементами кабелів є струмопровідні жили, ізоляція, оболонка, броня та зовнішні покриття. Залежно від призначення та умов експлуатації кабелів окремі елементи в їхній конструкції можуть бути відсутні. Струмопровідні жили виготовляються з алюмінію або міді.

Провідникова *мідь* являє собою очищений від різних домішок метал червоножовтогарячих кольорів з температурою плавлення 1083 °С і температурним коефіцієнтом лінійного розширення рівним $17 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Мідь має гарні механічні властивості та пластичність, що дозволяє одержувати з неї дрот діаметром 0,03—0,01 мм, а також тонкі стрічки. Провідникова мідь дуже стійка до атмосферної корозії, чому сприяє тонкий шар оксиду, яким вона покривається на повітрі і який перешкоджає подальшому проникненню в неї кисню.

Дріт з міді маленького діаметра має більше руйнівне напруження при розтяганні та більший питомий електричний опір. Для проводів дуже малого діаметра (0,01 мм), призначених для роботи при підвищених температурах (вище 300 °С), застосовують дрот, виготовлений з безкисневої міді, що відрізняється найбільшою чистотою.

Температурний коефіцієнт питомого опору $\text{TK} = 0,0043 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ для всіх марок міді.

Алюміній є другим після міді провідниковим матеріалом завдяки його порівняно великій провідності та стійкості до атмосферної корозії. На повітрі алюміній дуже швидко покривається тонкою плівкою оксиду, що надійно захищає його від проникнення кисню. У той же час ця плівка

має значний електричний опір, тому в погано зачищених місцях сполук алюмінієвих проводів можуть бути великі перехідні опори.

При потраплянні вологи в місця сполуки алюмінієвих проводів із проводами з інших металів можуть утворитися гальванічні пари. При цьому алюмінієва проводка буде руйнуватися виникаючими місцевими гальванічними струмами. Щоб уникнути утворення гальванічних пар, місця сполук необхідно ретельно захищати від вологи (наприклад, лакуванням). Алюмінієві проводи та струмоведучі деталі можна з'єднувати один з одним гарячим або холодним зварюванням, а також пайкою, але із застосуванням спеціальних припоїв і флюсів.

Для електричної ізоляції жил кабелю застосовують просочений кабельний папір, гуму, пластмасу (полівінілхлорид, поліетилен та ін.).

Кабельний папір є основним ізоляційним матеріалом, що застосовується у кабелях високої напруги. Після намотування на кабель його просочують електроізоляційним маслом. При намотуванні на кабельну жилу стрічки з паперу піддають механічному натягненню. Тому кабельний папір повинен мати досить високу механічну міцність при розтяганні та перегибах. Кабельний папір випускається для ізоляції жил силових кабелів, розрахованих на напруги 35, 110 та 220 кВ.

Характерною властивістю *гуми* є її велика еластичність, тобто здатність сильно подовжуватися при розтяганні без залишкового подовження після зняття навантаження, що розтягує. Слід також зазначити високу водостійкість і газонепроникність гум та їх гарні електроізоляційні характеристики. Основним компонентом всіх гум є натуральний або синтетичний каучук.

Поліетилен — твердий непрозорий матеріал білого або ясно-сірого кольору, трохи жирний на дотик. Це термопластичний матеріал, що надходить на заводи у вигляді гранул. Вироби з поліетилену одержують методами лиття під тиском, гарячого пресування та екструзії (при нанесенні поліетиленової ізоляції на проводку, а також при виготовленні ізоляційних шлангів і труб).

Полівінілхлорид являє собою порошок білого кольору, з якого одержують гарячим пресуванням або гарячим видавлюванням механічно міцні вироби (плаги, труби та ін.), стійкі до впливу мінеральних масел, багатьох розчинників, лугів і кислот. Гарячим пресуванням порошкоподібного полівінілхлориду одержують твердий, жорсткий матеріал — *вініпласт* у вигляді листів, пластин, труб і стрижнів, що володіють високою механічною міцністю та мають гарні електроізоляційні властивості.

Паперова просочена ізоляція кабелів поступово витісняється пластмасовою ізоляцією, що також має високі діелектричні властивості, але її вологостійкість і вологонепроникність, хімічна стійкість і механічна міцність дозволяють обходитися без металевих герметичних оболонок, завдяки чому зменшуються маса кабелю і його зовнішні розміри, а також спрощуються технології виготовлення та монтажу.

Оболонки кабелів можуть бути свинцевими, алюмінієвими, гумовими, пластмасовими. Вони захищають ізоляцію струмопровідних жил від впливу світла, вологи, хімічних речовин та інших факторів навколишнього середовища, а також від механічних ушкоджень.

Захисне покриття кабелів забезпечує їхню надійність і довговічність при експлуатації в різних умовах прокладки. Залежно від цих умов кабелі можуть бути неброньованими або броньованими сталевими стрічками, а також прямокутними або круглими оцинкованими дротами із зовнішніми захисними покриттями з волокнистих матеріалів, пластмас та ін.

Силовий чотирижильний кабель із паперовою ізоляцією показано на рис. 4.1.

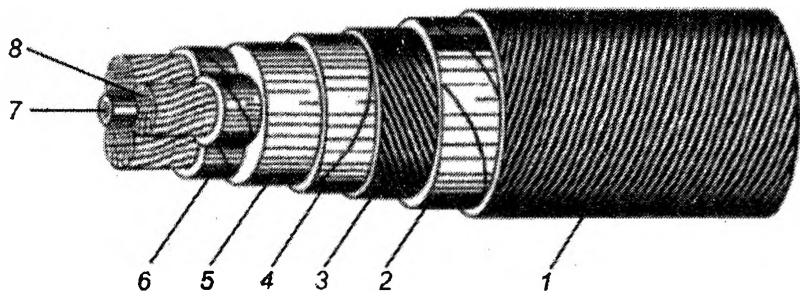


Рис. 4.1. Чотирижильний кабель:

1, 4 — покривна та внутрішня оболонки; 2 — броня; 3 — подушка; 5 — поясна паперова ізоляція; 6 — жильна ізоляція; 7 — нульова жила; 8 — струмопровідна жила

Нормальне зовнішнє покриття поверх броні кабелю складається з паперу, шару бітумної сполуки або бітуму, просоченої кабелювальною пражі, другого бітумного шару та крейдового покриття, що охороняє витки кабелю від злипання.

У марках кабелів застосовуються наступні позначення: оболонка — С (свинцева), А (алюмінієва), Н (негорюча гума), В (полівінілхлоридна); захисне покриття — Б (броня зі стрічок), П (броня із плоских дротів); відсутність зовнішнього покриву — Г (голий), а також у них можуть бути букви, що вказують на наявність інших елементів конструкції. Наприклад, якщо марка починається з букви О, це вказує на наявність у кабелі окремо освинцьованих жил. Кабелі з мідними (алюмінієвими) жилами:

ВВГ (АВВГ) — з полівінілхлоридною ізоляцією та оболонкою;

ПВГ (АПВГ) — з поліетиленовою ізоляцією та полівінілхлоридною оболонкою;

ВВБ (АВВБ) — з полівінілхлоридною ізоляцією та оболонкою, броньований сталевими стрічками із зовнішнім покриттям;

ПВБ (АПВБ) — з поліетиленовою ізоляцією та полівінілхлоридною оболонкою, броньований сталевими стрічками із зовнішнім покриттям.

Широко застосовуються для магістральних мереж силові кабелі марки ААШв (АШв) з алюмінієвими (мідними) жилами, паперовою просоченою ізоляцією, в алюмінієвій гладкій оболонці, у полівінілхлоридному шлангу, які розраховані на напругу 1—10 кВ і прокладаються в приміщеннях, каналах, тунелях і землі (траншеях). Поверх алюмінієвої оболонки цих кабелів під полівінілхлоридним шлангом є концентричні шари бітумної сполуки та стрічки полівінілхлоридного пластику.

Полівінілхлоридний пластикат — це гнучкий рулонний матеріал, який виготовляється з порошку полівінілхлориду, змішаного із пластифікаторами — густими олієподібними рідинами. Цей матеріал широко застосовується як основна ізоляція монтажних проводів, а також для виготовлення захисних оболонок — шлангів кабелів. Полівінілхлоридний пластикат звичайно буває пофарбований у чорний, синій, червоний, жовтий та інші кольори. З нього виготовляють гнучкі ізоляційні трубки та липку ізоляційну стрічку. Характерною властивістю полівінілхлоридних матеріалів є те, що винесені з полум'я, вони припиняють своє горіння.

Провід являє собою одну незольовану жилу або одну та більше ізольованих жил, поверх яких залежно від умов прокладки та експлуатації можуть бути неметалева оболонка та металеві або неметалеві захисні покриття.

Проводи розділяються на ізольовані та незольовані, захищені та незахищені. **Неізольовані (голі) проводи**, що застосовуються в основному для прокладки повітряних ліній, можуть бути алюмінієвими, сталю-алюмінієвими, мідними, бронзовими та сталевими. **Ізольовані проводи** можуть мати тільки алюмінієві та мідні струмопровідні жили. Як електрична ізоляція жил проводів застосовується гума та пластмаса.

Для захисту від механічних впливів, світла та вологи проводи покривають оболонкою з гуми, пластмаси або металевих стрічок з фальцьованим швом. Проводи, що мають зовнішню захисну оболонку, називають захищеними, а проводи, що не мають захисної оболонки, — незахищеними. Проводи мають також легке захисне покриття у вигляді стрічки з бавовняної пряжі, просоченої протигнільною сполукою.

Шнур складається із двох або більше ізольованих гнучких або особливо гнучких жил, скручених або покладених паралельно, поверх яких залежно від умов експлуатації можуть бути неметалева оболонка та захисні покриття. Шнури відрізняються від проводів гнучкістю багатодрових жил.

У маркуванні проводів і шнурів перша буква А вказує матеріал струмопровідної жили — алюміній (відсутність букви А означає, що струмопровідна жила з міді). Друга буква П позначає провід, а третя — матеріал ізоляції (Р — гума, В — полівінілхлорид, П — поліетилен). У марках проводів і шнурів можуть бути й інші букви, наприклад: О — оплітка, Т — прокладка в трубах, П — плоский елемент із розділювальною основою, Ф — металева фальцьована оболонка, Г — гнучкість та ін.

Проводи та кабелі розрізняють за кількістю та перерізом жил, а також номінальною напругою. Кількість жил може бути від однієї до чотирьох (контрольні кабелі мають від чотирьох до тридцяти семи жил); а переріз — від 0,75 до 600 мм². Стандартним є такий переріз жил: 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625 та 800 мм².

Проводи виготовляють на напругу 380, 660 та 3000 В змінного струму, кабелі — на всю стандартну напругу до 110 кВ.

Для монтажу електропроводок крім проводів застосовуються також кабелі з невеликим перерізом, гумовою або пластмасовою ізоляцією та захисною оболонкою (марок АНРГ, АВРГ, АСРГ та ін.)

Запитання для самоконтролю

1. Для чого потрібен кабель та з чого він складається?
2. Що являють собою проводи та шнури?
3. Що застосовують як ізоляцію кабелю?
3. Які бувають оболонки кабелів?
4. Чим відрізняється провід від кабелю та шнур від проводу?
5. Які вам відомі проводи?
6. Де застосовується кабель марки АНРГ та як розшифровується його маркування?
7. Розшифруйте маркування проводу ППР, назвіть галузь його застосування.

4.2.2. Метал і труби

Прокат чорних металів у вигляді кутової, смугової, листової та круглої сталі застосовується для виготовлення різних монтажних виробів, деталей і конструкцій, а також для заземлення елементів електроустановок. Для виконання електромонтажних робіт найчастіше за все використовують кутову рівнобічну сталь малих і середніх розмірів (перерізу) від 20×20×3 до 70×70×6 мм, смугову сталь товщиною від 4 до 8 мм і шириною від 20 до 80 мм, листову сталь товщиною від 0,8 до 4 мм і довжиною листа до 2000 мм і сталевий дріт діаметром від 2,5 до 8 мм. Рідше застосовують швелерну та круглу сталі.

Сталеві водогазопровідні звичайні труби застосовуються для електропроводки тільки в тих випадках, коли за умовами навколишнього середовища неприпустимий інший вид проводки, наприклад на хімічних підприємствах з вибухонебезпечним або хімічно активним середовищем, ряді металургійних виробництв та ін. У сухих, вологих, жарких і курних приміщеннях переважно використовуються сталеві тонкостінні електрозварні та неметалеві труби.

Гнучкі металорукави служать для захисту проводів на введеннях в електроустановку та у місцях перетинів трубних проводок з іншими

комунікаціями. Рукава випускають трьох типів: зі сталеві оцинкованої стрічки з бавовняним ущільненням марки РЗ-Ц-Х, зі сталеві оцинкованої стрічки з азбестовим ущільненням марки РЗ-Ц-А та з алюмінієвої стрічки з бавовняним ущільненням і мідною луженою опліткою марки РЗ-АД-Х-Л. Перші можуть бути з діаметром 15, 18, 20, 22, 25, 29, 32, 38, 50 мм і масою 1 м від 0,26 до 1,3 кг; другі — з діаметром 12, 15, 18, 22 мм і масою 1 м від 0,14 до 0,45 кг; треті — з діаметром 25, 27, 29, 34, 38, 42 мм і масою 1 м від 0,47 до 0,91 кг.

Для електропроводки замість сталевих труб часто використовують полімерні труби — вініластові, поліетиленові, поліпропіленові.

Вініластові труби виготовляють чотирьох видів: легкі (Л), середньо-легкі (СЛ), середні (З) і важкі (В). Як захисні оболонки використовуються труби шести діаметрів від 16 до 63 мм, з товщиною стінок від 1,8 до 2,2 мм і довжиною 5—8 м.

Залежно від товщини стінок поліетиленові труби підрозділяють на легкі (товщина стінок від 2 до 3 мм), середньолегкі (від 2 до 4,7 мм), середні (від 2 до 6,7 мм) і важкі (від 2 до 10,5 мм), вони можуть бути також низької та високої щільності (останні з меншою товщиною стінок). Їх виготовляють із зовнішнім діаметром від 16 до 63 мм і постачають у бухтах до 25 м.

Поліпропіленові труби розрізняють двох видів — легкі (з товщиною стінок 2; 2,4 та 2,8 мм) і середні (2; 2,3; 2,8 та 3,6 мм) із зовнішнім діаметром від 16 до 63 мм.

Металовироби — це гвинти, шайби, шурупи, болти, гайки. Найчастіше використовуються гвинти довжиною від 10 до 50 мм при діаметрі різьби від 3 до 10 мм. Шайби випускаються під болти всіх стандартних діаметрів. Крім нормальних застосовують також пружинні шайби для посилення контактних сполук. Шурупи з напівкруглою голівкою випускаються діаметром 3 мм і довжиною від 12 до 30 мм; діаметром 4 мм і довжиною від 22 до 60 мм; діаметром 5 мм і довжиною від 25 до 70 мм.

Як шини при виконанні електромонтажних робіт застосовуються в основному прямокутні алюмінієві смуги, а в спеціальних випадках, обґрунтованих у проєкті, — мідні. При змінному струмі до 200 А та постійному струмі використовується плоска, кругла або трубчаста сталь. Монтаж ошиновки акумуляторних приміщень виконується круглими мідними шинами.

Алюмінієві прямокутні шини застосовують для струмопроводів, розподільних пристроїв, зборок та інших електротехнічних пристроїв. Випускають їх шириною від 10 до 120 мм і товщиною від 3 до 12 мм. Мідні шини випускають шириною від 16 до 120 мм і товщиною від 4 до 30 мм.

Запитання для самоконтролю

1. Де застосовується прокат чорних металів?
2. Які види труб ви знаєте?
3. Що таке металовироби?
4. Що являють собою шини?
5. Які труби застосовуються для різних проводок?
6. Для чого служать гнучкі металорукави?
7. Як підрозділяються труби залежно від товщини стінок?
8. Назвіть галузь застосування алюмінієвих шин.

4.2.3. Монтажні та електроустановлювальні вироби

Монтажні вироби використовуються у всіх електричних установках і при всіх видах електромонтажних робіт та операцій. Вони застосовуються при підготовці трас для прокладання проводів, кабелів, шин і при їхній прокладці, закріпленні, сполучі та приєднанні до машин, приладам та апаратам, використовуються для захисту їх від впливів навколишнього середовища та механічних ушкоджень, а також для установки приладів, апаратів, світильників та ін.

Вироби та деталі для прокладки проводів і кабелів. *Лоток* являє собою зварену металеву гратчасту конструкцію, що складається із двох паралельних профілів або пластин (смуг). Для прокладки проводів і кабелів застосовують зварені та перфоровані лотки, які комплектуються різними деталями: куточками, кутками для поділу проводів, що прокладають, і кабелів різних ланцюгів, підвісками та пряжками для кріплення кабелів на зварених лотках, притисками для кріплення лотків до кабельних полиць.

Короби являють собою профілі прямокутної форми з листової сталі зі знімними кришками. Виготовляють короби наступних розмірів: 60×30, 220×117 мм та ін. Короби комплектують із прямих секцій, хрестовин, трійників, косинців для повороту траси в горизонтальній площині, по вертикалі нагору та униз, торцевих кришок і сполучних скоб, а також допоміжних деталей для кріплення до будівельних конструкцій — скоб і підвісів. Довжина прямої секції короба 3 м. Сталеві короби КЛ-1 і КЛ-2 служать для прокладки в них живильних проводів і підвіски до них люмінесцентних світильників в один і два ряди.

Кабельні конструкції, призначені для прокладки кабелів у виробничих приміщеннях, гунелях, каналах та інших кабельних спорудженнях, збираються зі стандартних елементів — стійок і полиць (рис. 4.2).

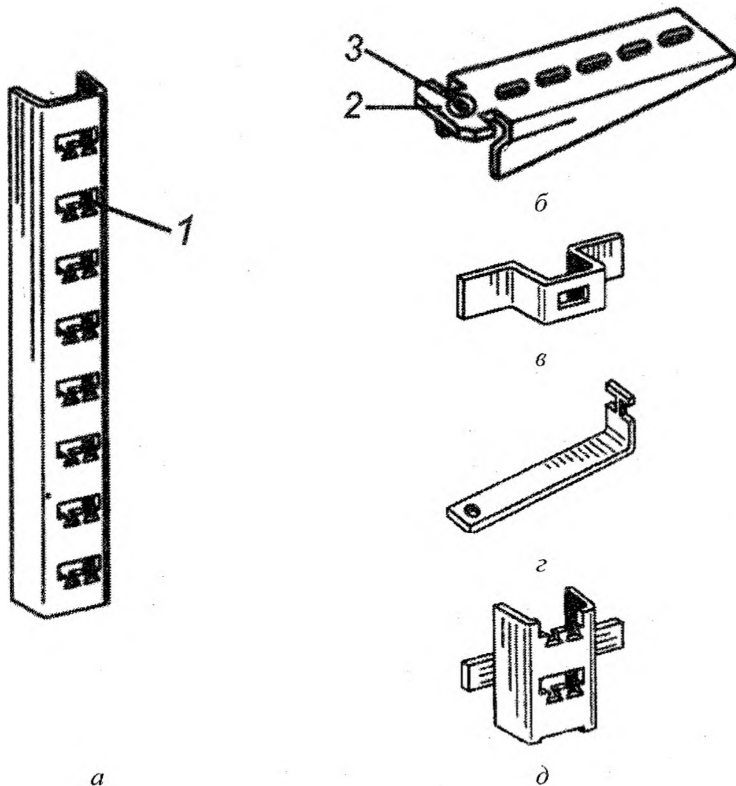


Рис. 4.2. Кабельні конструкції:
a — стійка; *б* — полка; *в* — скоба; *г* — підвіска; *д* — основа;
 1 — язичок; 2 — хвостовик; 3 — овальний отвір

Стойки, укомплектовані полками, закріплюються в будівельних основах. на полках прокладають кабелі горизонтальними рядами. При зборці кабельних конструкцій хвостовик 2 полиці вставляється в отвір стійки так, щоб язичок 1, наявний на стійці, увійшов в овальний отвір 3 хвостовика полки. Потім спеціальним ключем 2 (рис. 4.3) язичок повертається на 90°, у результаті чого утвориться нероз'ємна сполука полиці зі стійкою, а також необхідний електричний контакт. Стойки можуть бути висотою 400, 600, 800, 1200 та 1800 мм із числом овальних отворів для установки полиць відповідно 8, 12, 16, 24 та 36. Довжина полиць 160, 250, 350 та 450 мм.

Кабелі укладають безпосередньо на полках або в лотках, що встановлюються на них (рис. 4.4). Нові серії кабельних конструкцій (КП160ц...КП167ц) виготовляються з оцинкованої сталі.

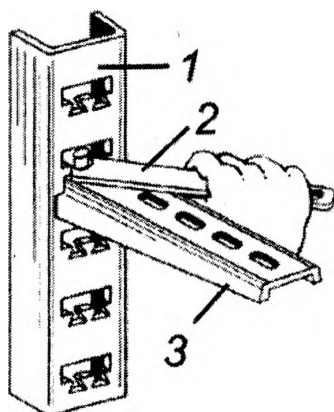


Рис. 4.3. Кріплення полиці до стійки:
1 — стійка; 2 — ключ; 3 — полка

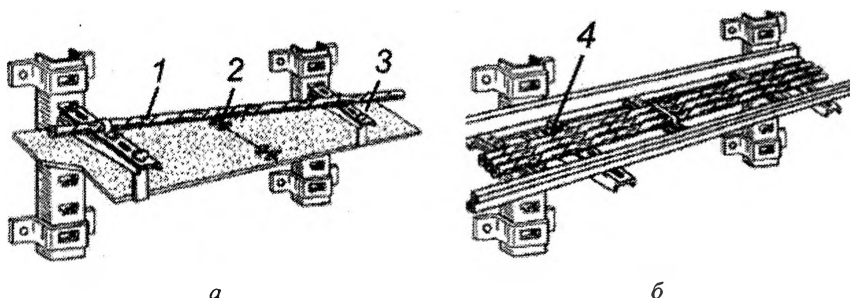


Рис. 4.4. Прокладка кабелів на полках (а) і в лотках (б):

1 — кабель; 2 — з'єднувач перегородок; 3 — перегородка з азбоцементної плити;
4 — притиск

Різновидом збірних кабельних конструкцій є стійки із підвісками для прокладки кабелів рядами у вертикальній площині. Додатково до цих основних виробів для прокладки кабелів випускаються деякі комплектуючі деталі: скоби для кріплення кабельних стійок пристрілюванням; лотки для укладання сполучних муфт на збірних кабельних конструкціях; основи для установки однієї полиці та для укладання і сполуки азбоцементних розділових перегородок; підвіски та з'єднувачі.

З'єднання і відгалуження проводів виконуються в сталевих і пластмасових коробках різних розмірів для різних видів електропроводок. Коробки для тросової електропроводки та для проводки в трубах розглядаються далі.

Монтажні профілі та смуги з перфорованої сталі. Заводами випускаються вироби із перфорованої сталі — смуги, швелери, рейки та інші монтажні профілі з перфорацією, які забезпечують виготовлення різних опорних і кріпильних конструкцій з мінімальними трудовими витратами в майстернях і при монтажі. З них виконують рами та каркаси для зборки блоків щитків і пускових пристроїв, їх використовують для підвіски зібраних у блоки світильників і кріплення труб, проводів і кабелів. Застосування монтажного профілю із закладеною гайкою дозволяє кріпити труби, кабелі, апарати без підготовки нових отворів при зміні місць кріплення. З перфорованої смуги легко виготовити планки, скоби, траверси. Смуги із пружками полегшують закріплення труб або кабелів прив'язкою. Ці пружки мають вирізи для закріплення в перфорації смуги та прямокутні отвори для підвісок, що кріплять кабелі або труби.

Наконечники та гільзи. Для окінцівки та з'єднання жил проводів і кабелів випускаються:

- мідні наконечники серій Т і П;
- мідноалюмінієві наконечники серії ТАМ і штифтові серії Т і П;
- алюмінієві наконечники серії ТА і мідні гільзи серії ГМ;
- алюмінієві гільзи серії ГА та гільзи для однодротових жил серії ГАО;
- відгалужуючі стиски в пластмасовому корпусі.

Наконечники та гільзи використовуються для жил проводів і кабелів з перетинами до 240 мм^2 включно. З'єднання та відгалуження однодротових алюмінієвих проводів з перетинами $2,5\text{—}10 \text{ мм}^2$ виконуються в гільзах серії ГАО з одnobічним і двобічним заповненням їх жилами. При цьому максимальний сумарний перетин всіх жил — $32,5 \text{ мм}^2$. Випускають також алюмінієві наконечники, формовані із прутка, з поздовжніми ребрами на внутрішній трубчастій частині.

Виробами для монтажу шин є **шинотримачі**, перехідні пластини, шинні компенсатори, проміжшинні прокладки, ізоляційні вставки, шайби та ін. Шинотримачі серій ШП і ШР для кріплення плоских шин (одиначних і по 2—3 штуки в пакеті з різними перетинами, шириною від 40 до 120 мм і товщиною від 4 до 12 мм) на площину та ребро, а також шинотримачі для кріплення профільних шин (з коробчастим перетином) показано на рис. 4.5. Для приєднання алюмінієвих шин до мідних плоских або стрижневих виводів електричних апаратів і машин застосовують перехідні мідно-алюмінієві пластини серії МА і пластини серії АП зі сплаву марки АД31Т1. При розмірах шин від 4×40 до 10×120 мм довжина пластин повинна бути від 100 до 190 мм, сполука їх зварна.

Для компенсації температурних подовжень протяжних ділянок алюмінієвої ошиновки використовують шинні компенсатори шириною 50—120 мм і товщиною 6—10 мм. З'єднання їх із шинами зварне.

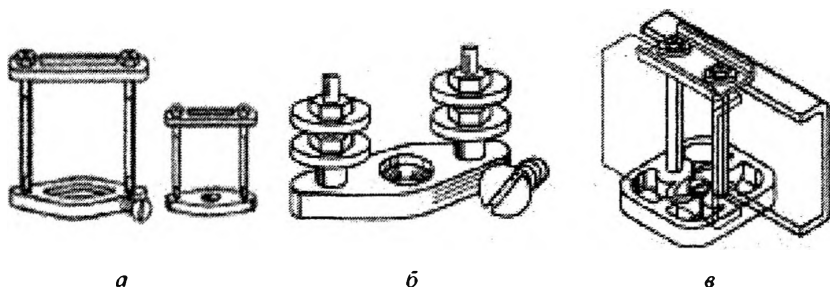


Рис. 4.5. Шинотримачі для кріплення плоских шин на площину (а) і ребро (б) і для кріплення профільних шин (в)

Для фіксації зазорів у пакеті плоских мідних та алюмінієвих шин служать проміжшинні прокладки розміром $110 \times 28 \times 8$ та $150 \times 22 \times 10$ мм, для секціонування шинних магістралей із плоских шин — ізоляційні вставки. Для болтових сполук алюмінієвих шин застосовують спеціальні сталеві шайби серій А8, А10 та А12 товщиною 3—4 мм і діаметром 18, 22, 28 мм, а також серій АС-12 та АС-16 товщиною 4 та 6 мм і діаметром 34, 38 мм.

Складальні затиски (рис. 4.6) служать для з'єднання проводів вторинних ланцюгів, прокладених по панелях, з контрольними кабелями. За конструкцією розрізняють:

- нормальні затиски серії КНБ, які служать для безкільцевого (втичного) сполучення жил проводів і кабелів перетином $1,5$ — 6 мм²;
- нормальні затиски серії КН, призначені для з'єднання двох проводів різних ділянок ланцюга перетином $1,5$ — 6 мм². Кінці проводів і жил кабелів у цьому випадку вигнуті в кільце;
- спеціальні затиски серії КС-3М, які служать для підключення двох проводів і сполучення їх із сусідніми аналогічними затисками, а також для підключення жил проводів, вигнутих у кільце. Їхнім різновидом є спеціальний кінцевий затиск серії КСК-3М, призначений для встановлення перемички зі складальними затисками КС-3М при відсутності приладів у ланцюзі трансформатора струму (у кінцевому затиску перемичка встановлюється тільки з однієї сторони; конструкція такого затиску передбачає підключення жили проведення перетином $1,5$ — 6 мм², вигнутої в кільце);
- щитові іспитові затиски серії ЗЦІ призначені для перевірки та випробування вторинних ланцюгів. Конструкція затиску дозволяє з'єднувати кілька проводів одного призначення (під кожен контактний гвинт — одне проведення).

Іспитовий затиск являє собою пластмасову основу з укріпленою на ньому латунною контактною частиною, що складається із двох вигнутих контактних планок, з'єднаних містком. Ці затиски закріплюють на рейках серії ДО109 за допомогою хвостовика пластмасової основи та пружинки.

Така конструкція дозволяє встановлювати та замінити затиски в будь-якому місці рейки — з торця та у середині.

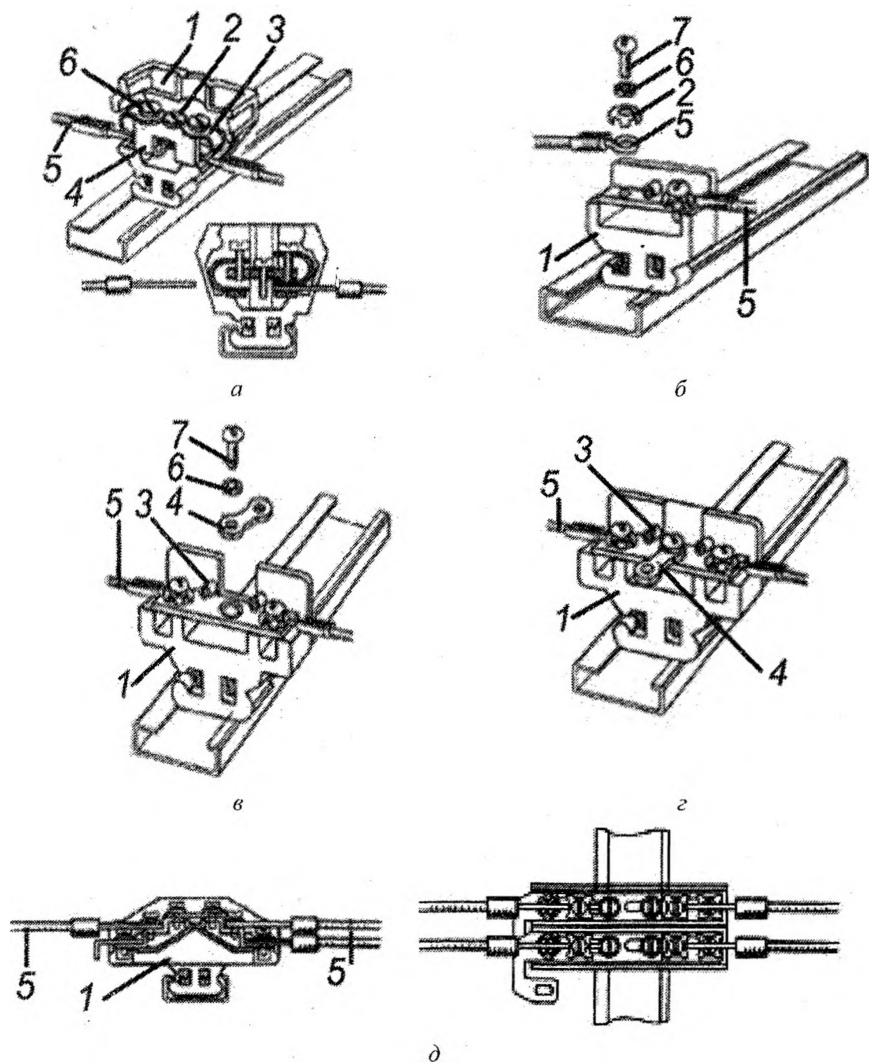


Рис. 4.6. Складальні затиски:

- a* — нормальний серії КНБ; *б* — нормальний серії КН;
- в* — спеціальний серії КСК-ЗМ; *г* — спеціальної кінцевої серії КС-ЗМ;
- д* — іспитовий серії ЗШІ; 1 — корпус; 2, 6 — відповідно пружинна та обмежувача шайби; 3 — контактна пружина; 4 — вкладиш для безкільцевого (торцевого) підключення проводів; 5 — проведення вторинних ланцюгів; 7 — гвинт

Фіксація та маркування груп складальних затисків виконується за допомогою маркувальних колодок серії КМ-5.

Для монтажу проводки вторинних ланцюгів випускають і інші вироби: шайби-зірочки для приєднання алюмінієвих жил контрольних кабелів, бирки-наконечники та пластмасові маркувальні бирки, втулки, наконечники, трубки та ін.

Запитання для самоконтролю

1. Що являє собою лоток?
2. Що таке кабельна конструкція?
3. Які вироби застосовуються для окінцівки жил кабелю?
4. Які вам відомі вироби для монтажу шин?
5. Для чого служать монтажні смуги та профілі з перфорованої сталі?
6. Як підрозділяються складальні затиски за конструкцією?
7. Де застосовуються вироби для монтажу шин?
8. Як виробляється з'єднання мідних та алюмінієвих шин?

4.3. Класифікація електропроводок

Електропроводки за способом виконання підрозділяються на відкриті та сховані. *Відкритою* називається електропроводка, прокладена по поверхні стін, стель, ферм, станин машин, а *схованою* — електропроводка, прокладена в конструктивних елементах будинків (стінах, стелях, підлогах, фундаментах і т. ін.). Відкрита електропроводка може бути *стаціонарною, пересувною і переносною*.

Зовнішніми є електропроводки, прокладені по зовнішніх стінах будинків і споруджень, під навісами, а також між будинками на опорах (не більше чотирьох прольотів до 25 м кожний) поза вулицями та дорогами. Зовнішня електропроводка може бути відкритою і схованою, мати різні конструктивні форми, що визначають методи її монтажу з урахуванням умов навколишнього середовища, правил техніки безпеки, пожежної безпеки та інших факторів.

Розрізняють змінювані й незмінні приховані проводки. До *змінюваних* відносяться електропроводки, виконані таким чином, що в процесі експлуатації дроти можуть бути замінені без руйнування будівельних конструкцій. До проводок такого типу належать проводки різного роду в трубах, в каналах і пустотах будівельних конструкцій, з яких при необхідності проводи можуть бути витягнуті й затягнуті знов.

Проводки, виконані проводами, наглухо закладеними в тілі будівельних конструкцій (під шаром штукатурки, по перекриттях в конструкції підлог), називаються *незмінними*.

Способи виконання проводок визначаються з урахуванням наступних чинників: умов середовища в приміщенні, призначення приміщення, особ-

ливостей будівельних конструкцій і технології, зручності експлуатації, економіки. Слід враховувати, що терміни виконання електромонтажних робіт багато в чому залежать від прийнятого способу проводки.

Відкриті електропроводки виконуються на ізолюючих опорах, безпосередньо на будівельних основах, лотках, тросах, а сховані — у металевих і неметалевих трубах, під штукатуркою, у замкнутих каналах будівельних конструкцій будинків, замоноличеними в будівельні конструкції при їхньому виготовленні, у глухих коробах. *Внутрішні* мережі, які прокладаються всередині приміщень, можуть мати і відкриті, і сховані електропроводки, але переважніше відкриті безтрубні проводки як менш трудомісткі, більш економічні та відповідаючи вимогам індустріального монтажу (попередня заготівля та комплектація вузлів і деталей проводок на технологічних лініях у майстернях монтажних організацій).

Вид і спосіб прокладання проводів визначається характером навколишнього середовища відповідно до вимог ПУЕ (табл. 4.1). Перевантаження струмом проводів та кабелів призводить насамперед до обгорання ізоляції у місцях приєднання проводів до апаратів або до електроприймачів. Можливо не тільки обгорання ізоляції проводів, але і деталей корпусів, до яких кріпляться струмоведучі частини, що приводить до виходу з ладу апаратів і панелей коробок затискачів електроприймачів. Усунути це явище можна лише заміною проводів або кабелів.

Таблиця 4.1

Види електропроводки і способи прокладання проводів і кабелів залежно від характеристики навколишнього середовища

Приміщення або середовище	Види електропроводки	Способи виконання проводки
1	2	3
Сухі	Відкриті	Безпосередньо по конструкціях і по поверхнях, які не горять або погано горять; у трубах, коробах, лотках, гнучких металевих рукавах, а також захищеними кабелями
	Відкриті	Безпосередньо по конструкціях і поверхнях, що горять; на роликах і ізоляторах, трубах, коробах, лотках, а також кабелями і захищеними проводами
	Сховані	В трубах, глухих коробах, замкнутих каналах будівельних конструкцій споруд, а також спеціальними проводами
Вологі	Відкриті	Безпосередньо по конструкціях і поверхнях, що не горять або погано горять; на роликах і ізоляторах, у сталевих трубах і коробах, а також захищеними кабелями і проводами

1	2	3
Вологі	Відкриті	Безпосередньо по конструкціях і поверхнях, що горять; на роликах і ізоляторах, у сталевих трубах і коробах, а також кабелями і захищеними проводами
	Сховані	В трубах, глухих коробах, а також спеціальними проводами
Сирі й особливо сирі	Відкриті	Безпосередньо по конструкціях і поверхнях, що горять і не горять, на роликах та ізоляторах для сирих місць, в сталевих трубах, а також кабелями
	Сховані	У трубах (ізоляційних, вологостійких, сталевих)
Жаркі	Відкриті	Безпосередньо по конструкціях і поверхнях, що горять і не горять, на роликах та ізоляторах, в сталевих трубах, коробах, лотках, а також кабелями і захищеними проводами
	Сховані	В ізоляційних і сталевих трубах.

У разі перевантаження струмом можуть загорітися і самі дроти і кабелі.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке електропроводка?
2. Для чого служать електропроводки?
3. Як поділяються електропроводки за способом виконання?
4. Які бувають відкриті електропроводки?
5. Які бувають сховані електропроводки?
6. В яких приміщеннях можна прокладати відкриті електропроводки?
7. В яких приміщеннях можна прокладати сховані електропроводки?

4.4. Вибір проводів та кабелів

При виборі проводів та кабелів треба враховувати умови зовнішнього середовища в місці їх прокладання, напругу, при якій вони будуть працювати, і струм навантаження (табл. 4.2).

При цьому враховується також допустимий спосіб прокладки проводів і кабелів.

Найменший переріз струмопровідних жил проводів і кабелів при монтажі електропроводок наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.2

Довгостроково припустимі струмові навантаження, А, для проводів з полівінілхлоридною і гумовою ізоляцією

Перетин струмо- провідної жили, мм ²	Прокладені відкрито проводи		Прокладені в одній трубі			
	мідні	алюмінієві	два проводи		три проводи	
			мідні	алюмінієві	мідні	алюмінієві
0,75	15	—	—	—	—	—
1	17	—	16	—	15	—
1,5	23	—	19	—	17	—
2,5	30	24	27	20	25	19
4	41	32	33	28	35	28
6	50	39	46	36	42	32
10	80	68	70	50	60	47
16	100	80	85	60	80	60
25	140	105	115	85	100	80
35	170	130	135	100	120	95
50	215	165	185	140	170	130

Таблиця 4.3

Найменший переріз струмопровідних жил проводів і кабелів у електропроводках

Проводи та їх призначення	Переріз мідних жил, мм ²	Переріз алюмі- нієвих жил, мм ²
1	2	3
Шнури для приєднання болтових електроприймачів	0,35	—
Кабелі для приєднання переносних і пересувних електроприймачів у промислових установках	0,75	—
Скручені двожильні проводи для стаціонарного прокладання на роликах	1,0	—
Незахищені ізольовані проводи для стаціонарного прокладання всередині приміщень:		
а) безпосередньо по основах на роликах і тросах;	1	2,5
б) на лотках, у коробах (крім глухих): жили проводів приєднують до гвинтових затискачів пайкою;	0,35—1,0	2,5
в) на ізоляторах	1,5	4,0
Захищені і незахищені проводи й кабелі, що прокладаються в каналах або замонолічено (в будівельних конструкціях чи під штукатуркою)	1,0	2,5

1	2	3
Незахищені ізольовані проводи в зовнішніх електропроводах: а) по стінах, конструкціях чи опорах на ізоляторах; вводи від повітряних ліній; б) під навісом на роликах	2,5	4,0
	1,5	2,5
Незахищені і захищені ізольовані проводи й кабелі в трубах, металічних рукавах і глухих коробах, кабелі і захищені ізольовані проводи для стаціонарного прокладання (без труб, глухих коробів і рукавів): а) жили проводів приєднані до гвинтових затискачів; б) жили проводів приєднані пайкою: одножильні багатожильні	1,0	2,5
	0,5	—
	0,35	—

Для захисту ізоляції від дії світла, вологи, хімічних речовин, а також для оберігання від механічних дій більшість дротів, кабелів і шнурів забезпечуються оболонками.

Орієнтовні області вживання проводів і кабелів наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Області вживання проводів і кабелів

Марка	Характеристика	Переважна область вживання	Кількість жил	S , мм ²
1	2	3	4	5
ПВ-1	З мідною жилою з ПВХ-ізоляцією	Прокладка в пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають	1	0,5—95
ПВ-2	Те ж, гнучкий	Приєднання ОП, встановлених на рухомих кронштейнах	1	2—95
АПВ	З алюмінієвою жилою, з ПВХ-ізоляцією	Прокладка в трубах і пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають	1	2—120
ППВ	З мідними жилами, плоский з розділовою підставою, (ПХВ)	Відкрита проводка по будівельних конструкціях	2; 3	0,75—4

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5
АППВ	Те ж, з алюмінієвими жилами	Те ж саме	2; 3	2—6
АМПВ	З алюмомідною жилою, з ПХВ-ізоляцією	Прокладка в трубах і пустотних каналах	1	1—10
АМППВ	Те ж, плоский з роздгнутою підставою	Нерухома відкрита прокладка	2; 3	1,5—6
ПРТО	З мідною жилою, в оплітці, просочений протигнільним складом	Прокладка в трубах, що не згорають	1,2,3, 7, 10	0,75—120
АПРТО	Те ж, з алюмінієвою жилою	Те ж саме	Те ж	2,5—120
ВВГ	Кабель з мідними жилами з ПХВ ізоляцією, в ПХВ оболонці, неброньований	Для відкритої прокладки у виробничих приміщеннях, а також у землі (траншеях)	1,2,3,4	1,5—50
АВВГ	Те ж, з алюмінієвими жилами	Те ж саме	1,2,3,4	2,5—50
ВБВ	Те ж, з мідними жилами з ПХВ ізол., броньований із зовнішнім покритвом з ПХВ	Для відкритої нерухокої прокладки; на трасах з великою різницею рівнів	2,3,4	1,5—95
АВБВ	Те ж, з алюмінієвими жилами	Те ж саме	2,3,4	2,5—120

Металеві оболонки є самими герметичними. Найчастіше їх виготовляють з свинцю і алюмінію. У порівнянні зі свинцевими оболонками алюмінієві механічно більш міцні, мають меншу вагу і краще протистоять вібраціям. Свинцеві оболонки володіють більшою механічною стійкістю. Проводи і кабелі з гумовою і пластмасовою ізоляцією забезпечуються оболонками з гуми або пластмаси. З метою захисту оболонок від механічних пошкоджень і корозії застосовуються захисні покриття: броня і зовнішній покрив. У вибухонебезпечних приміщеннях слід застосовувати кабелі і проводи з мідними жилами. Забороняється застосування проводів і кабелів з поліетиленою ізоляцією або оболонкою у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу не допускається застосування неізольованих проводів (виняток — проводи для заземлення). Ізольовані проводи без оболонок можуть бути застосовані тільки усередині розподільних пристроїв, оболонок апаратів.

4.5. Підготовка трас електропроводок

4.5.1. Організація монтажу електропроводок

Сучасний індустріальний монтаж електропроводок виконується у дві стадії. Перша стадія — це підготовчі та заготівельні роботи поза зоною монтажу (у МЕЗ) і безпосередньо на монтажних об'єктах, друга стадія — прокладка проводів по підготовлених трасах з виконанням всіх підключень.

Заготовлені в МЕЗ вузли з матеріалами, виробами та деталями, які необхідні для виконання всього комплексу робіт, укладаються в контейнери та транспортуються на об'єкт. Контейнери комплектують відповідно до числа поверхів, прольотів (або секцій) і квартир житлових будинків. Стелажі контейнерів звичайно розділяються на відсіки, що мають маркування. Якщо контейнер комплектується для житлового будинку, заготовки укладаються у відсіки по окремих квартирах у послідовності, що відповідає розташуванню їх по поверхах.

Роботи першої стадії монтажу безпосередньо на об'єкті складаються з підготовки трас для прокладки проводів, прокладки заземлюючих провідників, установки закладних елементів і деталей для наступного кріплення до них електроустаткування та електроконструкцій (якщо вони не були передбачені в проекті та не встановлені будівельниками). Ці роботи виконуються одночасно із загально-будівельними роботами, але при певному рівні готовності об'єкта, тобто відповідно до вимог БНіП при можливості забезпечення нормального та безпечного ведення електромонтажних робіт, захисту устаткування, що монтується, кабельних виробів та електроматеріалів від впливу атмосферних опадів, ґрунтових вод, низьких температур, а також від забруднення та випадкових ушкоджень при виконанні подальших робіт суміжними організаціями.

До початку робіт другої стадії повинні бути повністю закінчені будівельні та опоряджувальні роботи в електротехнічних приміщеннях, включаючи монтаж і випробування опалення та вентиляції.

Електромонтажні роботи другої стадії у виробничих приміщеннях виконуються одночасно з монтажем технологічного устаткування за графіком.

Борозни, канали, ніші в стінах і перекриттях для монтажу проводок та електроконструкцій відповідно до вимог БНіП повинні бути передбачені в будівельних кресленнях і виконані в процесі будівництва або в процесі виготовлення панелей і блоків на комбінатах будіндустрії. Відсутність каналів і ніш призводить до необхідності виконання трудомістких пробивних робіт.

Підготовка трас електропроводок містить у собі:

- розмітку трас і місць установки кріпильних деталей;
- пробивні роботи для установки кріпильних деталей;
- кріпильні роботи (установку кріпильних деталей у будівельних конструкціях — бетонних, цегельних, шлакоблокових).

Роботи по підготовці трас електропроводок відносяться до найбільш трудомістких, особливо при ручному їхньому виконанні.

4.5.2. Розмітка трас і місць установки кріпильних деталей

Розмітка починається із прив'язки трас до місць розташування розподільних пристроїв, введень, пускових приладів і приймачів електроенергії, тобто спочатку розмічаються місця пробивання отворів, гнізд і ніш або місця установки закладних елементів для закріплення електроустаткування, а потім визначаються та розмічаються траса електропроводки, місця проходів крізь стіни та перекриття, установки коробок, а також установки кріпильних деталей для труб, кабелів та ін.

Для розмітки електропроводок застосовуються спеціальні розмічальні інструменти (рис. 4.7).

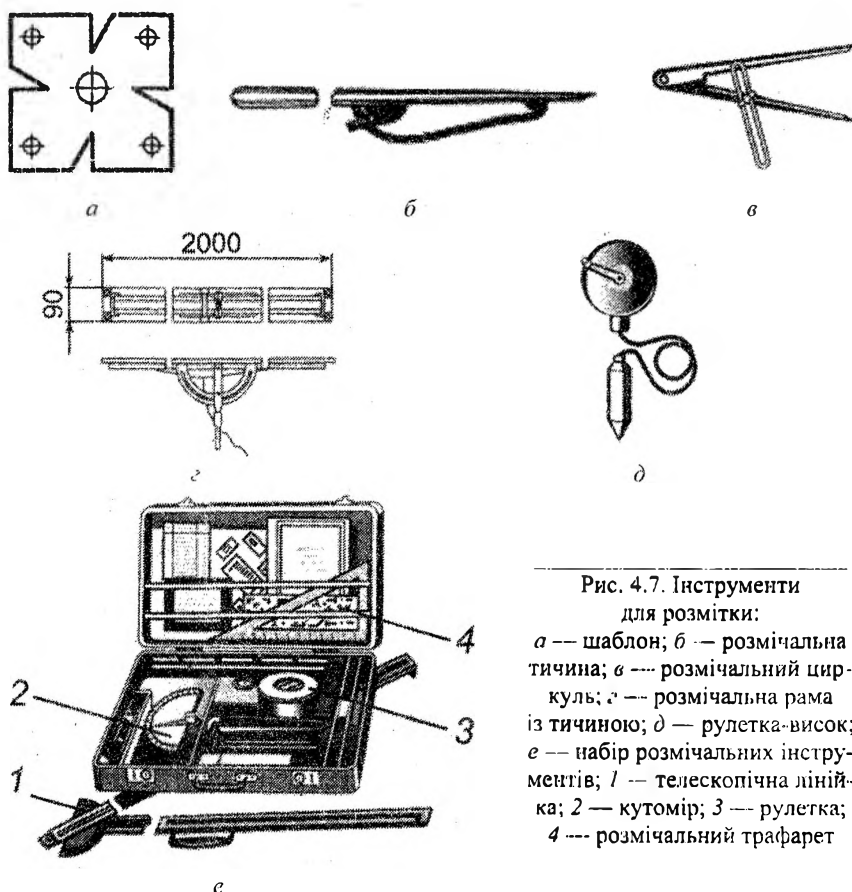


Рис. 4.7. Інструменти для розмітки:

- a* — шаблон; *б* — розмічальна тичина; *в* — розмічальний циркуль; *г* — розмічальна рама із тичиною; *д* — рулетка-висок; *е* — набір розмічальних інструментів; 1 — телескопічна лінійка; 2 — кутомір; 3 — рулетка; 4 — розмічальний трафарет

Траси відкритих електропроводок повинні розташовуватися щодо архітектурних ліній інтер'єра приміщення так, щоб бути менш помітними, тобто вони повинні проходити уздовж, а не впоперек променів світла та повторювати лінії карнизів та інших будівельних елементів.

Початок електропроводки визначається місцем установки електроапаратів, розподільних пристроїв та іншого устаткування. Потім намічуються рівень траси електропроводки над чистою підлогою та всі проходи крізь будівельні конструкції, повороти траси та обходи перешкод. Радіуси поворотів трас повинні бути не менше мінімально припустимих радіусів вигину проводів або кабелів, застосовуваних при провідці. Верхній провід горизонтального потоку прокладається на відстані не менше 50 мм від лінії карниза або не менше 100 мм від стелі.

Незахищені відкриті електропроводки з напругою вище 42 В розташовують на висоті не менше 2 м у приміщеннях з нормальними умовами та не менше 2,5 м у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних. Відкриті електропроводки з напругою до 42 В у будь-яких приміщеннях прокладають на висоті не нижче 2 м.

Висота прокладки захищених проводів (у трубах, коробах, металорукавах) не нормується.

Для тросових електропроводок роблять розмітку місць анкерних і проміжних кріплень, для електропроводок на лотках — місць установки підтримуючих конструкцій і точок їхнього кріплення до будівельних елементів будинків, при прокладці проводів і кабелів по смугах і стрічках — місць кріплення смуг, стрічок і т. ін.

При розмітці трубних трас необхідно виконувати точну прив'язку місць виходу кінців труб до електроприймачів. Опорні конструкції для прокладки трубопроводів повинні встановлюватися в одній площині точно по горизонтальних і вертикальних лініях розмітки.

Для цього на трасі проводки або ділянці траси встановлюються дві крайні деталі кріплення та між ними натягається шнур або сталевий дріт, по яких розставляються інші деталі кріплення.

Розмітка трас вертикальних і горизонтальних відкритих електропроводок виконується за допомогою розмічального шнура з дотриманням паралельності лініям сполучення стін і стель. Поперечними лініями відзначаються місця установки опорних конструкцій і кріпильних деталей у такому порядку: спочатку біля коробок, електроприймачів, на поворотах та біля проходів, а потім у проміжках між ними. Кріпильні деталі, що підтримують і закріплюють проводи та кабелі, повинні розташовуватися уздовж траси симетрично та на однакових відстанях, що не перевищують максимально припустимі по БНіП, а проходи — на одній лінії та в одній площині із проводами і кабелями, що прокладають.

При розмітці трас прокладки плоских проводів необхідно враховувати такі вимоги:

— відкрита електропроводка по стінах і перегородках прокладається уздовж архітектурних ліній (карнизів, балок, ліній художньої обробки кутів, що виступають), але на відстані до 20 мм від них;

— при схованій прокладці траса повинна легко визначатися при експлуатації проводки, щоб виключити імовірність її випадкового ушкодження (горизонтальні ділянки траси розташовуються таким чином, щоб лінії сполучення стін і стель були паралельні);

— вертикальні ділянки траси (спуски або підйоми до світильників, вимикачів і штепсельних розеток) повинні прокладатися паралельно лініям дверних і віконних прорізів або кутам приміщення;

— схована прокладка проводів по перекриттях (у штукатурці, щілинах і порожнечах плит, під плитами перекриття) повинна виконуватися по найкоротшій відстані між найбільш зручним місцем переходу її на стелю та світильником.

Розмітку трас схованих електропроводок, поглиблених у борозни стін і стель, можна робити в такий спосіб: по найкоротшій відстані від введень до електроустановки та світильників.

Місця пробивання отворів і гнізд для установки електроконструкцій часто намічають за допомогою простих розмічальних шаблонів (рис. 4.8).

При спорудженні будинків зі збірних будівельних конструкцій з відформованими в них каналами для проводів і прорізами, нішами та поглибленнями для розподільних пристроїв та електроустановчих виробів розмітку місць їхньої установки та трас електропроводок не роблять, а перевіряють придатність каналів для затягування проводів, особливо в місцях сполучення будівельних елементів будинку.

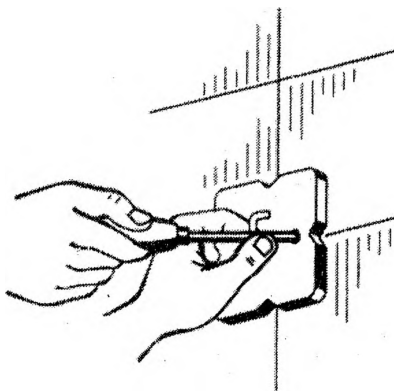


Рис. 4.8. Розмітка за шаблоном

Запитання для самоконтролю

1. Які операції містить у собі підготовка трас електропроводок?
2. Які види електропроводки ви знаєте?
3. Якими інструментами користуються при розмітці трас відкритої електропроводки?
4. Як прокладають верхні проводи горизонтальних потоків?
5. У якій послідовності відмічають місця установки опорних конструкцій?
6. Як розташовують незахищені відкриті електропроводки?
7. Назвіть особливості розмітки різних електропроводок.

4.5.3. Пробивні роботи при установці кріпильних деталей

Об'єм пробивних робіт і витрати праці на їхнє виконання при сучасних індустріальних методах монтажу різко скорочуються завдяки застосуванню прогресивних способів закріплення деталей і конструкцій у будівельних основах:

- забивання та встрілювання кріпильних дюбелів;
- установки закладних частин;
- утворення каналів, борозен, ніш, наскрізних отворів у будівельних конструкціях при їхньому виготовленні;
- приклеювання деталей електропроводок та електроустановчих виробів.

Пробивні роботи, яких повністю уникнути неможливо, повинні виконуватися механізованим способом, що скорочує витрати праці та забезпечує одержання правильних геометричних розмірів отворів, що пробивають, при мінімальному порушенні будівельних конструкцій.

Основними засобами механізації пробивних робіт є електричні свердлильні машини, електричні та пневматичні молотки та перфоратори, оснащені робочим інструментом (свердлами, бурами, шлямбурами, коронами) із пластинами із твердих зносостійких сплавів (в основному з металокерамічних сплавів марки ВК — зерен карбїду вольфраму, зцементованих металевим кобальтом).

Свердлення гнізд та отворів виконується головним чином у цегельних стінах, тому що для бетону, навіть невисоких марок твердості, воно не ефективно. Продуктивність у цьому випадку становить 10 мм у хвилину, а при влученні свердла у твердий наповнювач швидкість свердління різко знижується та відбуваються сильне нагрівання, швидке зношування та викришування твердосплавних пластинок.

Для ефективного свердлення отворів у залізобетоні використовуються електросвердлильні машини з ударно-поворотними насадками та електромолотки з ударно-обертальною дією інструмента, що мають більшу

продуктивність у порівнянні із простим свердленням внаслідок більш ефективного видалення бурового дріб'язку та потребуючих менших зусиль для їхнього втримання.

Електромагнітобур СЦ-2 (рис. 4.9), призначений для бурення отворів, складається із двох незалежних двигунів, змонтованих у дюралево-му корпусі: однофазного синхронного електромагнітного двигуна ударної дії та однофазного колекторного двигуна обертальної дії. Обидва двигуни зблоковані між собою.

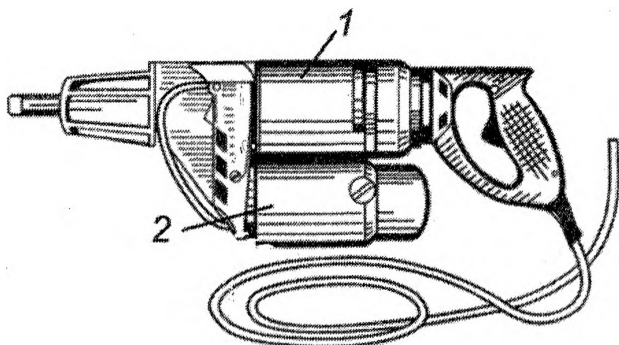


Рис. 4.9. Електромагнітобур СЦ-2:
1 — синхронний електромагнітний двигун ударної дії;
2 — колекторний двигун обертальної дії

Двигун ударної дії складається із двох котушок — прямого і зворотного ходу, зовнішнього магнітопроводу, діамантної напрямної втулки та бойка з буферною пружиною. Бойок при роботі двигуна робить усередині напрямної втулки безперервний човниковий рух і наносить по хвостовику шпинделя 3000 ударів у хвилину. Пружина служить для накопичення енергії зворотного ходу бойка. Включення двигуна здійснюється за допомогою мікровимикача, розташованого на бічній рукоятці, а живлення — випрямленим пульсуючим струмом з напругою 44 В від кремнієвих силових вентилів.

Двигун обертальної дії через триступінчастий редуктор і фрикційну муфту з'єднаний зі шпинделем, якому передає крутний момент. Робочий інструмент з'єднаний зі шпинделем за допомогою конуса. Живиться двигун змінним струмом з напругою 44 В і частотою 50 Гц. Мікровимикач розташований на задній рукоятці. Перетворювальний пристрій складається з понижуючого трансформатора 220/44 В та двох кремнієвих випрямлячів. Все устаткування змонтоване в металевому футлярі, на бічній стінці якого розташована чотирьохполюсна штепсельна розетка для присіднання кабелю. Охолодження електромагнітобура — примусове, від вентилятора колекторного двигуна.

Як робочий інструмент електромагнітобура СЦ-2 застосовують звичайні спіральні свердла по металу, оснащені пластинками із твердого сплаву. Заточують свердла з негативним кутом 90—100°.

Приведемо основні технічні характеристики електромагнітобура:

Максимальний діаметр буравлення по бетону, мм	26
Частота обертання, об/хв	420
Число ударів у хвилину	3000
Сила удару, Н	4.5
Маса (без кабелю), кг	8
Потужність двигуна, Вт:	
електромагнітного	500
колекторного	220
Потужність понижуючого трансформатора, В·А	900
Напруга двигунів, В	44
Частота струму двигунів, Гц	50
Маса перетворювального пристрою, кг	19

При роботі електромагнітобура спочатку включається електродвигун обертання шпинделя, а після введення свердла на невелику глибину в основу (3—4 обороту інструмента) — ударний двигун. Після досягнення необхідної глибини буравлення відключають ударний двигун, виймають із пробуреного отвору робочий інструмент і потім відключають двигун обертання. При підключенні електромагнітобура необхідно одночасно заземлювати його корпус.

Електросвердлильні машини бувають трьох виконань: пістолетного типу для свердлення отворів діаметром до 10 мм; з однією верхньою закритою рукояткою для отворів діаметром до 15 мм; із двома бічними рукоятками та грудним або гвинтовим упором для свердлення отворів діаметром більше 15 мм.

Електросвердлильні машини мають три основні частини: електродвигун, зубчасту передачу та шпиндель. Вони випускаються на напругу 220 В і струм промислової частоти з одинарною та подвійною ізоляцією і на напругу 36 В та струм підвищеної частоти 200 Гц. При живленні електросвердлильних машин струмом з підвищеною частотою застосовуються перетворювачі частоти. Такі машини, що мають меншу масу та двигун з короткозамкненим ротором (а не колекторний із щітковим механізмом), безпечні в роботі. Однак необхідність використання при проведенні робіт спеціальних переносних перетворювачів частоти порівняно великої маси обмежує їхнє застосування. Електросвердлильні машини з подвійною ізоляцією також безпечні в роботі, тому що два незалежні щаблі їхньої ізоляції виконані так, що ушкодження однієї з них не приводить до появи потенціалу на доступних металевих частинах.

Електрошвердлильна машина з ударно-поворотною насадкою (рис. 4.10) призначена для буравлення отворів у залізобетонних основах.

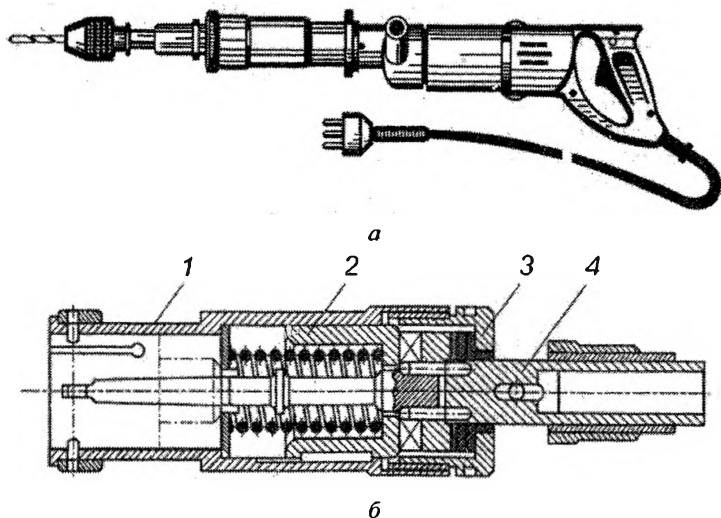


Рис. 4.10. Електрошвердлильна машина (а)
і конструкція її ударно-поворотної насадки (б):

1 — корпус; 2 — ударний механізм (бойок); 3 — голівка; 4 — шпindelь

На корпусі редуктора такої машини закріплюють насадку, що перетворює обертовий рух робочого інструмента на ударно-поворотний. Насадка складається із трьох основних частин: вала зі шпindelем 4, ударного механізму 2 (бойка) і корпусу 1. Обертання від шпindelя електрошвердлильної машини передається через вал на шпindelь насадки та робочий інструмент. Вал з'єднує обидва механізми: один його кінець вставляють у шпindelь машини, а інший — з'єднують зі шпindelем насадки двома циліндричними шпонками. Сама насадка кріпиться двома стяжними напівхомутами.

Ударний механізм складається із трьох кулачкових напівмуфт і пружини. Передня напівмуфта є частиною шпindelя насадки, а задня — частиною бойка. При обертанні шпindelя насадки бойок під дією пружини вдарає по шпindelю. Робітнику не потрібно додавати значних зусиль тому, що удар здійснюється енергією стислої пружини. Коли натискання на робочий інструмент припиняється, пружина відводить шпindelь насадки в початкове положення, і він продовжує обертатися без удару. Насадка має сферичний гумовий пилозбірник. Для кріплення робочого інструмента шпindelь насадки має внутрішній конус Морзе № 2.

Приведемо основні технічні характеристики електрошвердлильної машини з ударно-поворотною насадкою:

Максимальний діаметр буровлення, мм	15
Частота обертання шпинделя, об/хв	650
Число ударів у хвилину (три удари за один оборот шпинделя)	1950
Сила удару, кН	2,0
Маса насадки, кг	2,5
Маса насадки разом з електросвердлильною машиною, кг	5,3
Споживана потужність, Вт	270

Електричні молотки являють собою ручні машини ударної дії, у яких робочий інструмент робить зворотно-поступальне переміщення від двигуна, а поворот інструмента виконується за рахунок обертання рукоятки.

Для утворення отворів під дюбелі, пробивання наскрізних отворів у бетоні та залізобетоні застосовуються електричні перфоратори ударно-обертальної дії.

Електричні молотки і перфоратори випускаються з комплектом інструментів.

Пневматичний інструмент із масою 4—10 кг, що в 2,5—3 рази менше маси електроінструмента тієї ж потужності, має низький рівень шуму при роботі та простий в обслуговуванні, але вимагає наявності джерела стисненого повітря.

За допомогою пневматичних ручних машин, а також електричних молотків і перфораторів роблять вибірку (прорізання) борозен у бетонних будівельних основах з будь-яким наповнювачем глибиною до 60 мм і шириною більше 7 мм.

Для вибірки борозен (штроб) глибиною 20 мм і шириною 8 мм у легких стінових матеріалах (цегельних стінках і гіпсолітових перемородах) для схованої електропроводки випускають механізм МВБ-3 (що замінив механізм МВБ-2М). Продуктивність цього механізму по гіпсоліту 3,5 м/хв, а по цеглі 2 м/хв, маса 5 кг. Приводом служить електросвердлилка ПЕ1023 з подвійною ізоляцією, робочий інструмент якої — дискова фреза з впаяними по окружності пластинами із твердих сплавів. Механізм оснащено пілозбірником у вигляді смонтованого із брезенту, ручками для зручності користування, роликками для пересування його по оброблюваній площині, а також для фіксації заданої глибини борозни.

Для пробивання отворів у багатопорожневих залізобетонних міжповерхових перекриттях застосовується ударна піротехнічна колонка КК-2М (рис. 4.11). Отвір пробивається пробійником, що переміщається в стовбурі колонки під дією порохових газів (рис. 4.12). Як джерело енергії в ній використовуються безпикові патрони від В7 до В9 і П, Г2. Стовбур колонки з'єднаний з корпусом, у якому змонтований ударно-спусковий механізм. Під впливом пружини ударник наколює капсуль патрона, відбувається постріл, і під тиском порохових газів пробійник спрямовується вперед, пробиваючи отвір у плиті перекриття.

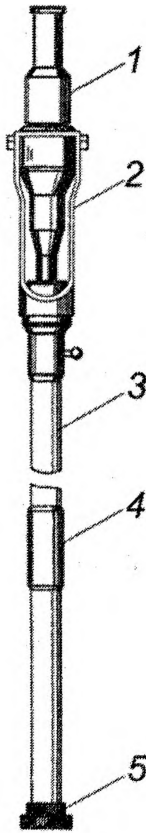


Рис. 4.11. Конструкція ударної колонки КК-2М:
 1 — піротехнічна голівка; 2 — вузол повороту та амортизація голівки;
 3 — штанга; 4 — муфта;
 5 — під'ятник



Рис. 4.12. Пробивання отвору в плиті перекриття приміщення за допомогою колонки КК-2М

У колонці КК-2М застосовується пробійник конічної форми, що забезпечує його самогальмування в пробитому отворі. Пробійник виштовхується поршнем, що перебуває в стовбурі колонки, якому при пострілі передається енергія порохових газів. Розгін пробійника до будівельної основи становить 30 мм, а за межами напрямного циліндра — 60 мм. Подальший рух пробійника обмежується амортизатором.

Колонка КК-2М має простий і надійний ударно-спусковий механізм і блокування, що виключає можливість випадкового пострілу. У конструкції пробійника передбачена раціональна схема амортизації, а також гасильний пристрій, що знижує силу звуку при пострілі. Робітник, що використовує колонку, відчуває незначну віддачу.

Маса колонки не більше 8 кг, довжина 1800 мм, максимальний діаметр отвору, що вона пробиває, 40 мм у бетоні товщиною 15—50 мм марок 200—400, максимальна продуктивність 250—300 пострілів у зміну, довговічність із використанням запчастин 5000 пострілів.

Перший постріл роблять патроном В8, але якщо отвір не пробився, його повторюють патроном з більшим зарядом В9, а якщо і цей заряд виявився недостатнім, втретє використовують патрон Г2.

Застосовувати патрони з більш високим зарядом Г3 і Г4 заборонено. Якщо після спуску ударного механізму пострілу не відбувається, це можна пояснити однією з наступних причин: осічкою через незадовільну якість патронів, ослабленням або поломкою пружини ударника, затупленням кінця ударника, забрудненням ударного механізму. Для визначення причини несправності слід повторно звести ударний механізм і зробити спуск ударника. При повторній відсутності пострілу необхідно замінити патрон і зробити 2—3-кратний спуск ударника, якщо постріл знову не відбувається, колонку здають у ремонт.

Піротехнічні колонки відрізняються простотою конструкції, зручністю в роботі, високою продуктивністю, вони не вимагають застосування протишумових навушників, безпечні та мають достатню потужність.

Запитання для самоконтролю

1. Перелічіть інструменти, призначені для пробивних і кріпильних робіт.
2. Для чого служать електромагнітобур та електросвердлильні машини?
3. Якого виконання можуть бути електросвердлильні машини?
4. Які пневматичні інструменти ви знаєте?
5. Які піротехнічні інструменти ви знаєте?
6. У чому перевага пневматичного інструмента перед електричним?
7. Як влаштована ударна піротехнічна колонка?
8. Поясніть принцип дії електромагнітобура.
9. Поясніть принцип дії ударної піротехнічної колонки.

4.5.4. Кріпильні роботи

Вибір способу кріплення при монтажі, якщо він не передбачений проектом, визначається видом будівельної основи, характером навантаження, масою деталі, що закріплюється, а також трудомісткістю та вартістю робіт.

Забивання в будівельні основи кріпильних дюбелів

Дюбелі, що надійно закріплюють вироби в будівельних конструкціях, діляться на три групи:

— розпірні для кріплення без вмазування в попередньо підготовлені отвори (металеві та пластмасові);

— які встрілюються будівельно-монтажним пістолетом;

— які забиваються ручною або піротехнічною оправкою.

Розпірні дюбелі, що самозакріплюються, використовуються для кріплення без вмазки до цегельних і бетонних основ різних електроустановчих виробів і деталей, застосовуваних при монтажі освітлювальних і силових установок.

Металевий розпірний дюбель складається з корпусу, що являє штамповану або нагострену (для болтів діаметром більше 6 мм) гільзу з м'якої сталі товщиною 8 мм, розпірної конічної гайки, гвинта по металу (з напівкруглою, циліндричною або шестигранною голівкою) або болта та двох шайб — нормальної та пружинної. Зубці та виїмки на гільзі та відповідні цим виїмкам ребра на гайці перешкоджають обертанню гільзи або гайки при вгвинчуванні гвинта. Гільза має два поздовжні розрізи для більш легкого її розпирання гайкою при затягуванні, для цієї ж мети кінець гільзи з боку гайки виконаний з невеликим розширенням. Дюбелі з конічною розпірною гайкою застосовуються для закріплення легких конструкцій, невеликих щитків, пускових апаратів та ін.

Гвинт і дюбель з'єднуються з деталлю, що підлягає закріпленню (скобою, лапкою, ящиком). Потім корпус дюбеля вставляється в підготовлений отвір і легким ударом молотка забивається так, щоб його зовнішній торець був в одній площині із краями отвору. Дюбель повинен входити в отвір з невеликим тертям. Гвинт або болт, пропущений через отвір виробу, що закріплюється, вкручується в розпірну гайку до упору. При вгвинчуванні гвинта розпірна гайка, переміщаючись у корпусі дюбеля, розпирає своїм конусом пелюстки корпусу та щільно притискається до стінок отвору, завдяки чому виріб надійно закріплюється.

У наш час найбільше застосовуються дюбелі із пластмаси (рис. 4.13) і капрону.

Корпус пластмасового дюбеля циліндричної форми із внутрішнім конусним каналом розділений на дві половини поздовжньою щілиною для полегшення розклинення. Розташовані по довжині зовнішньої поверхні дюбеля ребра служать для ущільнення його в гнізді та поліпшення

зчеплення з поверхнею гнізда та перешкоджають повертанню при вкручуванні шурупів.

Пластмасові дюбелі мають ряд переваг у порівнянні з іншими дюбелями: вони стійкі до динамічних навантажень і вібрацій, високо стійкі до корозії і їх можна застосовувати у вологих і хімічно активних середовищах. Для закріплення скоб, настановних виробів і невеликих конструкцій використовуються дюбелі із шурупами, а для закріплення підтримуючих кабельних і тролейних конструкцій, тросових проводок, апаратів, струнних підвісок — дюбелі із глухарями.

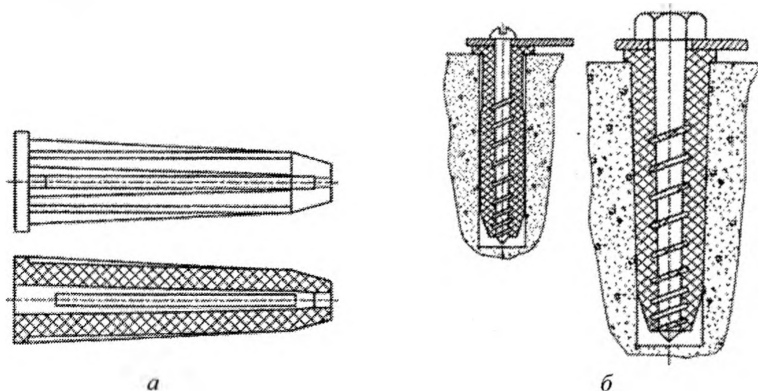


Рис. 4.13. Пластмасові розпірні дюбелі:
а — загальний вид; б — установлені в будівельну основу

У наш час пластмасові дюбелі витісняють металеві.

Розмітку місць забивання дюбелів варто виконувати точно та ретельно, тому що надалі виправити неточність неможливо. У сталевих смугах мережі заземлення та допоміжних деталей для їхньої прокладки необхідно в місцях кріплення попередньо просвердлити отвори діаметром 4 мм.

Розмір дюбеля вибирається залежно від твердості основи та наявності на ній штукатурки: для бетону та залізобетону марки 200 і нижче — 2,5×25 мм, для червоної та силікатної цегли — 3,5×35 мм, а для оштукатурених основ (якщо недостатньо дюбеля 3,5×35 мм) — 4,5×40 мм. Для перевірки правильності вибору (оскільки якість матеріалу основи, від якого залежить довжина частини, що заглиблюється, може оцінюватися тільки приблизно) розміру дюбеля необхідно на місці робіт провести пробне забивання декількох дюбелів.

У піротехнічних інструментах і механізмах використовується енергія вибуху порохового заряду. До них відносяться будівельно-монтажні пістолети (рис. 4.14), що служать для кріплення виробів і деталей за допомогою дюбелів, колонки, призначені для пробивання отворів у залізобетонних плитах, і преси, що застосовуються для опресування кабельних

наконечників. Крім того, пресами здійснюють з'єднання сталевих труб, пробивання отворів у стінках металевих коробок, ящиків і шаф.

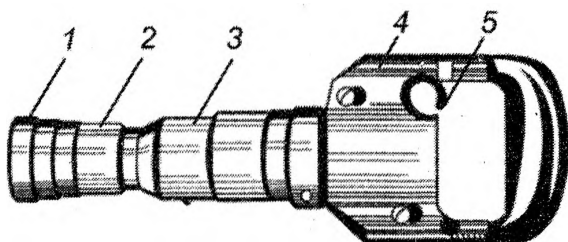


Рис. 4.14. Будівельно-монтажний пістолет ПЦ52-1:
1 — притиск; 2 — наконечник; 3 — муфта; 4 — коробка з рукояткою;
5 — спусковий важіль

Основними деталями будівельно-монтажного пістолета ПЦ52-1 однозарядної, самовзводної, непрямої дії є притиск 1, наконечник 2, муфта 3, коробка з рукояткою 4 і спусковий важіль 5. Дюбель забивається за допомогою поршня, що переміщується під дією порохових газів, без попереднього розгону зі стану спокою. При цьому дюбель не здобуває небезпечного потенціалу енергії, тобто при ударі бойка по патрону порох запалюється, порохові гази пересувають поршень по каналу, і він, ударяючи по дюбелю, забиває його. Для пробивання отворів у залізобетонних плитах поршень заміняють на пробійник.

Завдяки великій масі поршня швидкість дюбеля, що забивають, невелика — 60—80 м/с. При роботі з пістолетом непрямої дії значно підвищується безпека, виключаються рикошет дюбеля та наскрізний простріл основи, значно знижується рівень шуму. При пострілі в маломіцну основу або при помилковому використанні занадто потужного патрона поршень зупиняється спеціальним упором-амортизатором, що виключає його небезпечний виліт.

Продуктивність пістолета становить 50 пострілів у годину, маса — не більше 3,6 кг. Як джерело енергії використовуються монтажні малогабаритні снаряди (патрони) двох груп: потужніші А (довгі) і менш потужні ДО (короткі), заряджені бездимним порохом. Патрони обох груп розрізняються по номерах (1; 2; 3 та 4), масі, енергії використуваного порохового заряду, що відповідає умовній потужності (слабка, середня, сильна та надто сильна), і кольорам фарбування закупорювання (білий, жовтий, синій, червоний).

При роботі з пістолетом звичайно використовують дюбелі-цвяхи (рис. 4.15) довжиною від 27 до 100 мм із діаметром стрижня 3,7; 4,5; 6,8 мм, рідше використовуються дюбелі-гвинти довжиною від 35 до 70 мм із діаметром різьбової голівки М4, М6, М8 та М10.

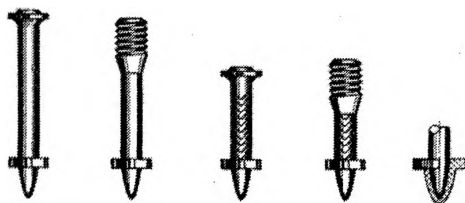


Рис. 4.15. Дюбеля до будівельно-монтажного пістолета ПЦ52-1

Піротехнічна оправка ОДП-4м (або ОДП-6 більш досконалої конструкції) використовується для забивання дюбелів у бетонні та цегельні основи з метою закріплення електропроводки, електроустановчих та інших виробів невеликої маси. Дюбельна піротехнічна оправка ОДП-4м більш продуктивна, ніж ручна оправка ОД-6, тому що забиває дюбель за один удар.

Конструкцію піротехнічної оправки показано на рис. 4.16. У сталевому корпусі 3 оправки розташовані камера для патрона (патронник) і поршень 4, що діє на дюбель. У порожнині корпуса вільно переміщується зарядний шток 1 з голівкою, за допомогою якого здійснюється прокол капсуля патрона. Сам корпус оправки являє собою порожню втулку із зовнішнім різьбленням для нагвинчування фланця 6 з отвором для дюбеля на одному кінці та кришки — на іншому. На корпус надягнуто кожух, що представляє собою сталеву зовні обгумовану втулку.

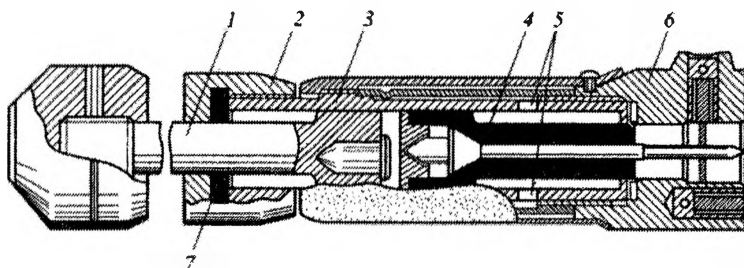


Рис. 4.16. Конструкція піротехнічної оправки ОДП-4м:

- 1 — зарядний шток; 2 — запірні гайка; 3 — корпус; 4 — поршень;
5 — вихлопний отвір корпуса; 6 — фланець; 7 — гальмова шайба

Робота оправки, як і будівельно-монтажного пістолета, заснована на використанні енергії порохівих газів, що розширюються, які діють через поршень на дюбель. Тому оправка також відноситься до піротехнічного інструмента непрямої дії. Як джерело енергії в ній використовуються безпикові патрони від В4 до В9. Удар молотком по штоку оправки (рис. 4.17) викликає запалення капсуля патрона, і під дією порохівих газів через поршень дюбель вдавлюється в основу. Піротехнічною оправкою

забивають дюбелі-цвяхи діаметром 3,5 мм і довжиною 25 та 35 мм при незнімному кріпленні деталей і дюбелі-гвинти тих же розмірів при кріпленні знімних деталей і виробів гайками. Для фіксування дюбеля в оправці і його центрування використовуються металеві шайби діаметром 8 мм.

Підбір групи та номери патронів для оправок виконуються по певній таблиці залежно від матеріалу основи, марки та розміру дюбеля. При забиванні оправкою дюбелів-цвяхів на останні повинні бути попередньо насаджені шайби, що центрують. Дюбеля рекомендується забивати в ряд по прямій лінії з відстанню між ними в 40 мм. Маса оправки 2 кг, розмір 280×55 мм, продуктивність 250—300 пострілів у зміну, довговічність 5000 пострілів (з використанням запасних частин).



Рис. 4.17. Застосування оправки ОДП

Закладення в будівельні основи кріпильних деталей шляхом вмазки

Цей трудомісткий спосіб кріплення застосовується рідко, наприклад, при відсутності закладних частин або якщо не можна використати дюбелі (при кріпленні важких апаратів). Вмазка кріпильних деталей містить наступні операції:

- виконання в будівельній основі гнізда свердлінням або пробиванням;
- очищення гнізда та змочування його водою;
- заповнення гнізда на одну третину або половину цементним або алебастровим розчином;
- закладення опорної деталі в гніздо.

Кріплення деталей і виробів до закладних частин. Для кріплення елементів електроустаткування до стін, перекриттів, колон, ферм і балок широко використовуються закладні частини, що являють собою відрізки водогазопровідних труб, листової, смугової, кутової або круглої сталі, які встановлюються в будівельних основах при спорудженні будинків або при виготовленні будівельних конструкцій на заводах і полігонах відповідно до робочих креслень за завданням організації, що проектує електроустаткування.

Кріплення електроустаткування та пристроїв електричної мережі до закладних частин виконується болтами, електрозварюванням або через проміжні перехідні деталі. У приміщеннях, які мають перекриття зі

збірних залізобетонних плит, для установки закладних частин доцільно використовувати шви між плитами та місця сполучення окремих деталей. Для надійності кінці закладних частин із профільної сталі загинають або приварюють до них пластини, шайби та т. ін.

При використанні закладних частин для кріплення конструкцій виключаються пробивні роботи, а електромонтажні виконуються після остаточної обробки приміщення.

Кріплення за допомогою універсально-збірних електромонтажних конструкцій (УЗЕК). Останнім часом розроблений та освоєний заводський випуск УЗЕК, що представляють собою набір уніфікованих несучих, з'єднуючих і кріпильних деталей.

Із цих деталей у МЕЗ або безпосередньо на об'єкті збираються без зварювання та свердління різні металоконструкції (кронштейни, підвіси, закріпи), які використовуються для установки або прокладки різних електротехнічних пристроїв і комунікацій (шинопроводів, лотків, коробів, освітлювальних арматур та ін.).

Номенклатура виробів УЗЕК містить у собі 35 типорозмірів деталей з болтами, гайками та шайбами, наприклад: скоби, кутики, основи, патрубки, профілі, смуги, шарніри, притиски, шпильки, настановні та закладні гайки, клинові з'єднувачі, анкери. Застосування УЗЕК для підвіски світильників і шинопроводів показано на рис. 4.18.

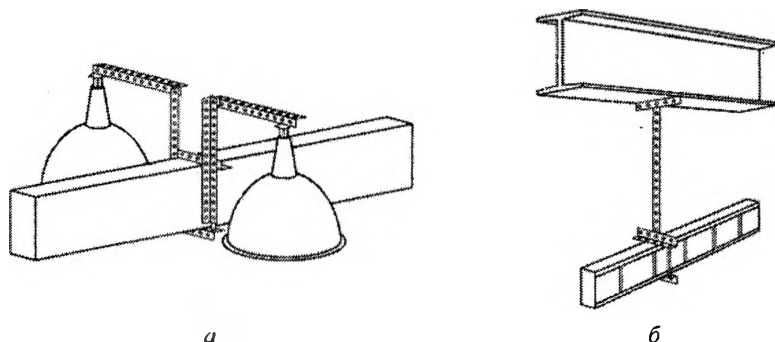


Рис. 4.18. Застосування УЗЕК для кріплення світильників (а) і підвіски шинопроводів (б)

Кріплення за допомогою елементів УЗЕК зводиться до вибору або різання профілів необхідної довжини та зборці їх за допомогою кріпильних деталей за типовими альбомами або вимірами, при цьому скорочуються до мінімуму механічні роботи (залишається тільки різання або рубання профілів на мірні відрізки), виключаються операції зварювання та нанесення покриттів, спрощується виконання з'єднання.

Приклеювання кріпильних деталей і виробів. У наш час застосовується кріплення деталей для електропроводок, електроустановчих виробів

і дрібних конструкцій до будівельних основ за допомогою клеїв з полімерних матеріалів. Приклеювання виключає пробивні роботи, полегшує умови праці, знижує вартість монтажу, зберігає цілість і міцність основ. Однак до останнього часу цей спосіб не виходив за рамки експериментального впровадження, тому що жоден клей повністю не забезпечував швидкої та міцної сполуки. І тільки застосування клею БМК-5К на основі акрилової смоли показало надійність і перспективність цього способу кріплення. До складу даного клею входять смола БМК-5 (180 мас. ч.), ацетон як розчинник (420 мас. ч.) і каолін як наповнювач (400 мас. ч.).

Клей поставляється розфасованим у туби ємністю 0,1 дм³ або в іншу тару, що закривається герметично, ємністю до 0,25 дм³. Змішувати розчин смоли з наповнювачем безпосередньо на робочому місці не рекомендується. Клей БМК-5К зберігає однорідність сполуки навіть після тривалого зберігання, тому не вимагає додаткового розмішування.

Закріплення проводів, смуг заземлення та дрібних настановних виробів можливо як за допомогою приклеювання кріпильних деталей (рис. 4.19), так і безпосередньо самих відгалужуючих коробок та інших пластмасових виробів, що мають плоску опорну поверхню не менш 6 см².

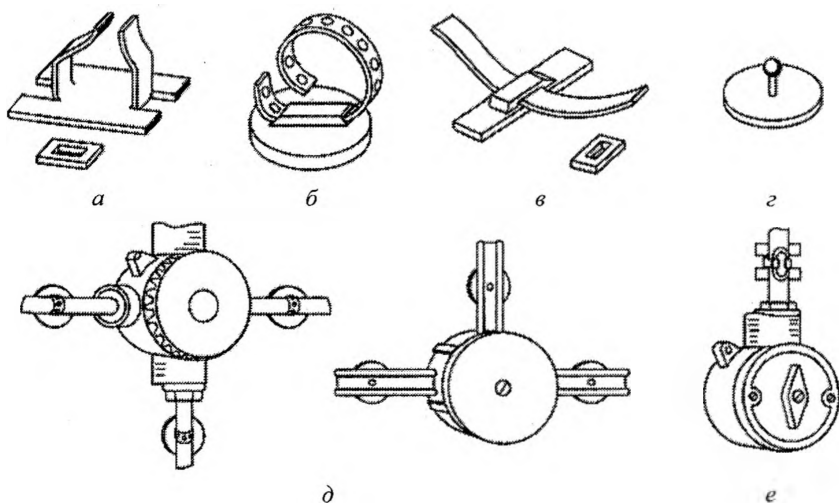


Рис. 4.19. Кріпильні деталі та настановні вироби для приклеювання:

a — деталь із жерсті із пряжкою; *б* — деталь з пластмаси або металу в комплекті з полівінілхлоридною стрічкою та кнопками з полістиролу; *в* — деталь із пластмаси або металу в комплекті зі смугою та пряжкою; *г* — пластмасова деталь для кріплення проводів; *д* — сполучні коробки; *е* — напівгерметичний вимикач

Перед приклеюванням необхідно підготувати поверхню будівельних конструкцій, тобто зачистити місце з'єднання сталевим шпателем або

сталевою щіткою від нерівностей і забруднень. Не допускається приклеювання до побілки, олійної фарби, промаслених і закопчених основ. Поверхня будівельної основи повинна бути сухою, рівною та чистою. Сталеві поверхні очищають від іржі та знежирюють чистим тампоном, змоченим в ацетоні або бензині марки не нижче Б-70. Перевіряють також опорні поверхні деталей, що приклеюють, і при необхідності очищають їх від пилу, жирових плям та іржі, видаляють задирки, а металеві деталі виправляють для забезпечення щільного прилягання до основи.

Приклеювання здійснюють у такому порядку: шпателем-лопаткою клей наноситься на будівельну основу та по всій поверхні деталі, що приклеюється. Нанесений шар повинен бути товщиною 0,5—1,0 мм; зайвий клей знижує міцність сполуки деталі, що приклеюється. Потім деталь притискають із деяким зусиллям до опорної поверхні та утримують залежно від маси виробу протягом 2—5 с. Сила схоплювання клею, що виникає при цьому, достатня для утримання виробу. Необхідна для виконання подальших робіт міцність приклеювання досягається через 24 год.

Приклеювати безпосередньо проводи або кабелі клеєм БМК-5К до будівельної основи не рекомендується, тому що через швидке висихання його консистенція по довжині проводу буде неоднакова, а отже, неоднаковою буде міцність сполуки, і, крім того, при відставанні проводу з одного кінця проводки відбудеться відклеювання її по всій довжині без особливих зусиль.

При випробуваннях, а також на основі досвіду впровадження клею БМК-5К установлені наступні обмеження: не слід приклеювати ним деталі, що піддаються ударним навантаженням і сильній вібрації (через крихкість клею), і використовувати його в сирих приміщеннях (пральнях, лазнях). Після затвердіння клей БМК-5К залишається водостійким, міцність його шару зменшується незначно; у сирих приміщеннях відклеювання відбувається через зниження міцності поверхневого шару будівельної основи внаслідок намокання. При зіткненні з водою рідкий клей БМК-5К згортається та втрачає свої властивості, тому не можна приклеювати деталі до сирих основ.

Затверділий клей морозостійкий, але рідкий він не придатний для використання при низьких температурах, тобто його можна застосовувати тільки при плюсовій температурі. Не рекомендується приклеювати електроустановчі вироби до гіпсолітових, гіпсобетонних, оштукатурених мокрим способом будівельних конструкцій і сухої штукатурки, що має недостатню міцність поверхневого шару.

Клей має гарну адгезію (прилипання поверхонь двох різнорідних тіл) до сталі, вініласту, скла, порцеляни, дерева, карболіту та пластмаси. Але його адгезія до алюмінію та оцинкованого заліза у два рази нижче, ніж до сталі. З огляду на можливість корозії сталі при певних атмосферних умовах, рекомендується застосовувати при склеюванні кріпильні деталі

із пластмас (за винятком поліетиленових). Норма витрати клею БМК-5К становить близько 100 г на 100 кріплень.

Приклеювання в порівнянні з іншими способами кріплення проводів і настановних виробів підвищує продуктивність праці в 2—3 рази.

При роботі із клеєм БМК-5К необхідно дотримувати деякі норми охорони праці та правила пожежної безпеки. Рекомендується працювати в тонких еластичних гумових рукавичках, а при приклеюванні деталей до вертикальних площин або стелі надягати захисні окуляри. Розбавляти клей треба також у захисних окулярах, дотримуючи обережності. Прийом ацетону або клею БМК-5К усередину навіть у малих кількостях може привести до отруєння та сліпоті. При потраплянні клею на шкіру його видаляють тампоном, змоченим в ацетоні, і промивають шкіру гарячою водою з милом. Протирати руки ацетоном і мити гарячою водою з милом потрібно також щоразу після закінчення робіт.

Не допускається робота із клеєм поблизу відкритого вогню та нагрівальних приладів. Забороняється приймати їжу та палити в приміщеннях, де готують клей або працюють із ним. Ці приміщення повинні мати вентиляцію та систематично провітрюватися. Просівання наповнювачів можна робити тільки в респираторах.

Запитання для самоконтролю

1. Які ви знаєте способи кріплення монтажних деталей?
2. На які групи підрозділяються дюбелі?
3. Які інструменти використовуються при кріпильних роботах?
4. Від чого залежить вибір способу кріплення?
5. Яка конструкція пластмасового дюбеля?
6. Які операції містить у собі вмазка?
7. Що являє собою УЗЕК?
8. Як правильно вибрати розмір дюбеля?
9. Які переваги приклеювання кріпильних деталей?
10. Поясніть порядок приклеювання кріпильних деталей.

4.6. Оброблення проводів і кабелів

Оброблення проводів і кабелів виконується в наступному порядку:

— користуючись довідниками, визначають розміри оброблення залежно від конструкції провідника та виду з'єднувального або кінцевого пристрою;

— розмічають оброблення за допомогою кабельних лінійок або шаблонів;

— східчасто накладають кілька витків фіксуєчих бандажів з оцинкованого сталевого або мідного дроту, крученого шпагату, кордової або капронової нитки, суворих ниток, а також бавовняної або пластмасової стрічки;

— роблять кільцеве поперечне та лінійне поздовжнє надрізання оболонок, що підлягають видаленню (броньованих, свинцевих, алюмінієвих, пластмасових оболонок і монолітної ізоляції);

— знімають або змотують покрови, що видаляються;

— розводять кінці жил багатожильних провідників, тобто надають їм форму та розташування, зручні для наступної операції;

— обробляють оголені кінцеві ділянки струмопровідних жил, тобто зачищають до металевого блиску, лудять, покривають флюсами, кварцевазелиною пастою або струмопровідним клеєм, і сплавляють багатопровідні жили в моноліт.

Необхідність наведених операцій визначається конструкцією провідників. У повному об'ємі вони проводяться для силових кабелів з паперовою ізоляцією, а для найпростіших провідників технологія оброблення зводиться до зняття полівінілхлоридної ізоляції та обробці жили.

Оброблення проводів полягає в послідовному видаленні захисної, герметизуючої, ізолюючої та інших оболонок струмопровідних жил для їхнього з'єднання або окінцівки. Розміри розділок залежать від діаметру жили, способу її з'єднання з іншою жилою або окінцівки, типу контактного затиску апарату або штепсельного рознімання та діаметра контактного болта. У кожному конкретному випадку ці розміри визначаються по довідниках або розрахунком.

Кожна ступінь оброблення закріплюється бандажем. Ширина бандажі залежить від діаметра проводу та зазвичай становить 3—12 мм. Залежно від необхідної міцності бандажі виконуються зі сталевого оцинкованого або мідного дроту з діаметром до 1 мм, крученого шпагату з діаметром 1 мм або суворої нитки. Недротяні бандажі для зміцнення промашуються перхлорвініловою сполукою № 1 або клеєм БФ.

Зміст технологічних операцій оброблення визначається конструкцією проводів. Основною вимогою є одержання мінімальної довжини та числа шарів оброблення.

Довжина оброблення визначається конструктивними міркуваннями та місцем і приймається по тій жилі, що за умовами розведення виявляється самою протяжною.

Наприклад, на бавовняну оплітку проводу накладають бандаж довжиною 5 мм зі шпагату. На відстані 1—2 мм від бандажі надрізають бавовняну оплітку та видаляють її. Другий бандаж накладають на обмотку із прогумованої тканини. Довжина другого бандажі, виконаного тим же шпагатом, приблизно вдвічі коротше першого. Прогумовану обмотку видаляють, змотуючи її з кінця проводу та відрізвавши біля другого бандажі.

Залежно від числа жил проводу та умов його оброблення (наприклад, від ширини розведення кінців жил для з'єднання) визначають довжину гумової ізоляції, що залишається на жилах (5—10 мм при невеликій кількості жил і простому розведенні, 50—100 мм і більше — при великій кількості жил).

З кінців жил видаляють гумову ізоляцію (наприклад, кліщами КСІ-2М).

Залежно від прийнятого способу з'єднання (обпресуванням, зварюванням та ін.) визначають необхідну довжину оголених ділянок і зайві кінці жил обрізають.

Оброблення кабелю з паперовою ізоляцією виконується в наступному порядку. Визначивши розміри оброблення (рис. 4.20) за допомогою кабельної лінійки або по спеціальних таблицях і зробивши бандаж сталевим оцинкованим в'язальним дротом діаметром 1...1...1,5 мм (2—3 витки), розмотують зовнішній джутовий покрив з кінця кабелю до бандажа (рис. 4.21, а). Матеріал покриву не видаляють, а намотують на ділянку кабелю, що не обробляється, для наступного використання при монтажі муфт.

На відстані Б (рис. 4.20) від першого бандажа (або В від кінця кабелю при внутрішній установці) на броню накладають бандаж зі сталевого дроту, при цьому обхопивши броню обома руками в рукавицях, трохи послабляють натяг стрічок її подушки із зусиллям, спрямованим назустріч їхній навивці.

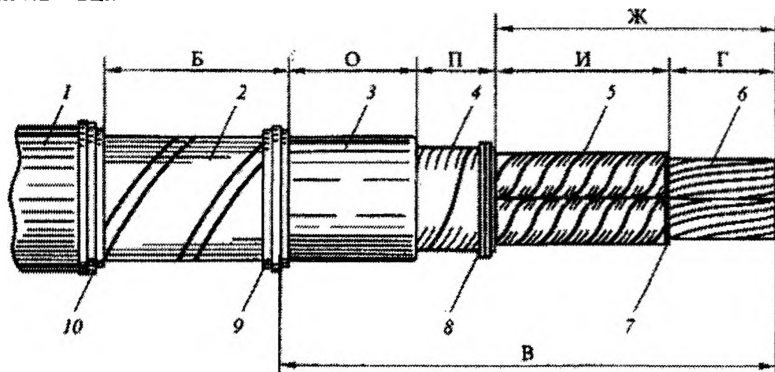


Рис. 4.20. Схема оброблення кабелю:

- 1 — зовнішній покрив; 2 — броня; 3 — свинцева або алюмінієва оболонка;
4 — поясна ізоляція; 5 — ізоляція жил; 6 — жила кабелю; 7, 8 — бандажі з кабельної пряжі або суворок ниток; 9, 10 — дротові бандажі

Броню надрізають по кромці другого бандажа бронерізкою, розмотують вручну (у рукавицях) і видаляють (рис. 4.21, б, в). Стрічку подушки броні також розмотують та обрізають по кромці бандажа.

При посиленних подушках, що складаються із шару бітумної сполуки, пластмасових стрічок, полівінілхлоридного або поліетиленового шланга, крепованого паперу та ще одного шару бітумної сполуки на герметичній оболонці, послідовно видаляють ці шари: змивають гарячим (40—50 °С) трансформаторним маслом зовнішній бітумний шар; розмотують і видаляють пластмасові стрічки; надрізають подовжньо та знімають шланг, відрізуючи його по кромці бандажа; швидким вогнем пальника злегка

прогрівають і знімають крепований папір; прогрівають і видаляють ганчірками, змоченими в бензині, бітумний шар з оболонки.

На відстанях (від бандажу на броні) Б та О + П + Б (рис. 4.20) послідовно виконують два кільцевих надрізи оболонки на половину її товщини (рис. 4.21, з) спеціальним кабельним ножом. Потім на свинцевій оболонці від зовнішнього кільцевого надрізу до кінця кабелю на відстані 10 мм роблять два поздовжніх паралельних надрізи. Смужку, утворену цими надрізами, акуратно виривають, починаючи від кільцевого зрізу оболонки, за допомогою пасатижів, розгинають і знімають вручну (рис. 4.21, д, е). Пасок оболонки між двома кільцевими надрізами залишають. Її ширина при напрузі до 1 кВ повинна становити 20 мм, а при напрузі 6—10 кВ — 25 мм.

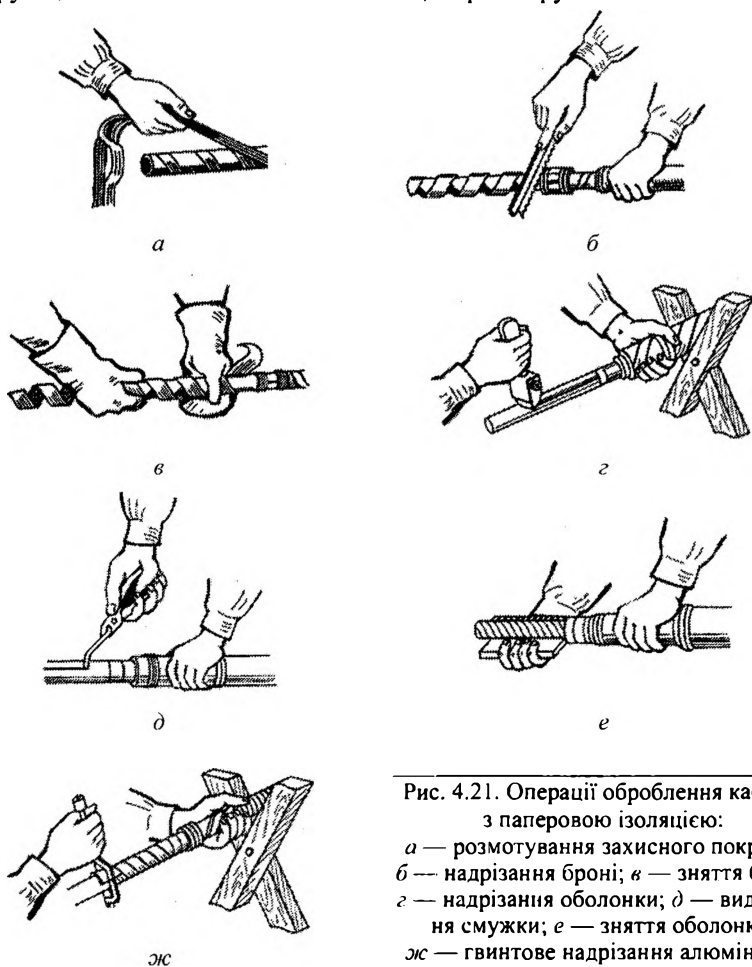


Рис. 4.21. Операції оброблення кабелю з паперовою ізоляцією:
а — розмотування захисного покриву;
б — надрізання броні; *в* — зняття броні;
г — надрізання оболонки; *д* — видалення смужки; *е* — зняття оболонки;
ж — гвинтове надрізання алюмінієвої оболонки

Для видалення гладкої алюмінієвої оболонки ріжучий ролик ножа повертають на 45° щодо його положення при кільцевих надрізах, закріплюють ніж на кабелі та роблять гвинтовий надріз від другого кільцевого надрізу до кінця кабелю (рис. 4.21, ж). Стискаючи оболонку з кінця кабелю, надривають її по лінії гвинтового надрізу за допомогою пасатижів.

На відстані Ж розмотують та обривають по кромці бандажа 8 поясної ізоляції чорний напівпровідний папір, а потім — кабельний папір поясної ізоляції.

Розведення та згинання жил виконують в такий спосіб. Перед операцією, перевіривши, чи надіта на кабель заготовка муфти або лійки (виправлені та очищені муфти або лійки повинні надіватися на один з кабелів, що з'єднують, на самому початку оброблення та розташовуватися на ділянці, попередньо обгорненій чистою ганчіркою), на кінці ізоляції жил накладають бандажі з ниток.

Для згинання жил використовують шаблон. Радіус будь-якого вигину повинен бути не менш десяти діаметрів жил, що з'єднують. Щоб уникнути забруднення та зволоження ізоляції, згинання та розведення жил варто виконувати в поліетиленових або медичних рукавичках. При розведенні всі жили біля кореню оброблення щільно стискають однією рукою, щоб не зашкодити ізоляції крайкою оболонки.

На відстані Г від кінця жил (рис. 4.20) або И від зрізу поясної ізоляції накладають бандаж з кабельної пряжі або сухої суворої нитки (2—3 витки), знімають тимчасові бандажі з кінців жил, розмотують та обривають по струні в крайок бандажів кабельний папір.

Потім монтують заземлюючий провідник. Він повинен бути мідним, багатодротовим. Для кабелів з перерізом жил 10, 16—24, 50—120, 150—240 мм^2 рекомендують переріз провідників, що заземлюють, відповідно 6, 10, 16 та 25 мм^2 .

Довжина заземлюючого проводу визначається розмірами сполучних муфт і видом опорних конструкцій кінцевих муфт і закладень.

При використанні свинцевих сполучних муфт заземлюючий провід кріпиться до провідних оболонок кабелю тільки бандажами. Броню кабелю зачищають та облужують (обидві бронестрічки). Заземлюючий провід закріплюють на броні бандажем зі сталевого дроту та припаюють до обох бронестрічок і бандажа. Якщо кабель має дровову броню, то бандаж і броню пропаюють навкруги. Вільний кінець заземлюючого проводу розташовують уздовж необробленої ділянки кабелю.

Запитання для самоконтролю

1. Що являє собою кабель?
2. Що являє собою провід?
3. Кабелі з якою ізоляцією ви знаєте?

4. Від чого залежать розміри оброблення проводів?
5. Яка основна вимога при обробленні проводів?
6. Поясніть порядок оброблення проводу.
7. Поясніть порядок оброблення кабелю.
8. Як монтується заземлюючий провідник?

4.7. З'єднання та окінціювання проводів і кабелів

З'єднання та окінціювання мідних та алюмінієвих жил ізольованих проводів виконується декількома способами: обпресуванням, зварюванням (термітним, електричним, контактним розігрівом, газовим), пайкою, механічним стиском. Найбільш широке застосування одержало обпресування як найбільш дешеве та надійне.

З'єднання та окінціювання за допомогою пайки в наш час використовують рідко, тому що пайка хоча і забезпечує надійність з'єднання, але трудомістка та вимагає значної витрати кольорових металів. Зварювання алюмінієвих жил контактним розігрівом відрізняється простотою, утворенням надійного контакту, але вимагає наявності електроенергії. Перспективним є термітне зварювання, яке не вимагає використання громіздкого устаткування та технологічно нескладне. Вибір способу з'єднання, відгалуження та окінцівки залежить від матеріалу жил, їхнього перерізу, розрахункової напруги та визначається наявністю устаткування та матеріалів.

Обпресування застосовують для з'єднання та окінціювання як мідних, так і алюмінієвих жил проводів. Однак обпресування алюмінієвих жил має деякі особливості, тому що наявність оксидної плівки на них, а також на внутрішній поверхні гільз і циліндричної частини наконечників вимагає ретельного очищення елементів, що з'єднують, і спеціальних засобів захисту від подальшого їхнього окислювання як у процесі створення контакту, так і під час експлуатації.

Захисним засобом контактних поверхонь служить кварцевазелінова паста, що складається з технічного вазеліну та кварцового піску спеціального помелу. При обпресуванні тверді частки кварцу руйнують оксидну плівку, сприяючи створенню надійних крапкових контактів, а вазелін перешкоджає їхньому окислюванню.

При підготовці обпресування очищену від залишків ізоляції алюмінієву жилу покривають кварцевазеліновою пастою, зачищають її металевою щіткою, знімають ганчіркою брудне змащення та наносять чисте. Трубочасту частину наконечників і гільз, що використовуються, заповнюють пастою також.

Мідні наконечники гільзи, а також жили проводів і кабелів досить тільки зачистити до металевого блиску.

Розрізняють *три способи обпресування*: місцеве вдавнення, суцільне (багатогранне) обтиснення та комбіноване обтиснення. При місцевому

вдавленні утворені лунки повинні бути співвісні жилі, що обпресовується, та між собою.

При з'єднанні та окінціюванні жил проводів обпресуванням необхідно забезпечити:

- дотримання чистоти контактних поверхонь;
- необхідний контактний тиск;
- доведення обтиснення до необхідних розмірів;
- задану по інструкції глибину обпресування;
- правильний підбір матриць, пуансонів, наконечників або сполучних гільз;
- правильне розташування лунок, утворених у місцях вдавлення.

Необхідний контактний тиск забезпечується правильним вибором інструмента для обпресування (пуансона та матриці) відповідно до перерізу та марки жили, а перевірка його виміром глибини вдавлення після обпресування та порівнянням отриманого значення зі значенням, наведеним в інструкції.

Наконечники або сполучні гільзи також вибираються відповідно до перерізу та типу жили. Правильність розташування лунок, утворених у місцях вдавлення, і відстаней між ними визначається по спеціальних таблицях. З'єднання та важливі відгалуження однодротових алюмінієвих проводів з жилами перерізом від 2,5 до 10 мм² виконуються в гільзах серії ГАО, при цьому максимальний сумарний переріз жил проводів, що з'єднують, не перевищує 32,5 мм². Обпресування гільз здійснюється одним вдавленням при однобічному заповненні їх жилами та двома вдавленнями — при двосторонньому. Для з'єднання та окінціювання проводів перерізом більше 10 мм² застосовуються гільзи серії ГА та наконечники серії ТА, ТАМ.

Обпресування алюмінієвих жил виконується двома вдавленнями трубчастої частини наконечника та чотирма — гільзи (по два вдавлення кожної жили, введеної в гільзу). Мідні жили обпресовують одним вдавленням у наконечнику та двома вдавленнями в сполучній гільзі. Забороняється застосовувати наконечники, що не відповідають перерізу та конструкції жил. Довжина алюмінієвої гільзи та циліндричної частини алюмінієвого наконечника зазвичай більше, ніж довжина мідної гільзи та наконечника. Двозубим інструментом два вдавлення виконуються в один прийом, а чотири — у два.

Обпресування роблять ручними кліщами, а також механічними, піротехнічними та гідравлічними пресами з використанням змінних матриць і пуансонів.

Обпресування алюмінієвих жил у гільзах серії ГАО виконуються в певній послідовності:

- зачишають кінці жил і внутрішню поверхню гільзи до металевого блиску та змазують кварцевазеліновою пастою; надягають гільзу на кінці жил;

- при сумарному перерізі жил менше номінального в гільзу вводять додаткові жили;
- роблять обпресування вдавненням однозубого пуансона в гільзу до спрацьовування фіксуючого пристрою прес-кліщів або до зіткнення основи пуансона з матрицею (при відсутності фіксуючого пристрою);
- ізолюють спресовані контактні з'єднання поліетиленовими ковпачками.

Окінціювання алюмінієвих жил кабелів виконують у трубчастих наконечниках. Щоб уникнути витікання кабельної просочувальної сполуки, щілину в лопатці наконечника герметизують двостороннім зустрічним вдавненням з утворенням напівкруглих канавок у плоскій частині наконечника.

Однодротові секторні алюмінієві жили перед введенням у наконечник скругляють спеціальним інструментом, після чого зачищають кінець жили, змазують його кварцевазеліновою пастою та роблять з'єднання та окінціювання у звичайному порядку.

З'єднання багатодровових алюмінієвих жил обпресуванням дозволяється тільки для кабелів з перерізом не більше 95 мм^2 , розрахованих на напругу не вище 1000 В. З'єднання багатодровових алюмінієвих жил кабелів з будь-яким перерізом, розрахованих на напругу 3—10 кВ і вище, а також з перерізом більше 95 мм^2 на напругу до 1000 В варто робити зварюванням або пайкою.

Для обпресування алюмінієвих і мідно-алюмінієвих кабельних наконечників серій ТА та ТАМ, а також алюмінієвих сполучних гільз серії ГА на алюмінієвих жилах проводів і кабелів з перерізом від 16 до 240 мм^2 випускається універсальний східчастий апарат УСА (рис. 4.22) у дво- та однозубому виконанні.

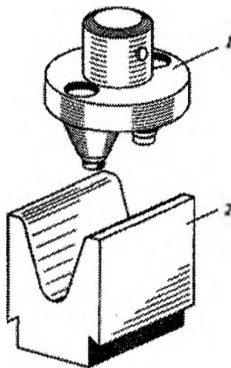


Рис. 4.22. Універсальний східчастий апарат для обпресування (УСА):
1 — пуансон; 2 — матриця

Залишкова товщина в місці вдавнення після обпресування (глибина вдавнення) виміряється спеціальним інструментом або штангенциркулем з насадкою (рис. 4.23), при цьому перевіряють також якість виконаного з'єднання.

Окінцювання мідних багатодровових проводів з перерізом жил 1—2,5 мм² виконується обпресуванням у кільцевих наконечниках, а з'єднання — обтисненням гребінчастим пуансоном і матрицею з комплекту ручних прес-кліщів. Місця з'єднання до обпресування обгортають тонкою мідною або латунною стрічкою-фольгою.

Окінцювання мідних багатодровових проводів великого перерізу виконується в трубчастих наконечниках способом місцевого вдавнення. З'єднуються мідні жили в трубчастих мідних сполучних гільзах так само, як і алюмінієві, але без використання кварцевазелінової пасти та меншим (удвічі) числом вдавнень.

Широко застосовується новий спосіб окінцювання та з'єднання жил, ізовольованих проводів і кабелів — багатогранне обтиснення ручним гідравлічним пресом ПГР-20 з комплектом інструмента, що робить одночасно шестигранне обтиснення та місцеве вдавнення. Цей спосіб обпресування забезпечує надійний електричний контакт алюмінієвих жил проводів і кабелів з перерізом від 16 до 240 мм².

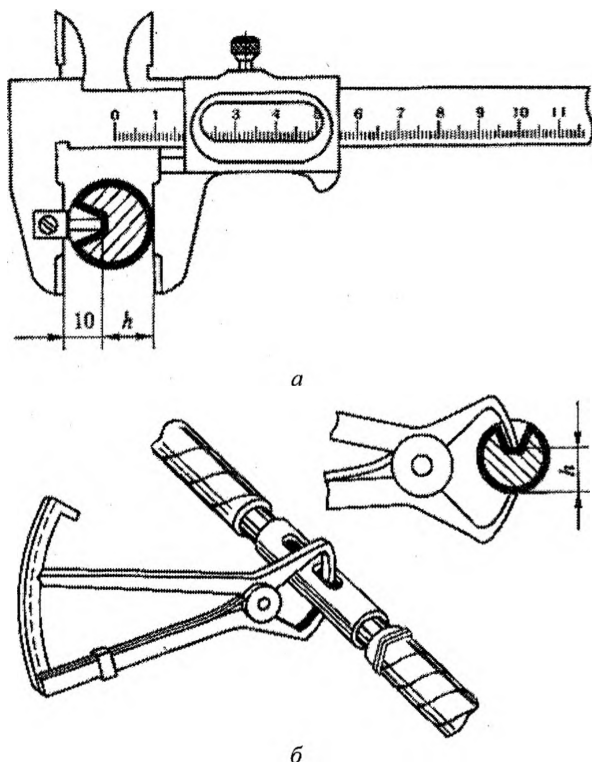


Рис. 4.23. Вимір глибини вдавнення після з'єднання жил обпресуванням штангенциркулем з насадкою (а) і спеціальним вимірником (б)

У зв'язку із широким використанням проводів і кабелів з однодротовими секторними алюмінієвими жилами великого перерізу впроваджується новий спосіб окінціювання, що відрізняється простотою та економічністю, — випресовка. За допомогою спеціального преса порохової дії виконують окінціювання жил з перерізом від 16 до 95 мм², міняючи відповідно пуансони та матриці. Пресс непрямої дії, тобто пуансон, що переміщається під дією порохових газів, ударяє по жилі, розташованій в матриці, і надає її кінцю форму готового наконечника за один постріл. Об'ємна випресовка наконечника із секторної монолітної жили кабелю виконується піротехнічним пресом ГШО-95м.

Зварювання — це утворення нероз'ємного з'єднання деталей їхнім плавленням або спільною деформацією.

При з'єднанні та окінціюванні алюмінієвих жил зварюванням будь-якого виду необхідно виконувати деякі загальні вимоги:

- захищати від перепалювання окремі дроти; захищати ізоляцію від перегріву та ушкодження полум'ям; запобігати розтіканню алюмінію;
- захищати місця з'єднання та окінціювання від корозії, а алюміній — від окислювання.

Зварювання роблять тільки з торців жил у вертикальному або злегка нахиленому положенні. Для відводу тепла застосовують спеціальні охолоджувачі з комплектом змінних мідних або бронзових втулок, установлених на оголені ділянки жил. Щоб уникнути розтікання алюмінію, зварювання виконується в спеціальних формах, при цьому виходи жили з форми ущільнюють шнуровим азбестом. При газовому та термітному зварюванні для захисту ізоляції від безпосередньої дії полум'я використовують дискові сталеві екрани. Бічні поверхні окремих дротів повинні бути без слідів підплавлення, перепалень і раковин, тобто в монолітній частині з'єднання їхній переріз не повинен зменшитися.

Для захисту алюмінію від окислювання в процесі зварювання та видалення плівки окису алюмінію з поверхні жил, що зварюють, застосовуються флюси марок ВАМІ та АФ-4а. Виконані з'єднання та окінціювання очищають від залишків флюсу та шлаків, промивають бензином, покривають вологостійким лаком та ізолюють стрічкою або пластмасовим ковпачком.

Електрозварювання однодротових алюмінієвих жил перерізом до 10 мм² виконується кліщами з вугільним електродом без флюсу га з флюсом. У першому випадку сплавка кінців жил у монолітний стрижень виконується в обоймі, що нагрівається вугільними електродами; у другому — розплавлення кінців жил (попередньо зачищених, округлених і покритих флюсом) виконується безпосередньо вугільним електродом без обойми до утворення на їхніх торцях кульки розплавленого металу. В обох випадках джерелом електроенергії для зварювання служить паяльний трансформатор потужністю 0,5 кВА із вторинною напругою 6—12 В.

Електрозварювання скруток одножильних проводів як алюмінієвих, так і мідних з алюмінієвими (із сумарним перерізом до 10 мм^2) виконують без застосування флюсу стаціонарним напівавтоматичним зварювальним апаратом ВКЗ-1, що припиняє зварювання в момент оплавлення проводів на задану довжину. Продуктивність цього апарату — 2—3 зварювання у хвилину.

Електрозварювання багатожильних проводів і кабелів контактним розігрівом здійснюють за допомогою вугільного електрода та зварювального трансформатора із вторинною напругою 6—12 В.

З'єднання багатодровових алюмінієвих жил виконується у два прийоми: спочатку кінці жил, що з'єднують, сплавляються в монолітний стрижень, а потім вони зварюються у відкритій формі. При окінціюванні кінець жили вводиться в гільзу наконечника та сплавляється з верхньою виступаючою частиною гільзи в загальний монолітний стрижень. Електрозварювання контактним розігрівом в основному застосовується для з'єднання і відгалужень алюмінієвих проводів малого перерізу, особливо на лініях стендової заготівлі освітлювальних електропроводок. При окінціюванні алюмінієвих жил проводів і кабелів метод контактного розігріву не використовується, оскільки має низьку продуктивність і вимагає застосування литих алюмінієвих наконечників.

Для зварювання багатодровових жил потрібні: охолоджувачі зі змінними втулками для жил різного перерізу і проводами для підключення; відкриті формочки (сталеві або вугільні для зварювання жил встик або рознімні для сплавки жил у моноліт); присадні прутки (з алюмінію або міді діаметром 3—8 мм); азбестовий шнур (або листовий азбест товщиною 2—3 мм) для ущільнення формочок; флюси (для покриття поверхні жил, що зварюють, з метою видалення окису металу, що утворюється в процесі зварювання).

Крім електрозварювання вугільним електродом існує зварювання в середовищі захисного газу. Наприклад, окінціювання алюмінієвих жил перерізом від 16 до 240 мм^2 виконують у наконечниках серії ШАС, які приварюють до жили напівавтоматом типу ПРМ або ручним аргонно-дуговим зварюванням (вольфрамовим) електродом, який не плавиться, без застосування флюсів. При цьому як захисний газ від кисню повітря використовується аргон першого сорту А, а для поповнення зварювальної ванни металом служить присадний дріт з алюмінієвого сплаву марки СвПК5.

Надійним способом з'єднання алюмінієвих жил проводів і кабелів є газове зварювання, при якому з'єднання та окінціювання жил алюмінієвих проводів виконуються в полум'ї горючих газів: ацетилену, бензинокисневої суміші або пропан-бутану. Суміш пропан-бутану відрізняється від інших газів здатністю скраплюватися при невеликих тисках, а також високою теплотворною здатністю. Невеликий внутрішній тиск зрідженої

суміші пропан-бутану дозволяють зберігати та перевозити її в малогабаритних тонкостінних балонах.

З'єднання жил алюмінієвих проводів і кабелів з перерізом від 16 до 240 мм² може виконуватися також пропаноокисневим зварюванням у сталевих формах за допомогою багатополум'яного пальника, при цьому горючим газом є пропан, а окислювачем — кисень. У цьому випадку застосовують флюс марки ВАМІ та присадний зварювальний дріт марок СвАК5 або СвА5С з діаметром 2 та 4 мм залежно від перерізу жил.

Інтенсивне розсіювання тепла в навколишній простір при газовому зварюванні (особливо при багатополум'яному пропаноокисневому) викликає необхідність огороження зони зварювання азбестовими екранами, установлюваними впритул до торців форм. Охолоджувачі закріплюються на оголених ділянках жил за екранами, при цьому ізоляцію жили, що зварюється, за охолоджувачем захищають листовим азбестом на відстані не менш 100 мм. На інші жили надягають полівінілхлоридні трубки та екранують їх листом азбестового картону.

Можливість поступового відводу пальника при завершенні зварювання дозволяє заповнити виникаючі при кристалізації металу усадочні раковини в сполуці підплавленим до них присадним матеріалом. Разом з тим загальний час зварювання повинен бути мінімально можливим, щоб уникнути перегріву жил і псування ізоляції проводу.

Газове зварювання так само, як і електричне, виконується у два прийоми: спочатку сплавляють кінці багатодротових жил у монолітний стрижень, а потім зварюють між собою монолітні жили. При окінціюванні жил наконечником розплавляють верхню частину його гільзи (віночок) разом з торцем алюмінієвої жили.

Для газового зварювання випускають набори інструментів і пристосувань, наприклад для пропан-повітряної — набір НСП-1, що складається із двох балонів, газоповітряного пальника та гумового шланга із краном. Пропан-бутанові пальники успішно застосовуються при виконанні з'єднання свинцевої оболонки кабелю з корпусом свинцевих муфт і зварюванню заземлення оболонки кабелів.

Скрутки алюмінієвих проводів з перерізом до 10 мм² у коробках зварюються за допомогою пропан-бутанового пальника з гостронаправленим полум'ям.

Пропан-бутан має різкий неприємний запах, що викликає роздратування та запалення слизуватої оболонки носоглотки та очей, а також головний біль, тому тим, хто працює із цим газом, треба строго дотримувати правил техніки безпеки: працювати із пропан-бутановим пальником тільки при включеній вентиляції, а в кабельних тунелях і колодязях — у присутності особи, що спостерігає.

Зріджений пропан-бутан, потрапивши на тіло, може викликати обморожування, тому його необхідно швидко змити водою.

Технологічний процес утворення нероз'ємного з'єднання металевих деталей нагріванням і заповненням зазору між ними розплавленим припоєм, що утворює після кристалізації (затвердіння) міцний механічний спай (шов), *називається пайкою*. У процесі пайки відбуваються взаємне розчинення та дифузія припою і основного металу, чим забезпечується після затвердіння певна механічна міцність місця з'єднання. На відміну від зварювання при пайці основний метал деталей, що з'єднують, не розплавляється, тому що температура плавлення припою завжди нижче температури плавлення металів, що з'єднують. Деталі, що з'єднують, нагріваються паяльником, газовим пальником, у печах, струмами високої частоти.

Для виконання контактних з'єднань переважно використовуються зварювання та обпресування. Пайку ж застосовують як основний метод лише при виконанні відгалужень мідних жил з перерізом 16—185 мм². В інших випадках пайку використовують лише при неможливості зварювання або обпресування.

Пайка відрізняється простотою технології, але вона дуже трудомістка. При дотриманні всіх технологічних вимог припій забезпечує високу адгезію матеріалів жил, що з'єднують, чому сприяє застосування флюсів, які в сполуці з окислами утворюють шлаки та перешкоджають окислюванню, а також підвищують рідинотекучість припоїв.

Пайку виконують пропан-бутановим пальником або бензиною паяльною лампою з використанням наступних припоїв: для алюмінієвих жил — олов'янистого марки А (олова — 40 %, цинку — 58,5 %, міді — 1,5 %) з температурою плавлення 400—425 °С, цинкоалюмінієвого марки ЦА-15 (цинку — 85 %, алюмінію — 15 %) з температурою плавлення 550—600 °С і цинкоолов'янистого марки ЦО-12 (олова — 12 %, цинку — 88 %) з температурою плавлення 500—550 °С, а для мідних — олов'янисто-свинцевого марки ПОССу-35-0,5 (олова — 34—36—36 %, сурми — 0,2—0—0,5 %, інше — свинець) з температурою плавлення 245 °С або марки ПОССу-40-0,5.

Як флюс при пайці мідних жил, а також проводів заземлення до броні та свинцевої оболонки кабелів застосовують паяльну пасту (10 мас. ч. каніфолі, 3 мас. ч. хлористого цинку та 1 мас. ч. води або етилового спирту), каніфоль, паяльний жир і стеарин. При окиснюванні алюмінієвих жил використовується флюс марки ВАМІ (хлористого калію — 50—55 %, хлористого натрію — 30—35 % і кріоліту марки ДО-1 — 20—10 %), а для з'єднання алюмінієвих жил кабелів у муфтах — флюс марки АФ-4А (хлористого калію — 50 %, хлористого натрію — 28 %, хлористого літію — 14 %, фтористого натрію — 8 %). Температура плавлення обох флюсів — близько 600 °С.

Припої, що являють собою чисті метали або сплави, які застосовуються як сполучні речовини при пайці, повинні мати температуру плавлення значно нижчу, ніж металеві частини, що ним з'єднуються. Припої

діляться на легкоплавкі та тугоплавкі. Легкоплавкі (м'які) припої мають температуру плавлення нижче 500 °С, а тугоплавкі (тверді) — вище 500 °С.

В марках припоїв буква П, розташована на першому місці, позначає припій, букви, що стоять за нею — назву елемента (О — олово, Су — сурма, С — свинець, А — алюміній, Ср — срібло, М — мідь, Кр — кремній, Ві — вісмут, Зл — золото, К — кадмій), а цифри вказують відсоток змісту в ньому маси основного металу. Наприклад, ПОС-40: припій олов'яно-свинцевий зі змістом олова 40 % (по масі).

Олов'яно-свинцеві припої мають велику плинність і добре проникають у самі тонкі шви, добре схоплюються з більшістю металів (міддю, латунню, сталями, цинком) і забезпечують досить високу міцність паяних швів. Припої зі змістом олова менш 15 % застосовуються для пайки деталей, де не потрібне забезпечення великої механічної міцності. Олов'яно-свинцеві припої з більшим змістом вісмуту (50—57 %) мають найбільш низьку температуру плавлення (79—95 °С), але паяні ними шви крихкі.

До тугоплавких припоїв відносяться мідно-цинкові (ПМЦ-54, ПМЦ-48 та ін.) і мідно-срібні сплави (ПСр-72, ПСр-70, ПСр-50 та ін.), а також сплави алюмінію з міддю, цинком і кремнієм. Найбільш широко застосовуються мідно-срібні припої. Вони відрізняються малим питомим електричним опором, тому широко застосовуються для пайки струмопровідних частин із чорних і кольорових металів, які добре змочуються ними, і утворюють механічно міцні та корозійностійкі шви.

Припої на алюмінієвій основі з добавками міді, кремнію та олова відрізняються підвищеною механічною міцністю та стійкістю до корозії. Ці припої застосовуються для пайки алюмінієвих проводів та інших деталей з алюмінію і його сплавів.

Мідно-цинкові припої, крихкі та не стійкі до вібрацій та ударних навантажень, мають дуже маленький електричний опір і застосовуються для пайки деталей з міді, латуні, бронзи та сталей.

Крім припою для пайки необхідні флюси. Їхнє призначення полягає в очищенні поверхонь металів, що з'єднують, від оксидів та інших забруднень і запобіганні їх від окислювання в процесі пайки.

Флюси можуть бути твердими порошкоподібними (бура, борна кислота, каніфоль та ін.) або рідкими (водяний розчин хлористого цинку, спиртовий розчин каніфолі та ін.). Іноді застосовуються напіврідкі флюси-пасти.

При пайці міді, латуні та бронзи легкоплавкими припоями на свинцевій основі застосовуються флюси, що не викликають корозії утворених швів. Це каніфоль, розчин каніфолі в етиловому спирті та інші сполуки на основі каніфолі. Тому що каніфоль є слабоактивним флюсом, поверхні металів, що з'єднують, повинні бути ретельно зачищені перед її нанесенням.

При пайці твердими припоями, що плавляться при температурі вище 500 °С, каніфоль та інші, що легко розплавляються, при високій темпера-

турі флюси, застосовувати не можна. При високотемпературній пайці сталі, міді та мідних сплавів (латуні, бронзи та ін.) як флюси найчастіше використовують буру або суміші її з борною кислотою та іншими солями. Для пайки алюмінію, що легко окислюється на повітрі, застосовують особливо активні флюси, які можуть розчиняти щільну плівку оксидів. Таким флюсом є сполука із хлористого літію, фтористого натрію, хлористого цинку та хлористого калію. При виборі флюсу слід мати на увазі, що температура плавлення твердого флюсу повинна бути нижче температури плавлення припою, а температура пайки — нижче температури термічного розкладання флюсу.

Щоб уникнути корозії швів, паяних твердими припоями, залишки флюсу видаляються за допомогою гарячої води та шітки.

З'єднання та відгалуження однодротових жил алюмінієвих проводів з перерізом 2,5—10 мм² виконуються подвійною скруткою з жолобом і пайкою, а багатодровових жил з перерізом від 16 до 150 мм² — безпосередньо оплавленням припою в рознімній формі або поливом попередньо розплавленого припою.

Перед пайкою кінці жил облужуються східчасто по навивках. Сталеві формочки закріплюються на жилах проводів дротом. Місце з'єднання прогрівається і у полум'я вводиться пруток припою, що, розплавляючись, заповнює форму через ливниковий отвір. Після остигання формочки знімають, нерівності припою зачищають напилком і протирають чистою ганчіркою, змоченою в бензині. Пайку можна виконувати і без попереднього облужування способом поливу розплавленого припою, наприклад, пайка з'єднання мідних жил виконується в мідних сполучних гільзах поливом розплавленого припою з використанням флюсу (каніфолі).

Окінцювання багатодровових, алюмінієвих жил виконується безпосереднім оплавленням припою в литих наконечниках серії ЛА, а мідних — у штампованих наконечниках серії П.

З'єднання, відгалуження та приєднання алюмінієвих і мідних жил проводів і кабелів можуть виконуватися також за допомогою болтових і гвинтових *стисків*.

З'єднання електропроводів мережі з арматурними проводами світильників здійснюється за допомогою люстрових затисків КЛ 2,5 у такому порядку (рис. 4.24):

— зачищають кінці проводів, змазують їх кварцевазеліновою пастою та надають вид кільця;

— надають на гвинт 2 пружну шайбу 3 і прямокутну шайбу 4 з відбортовкою і приєднують проводи 6 та 7 до сполучної планки 5, стискаючи їх гвинтами 2;

— з'єднання вкладають у корпус 8 затиску та закривають кришкою 5, не ізолюючи, оскільки корпус затиску та кришка виконані з ізолюючого матеріалу.

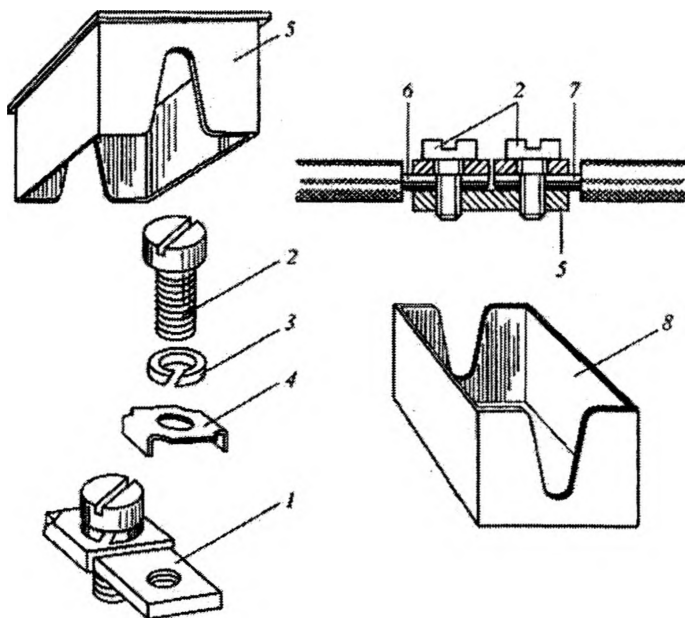


Рис. 4.24. Люстровий затиск КЛ 2,5:

- 1 — основа затиску (планка); 2 — гвинт; 3 — пружна шайба; 4 — прямокутна шайба; 5 — кришка затиску; 6 — електропровід освітлювальних арматур; 7 — електропровід мережі; 8 — корпус затиску

Відгалуження від магістральних алюмінієвих проводів з перерізом від 4 до 150 мм² алюмінієвими та мідними проводами з перерізом від 1,5 до 95 мм² виконують за допомогою спеціальних стисків (рис. 4.25) у різних карболітових корпусах. Відгалуження від магістральної мережі роблять без її розрізування в наступному порядку:

- знімають ізоляцію з магістрального проводу та кінця відгалужуючого проводу по розміру контактної частини;
- зачищають до блиску оголену частину алюмінієвих жил і змазують їх кварцевазеліновою пастою;
- розбирають затиск і протирають його контактні частини;
- надягають контактні частини на зачищену ділянку магістрального проводу;
- уводять у затиск відгалужуючий провід перпендикулярно магістральному;
- затягують затиск рівномірно на всі чотири контактні гвинти;
- збирають корпус затиску та стягують його пружинними або різьбовими кільцями.

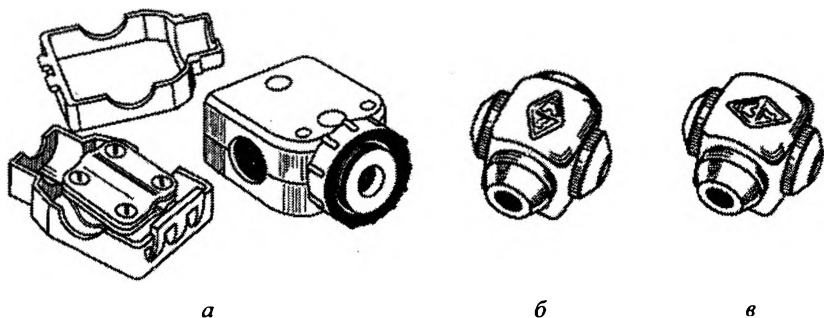


Рис. 4.25. Розгалужуючі стиски в ізоляційних корпусах:
а, в — трійникові; *б* — хрестоподібний

Приєднання алюмінієвих однодротових проводів з перерізом 2,5—10 мм² до контактних затисків (рис. 4.26) виконується через пружинні шайби (шайби-зірочки), що забезпечують постійний тиск на проводи, що приєднують, і охороняють їх від видавлювання з-під контактного затиску.

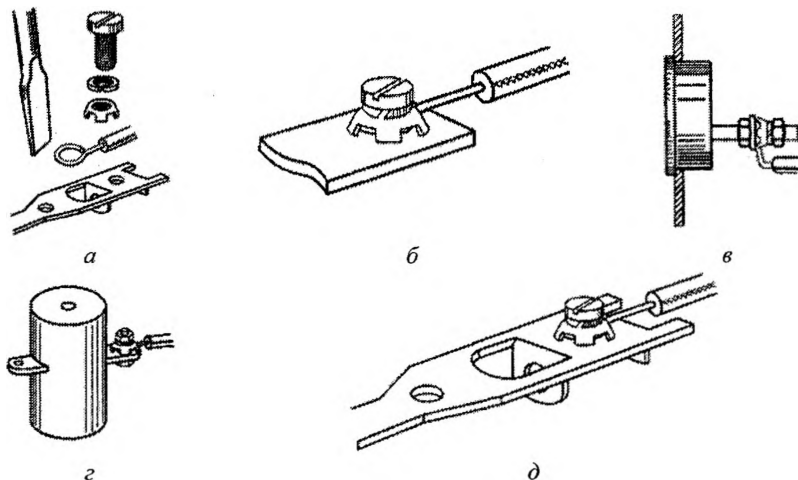


Рис. 4.26. Деталі для приєднання алюмінієвих проводів до затисків (*а*) і виконані приєднання проводів до складального затиску (*б*), виводу вимірювального приладу (*в*), виводу котушки (*г*) і затиску лічильника (*д*)

Приєднання виконують у наступному порядку:

- знімають ізоляцію з кінця жили, що приєднують, зачищають її наждаковим папером і змазують кварцевазеліновою пастою;
- згортають підготовлений кінець проводу в кільце та приєднують до контактної пластини затиску шайбою-зірочкою за допомогою гвинта з гайкою.

Контактні затиски мають гальванічне покриття.

Об'єктивним і прямим *методом контролю якості контактного з'єднання* є вимір його перехідного опору або спадання напруги на ньому та порівняння отриманих даних з нормативними. Поряд із цим контактне з'єднання оглядають, використовуючи в необхідних випадках лупу, а також вимірюють за допомогою спеціальних інструментів. В особливо відповідальних випадках для контролю якості зварювання збірних шин РУ застосовують рентгенодефектоскопію, гамадефектоскопію та інші способи.

Зварені з'єднання вважаються непридатними, якщо спостерігаються uszkodження дротів зовнішньої навивки, порушення цілості металу шва при перегибах з'єднання або усадочні раковини глибиною більше 1/3 діаметра жили.

Спресовані контактні з'єднання бракуються при невідповідності їхніх геометричних розмірів вимогам інструкцій з монтажу, наявності на поверхні з'єднувача тріщин, механічних uszkodжень або слідів корозії, а також якщо кривизна спресованого з'єднувача більше 3 % його довжини. При будь-якому типі з'єднання головним критерієм браку є перевищення більш ніж в 1,2 рази перехідного опору або спадання напруги на ділянці контакту в порівнянні зі значеннями тих же величин, обмірюваних на ділянці того ж ланцюга та такої ж довжини, але не маючого з'єднання. Вимір виконується мікрвольтметром або мікроомметром.

Широко застосовується для контролю якості спресованих з'єднань вимір залишкової товщини в місці вдавнення і порівняння отриманих значень із нормами.

Контролю повинні піддаватися 3—5 % з'єднання збірних шин, виконаних обпресуванням, і 5—10 % з'єднувачів високовольтних ліній.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке обпресування?
2. Дайте визначення зварювання.
3. Що таке пайка?
4. Що являє собою з'єднання стисками?
5. Які інструменти використовуються для обпресування?
6. Які інструменти застосовуються для газового зварювання?
7. У яких випадках використовується пайка?
8. Виконання яких вимог необхідно забезпечити при виконанні обпресування?
9. Який порядок виконання з'єднання стисками?
10. Як виконують контроль якості контактних з'єднань?

4.8. Інструменти та механізми для з'єднання та окінцівки кабелів

Кліщі КЗІ-1 (рис. 4.27, а), призначені для зняття ізоляції з кінців проводів перерізом $0,75\text{—}4\text{ мм}^2$ та їх перекушування, складаються із трьох частин, зв'язаних між собою шарнірно: важеля для затиснення проводів, важеля з ножами для надрізу ізоляції та важеля з повзунком-ексцентриком, що переміщає притиск і фасонний ніж у губках кліщів. Працюють вони в такий спосіб. Провідник вставляють в отвір при зімкнутому положенні губок; стиснувши рукоятки верхнього та середнього важелів 3, його затискають і надрізають ізоляцію. Потім, не розтискаючи стислих рукояток, підхоплюють тією же рукою рукоятку нижнього важеля та натискають на неї, при цьому губки кліщів розсовуються та знімають ізоляцію із провідника на встановленій довжині. Відкушування проводів виконується спеціальними ножами при стиску нижнього та середнього важелів кліщів.

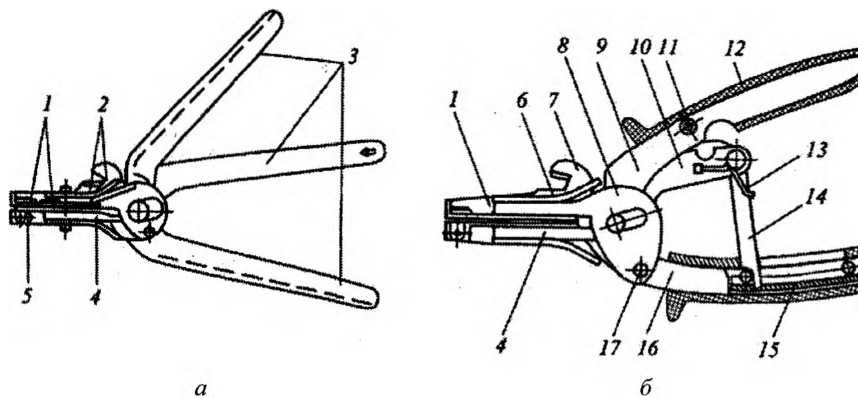


Рис. 4.27. Кліщі КЗІ-1 (а) і КЗІ-2 (б):

1 — ніж для підрізання ізоляції; 2, 6, 7 — ножі для відкушування провідника; 3, 9, 10, 16 — важелі; 4 — притиск; 5, 17 — ексцентрики; 8 — повзун; 11 — штифт; 12 — пластмасовий чохол; 13 — пружина; 14 — упор; 15 — пластина

Модернізовані кліщі КЗІ-2 (рис. 4.27, б) із двома ручками більше продуктивні і зручні в роботі. Вони працюють у такий спосіб: кінець провідника вставляють у проріз між притисками в отвір ножів і стискають важелі. Відбувається затиск проводів і перекушування ізоляції в місці змикання ножів. При подальшому стиску кінці важелів розсовуються і надрізаний кінець ізоляції скидається. Перекушування проводів виконується ножами гострозубців. Хід важелів обмежується упорами. Ножі замінюються в міру необхідності.

Інструмент МБ-2 (рис. 4.28), призначений для зняття ізоляції із двожильних плоских проводів перерізом $0,5\text{—}4\text{ мм}^2$ з одночасним розрі-

зуванням перемички між ними, виконується у вигляді кліщів із двома ручками 1 та 3. У губках 4 та 5 кліщів розмішені нерухомий 6 і рухомий 7 ножі і притиск 8, виготовлений як єдине ціле з однією з робочих губок. Маса інструмента 0,6 кг.

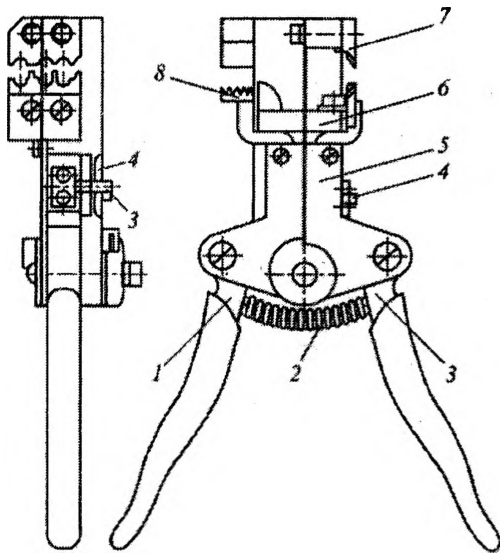


Рис. 4.28. Інструмент МБ-2 для зняття ізоляції:
1, 3 — ручки; 2 — пружина; 4, 5 — губки; 6, 7 — відповідно нерухомий і рухомий
ножі; 8 — притиск

Прес-кліщі ПК-4 призначені для обпресування алюмінієвих наконечників і сполучних гільз на проводах і кабелях перерізом 16—35 мм² і гільз марок ГАО-5, ГАО-6, ГАО-8. Ці прес-кліщі мають блокуючий пристрій, що не дозволяє розкривати їх під час роботи та знімати наконечник або гільзу до закінчення обпресування на необхідну глибину. Повернення важелів у початкове (відкрите) положення виконується після спрацювання пристрою, що блокує, у момент повного завершення обпресування, тобто в момент зіткнення плічок матриці та пуансона. Максимальне робоче зусилля на пуансоні 14 кН при зусиллі стиску рукоятки 300 Н, маса кліщів 2,5 кг.

Прес-кліщі ПК-1М (рис. 4.29, а) складаються з подовжених рукояток 3 з вилками, двох важелів 1 і пристрою, що блокує, 2. На важелях закріплюються змінні пуансони та матриці. Блокуючий пристрій не дозволяє розкривати кліщі під час обпресування та знімати наконечник або гільзу до закінчення операції. Повернення важелів у початкове (відкрите) положення виконується після спрацювання пристрою, що блокує.

Прес-кліщі ПК-2М (рис. 4.29, б) складаються з важеля 1, двох рукояток 3, голівки 5, штока 4, двох тяг 7 і пристрою, що блокує, 2. На штоку закріплюється пуансон, а на голівці кліщів встановлюється матриця 6.

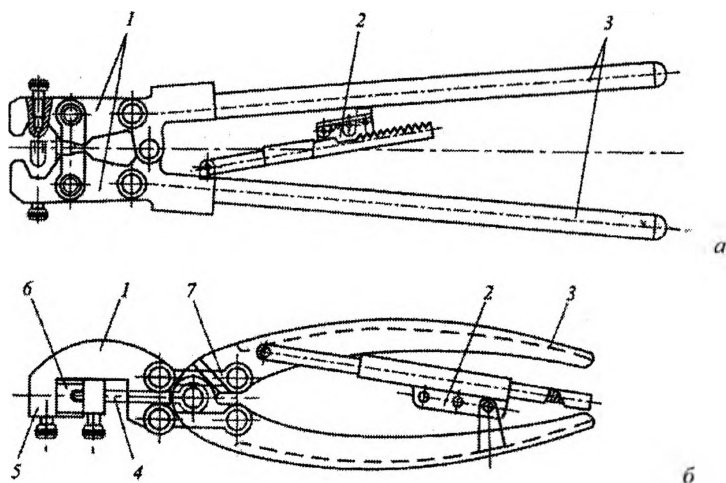


Рис. 4.29. Прес-кліщі ПК-1М (а) і ПК-2М (б):

1 — важелі; 2 — пристрій, що блокує; 3 — рукоятка; 4 — шток з пуансоном;
5 — голівка для установки матриці; 6 — матриця; 7 — тяга

Гідравлічні монтажні кліщі ГKM (рис. 4.30) призначені для обпресування гільз типу ГАО з діаметром до 6 мм, гільз типу ГА та наконечників типу ТА для жил з перерізом до 25, мм². Кліщі діють на принципі перетікання і тиску масла в замкнутій посудині.

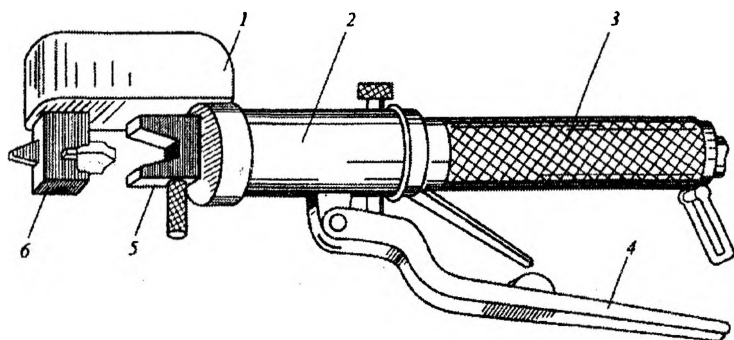


Рис. 4.30. Гідравлічні монтажні кліщі ГKM:

1 — бугель; 2 — корпус; 3 — масляний резервуар; 4 — рукоятка насоса;
5 — матриця на штоку поршня; 6 — блок з пуансоном

Для обпресування наконечник або гільзу закладають у матрицю 5, переміщення якої здійснюється натисканням рукоятки 4. Матриця притискає наконечник до блоку 6 з пуансоном, встановленому в бугель 1. Закінчення обпресування відбувається при спрацьовуванні пропускного клапана. Для повернення поршня з матрицею в початкове положення відкривається вентиль на корпусі 2, і масло повертається в масляний резервуар 3.

Ручним шиногибом (рис. 4.31) згинають мідні та алюмінієві шини з перерізом до 50×6 мм як на площину, так і на ребро. Для згинання на площину шину закладають у щілину 6 коробки 5 і притискають гвинтами до стінки коробки; для згинання на ребро шину встановлюють у зазорі 8 між шаблоном-прокладкою 3 і плитою 10 і притискають ребром до шаблона-прокладки. При повороті важеля 12 навколо осі рухоми роликів 7 або 9 дають на шину та згинають її. Зігнувши шину на заданий кут, відводять важіль, відвертають гвинти притискних пристосувань 4 або 11 і знімають її із шиногибу.

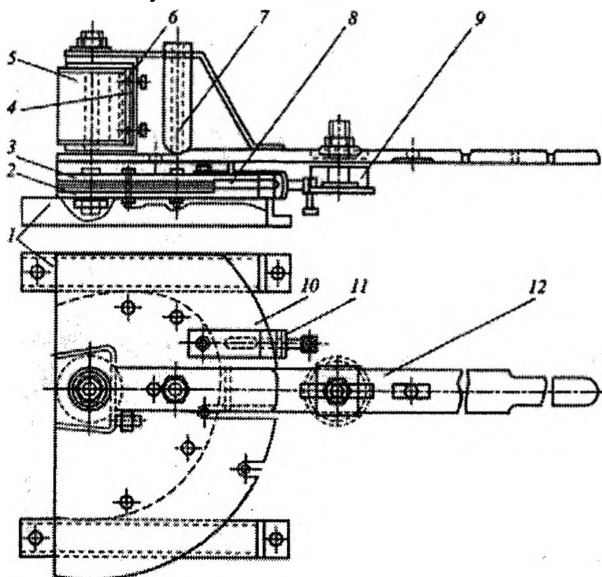


Рис. 4.31. Ручний шиногиб:

- 1 — опорні швелери; 2 — нижня опорна плита; 3 — шаблон-прокладка; 4, 11 — притискні пристосування; 5 — коробка; 6 — щілина; 7, 9 — рухомі роликів; 8 — зазор; 10 — верхня плита; 12 — важіль

Привідні шиногиби та трубогиби дозволяють згинати шини і труби відповідно з більшим перерізом та діаметрами. За допомогою універсального шинотрубогиба УШТМ-2 можна згинати на площину та ребро мідні і алюмінієві шини з перерізом до 100×10 мм, а також водогазопро-

відні труби із внутрішнім діаметром до 50 мм і тонкостінні труби діаметром до 60 мм на кут до 90°. Шинотрубогиб комплектується знімними пристосуваннями для шин і труб з різним перерізом та діаметрами.

Секторні ручні ножиці НС-1 (рис. 4.32) застосовуються для перерізання кабелів з мідними жилами з перерізом 3—10 мм² і з алюмінієвими жилами з перерізом 3—25 мм², алюмінієвих однодротових проводів з перерізом 50 мм² і багатодровових проводів з перерізом 70 мм², а також мідних багатодровових проводів з перерізом 50 мм². Максимальний діаметр кабелю, що перерізується, 25 мм.

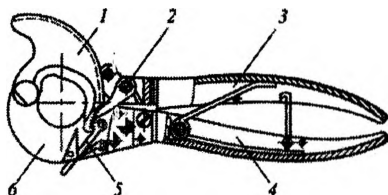


Рис. 4.32. Секторні ручні ножиці НС-1:

- 1 — рухомий секторний ніж із зубцями; 2, 5 — відповідно падаюча та фіксуюча собачки; 3, 4 — відповідно нерухома та рухома рукоятки; 6 — нерухомий секторний ніж

Ручний гідравлічний прес ПГР-20М1 (рис. 4.33) призначений для з'єднання та окінцівки алюмінієвих і мідних жил ізольованих проводів і кабелів з перерізом 16—240 мм² способом обпресування багатогранним обтисненням (шестигранне обтиснення та місцеве вдавнення), а також для округлення секторних однодротових алюмінієвих жил з перерізом 25—240 мм² і секторних комбінованих жил з перерізом 120—185 мм².

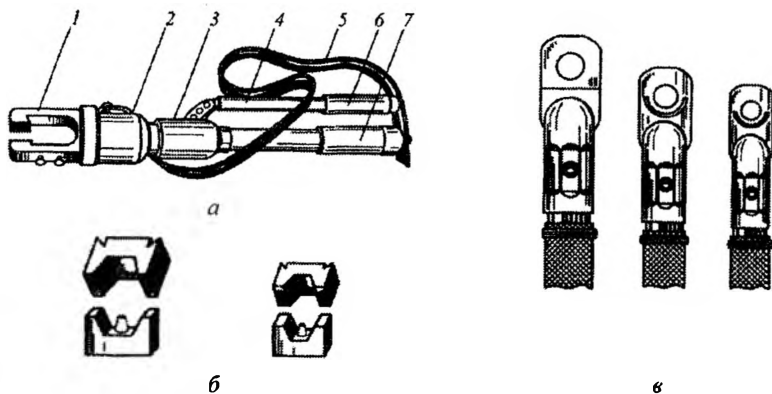


Рис. 4.33. Ручний гідравлічний прес ПГР-20М1 (а), пуанسونи та матриці (б), спресовані наконечники (в):

- 1 — скоба-бугель для встановлення матриць і пуансонів; 2 — корпус; 3 — стакан, що з'єднує корпус із рукояткою; 4 — важіль; 5 — ремінь; 6, 7 — рукоятки насоса

Прес складається із корпусу 2 з робочим циліндром і поршнем, скоби-бугеля 1 для закріплення матриці та пуансонів, запірною і нагнітальною клапанів, рухомою 6 і нерухомою 7 рукояток насоса, стакана 3, що з'єднує корпус із рукояткою, важеля 4 насоса, встановленого шарнірно на стакані, і масляного балона. При завернутому до упору запірному клапані поршень переміщається під тиском, що створюється в робочому циліндрі при хитанні рукоятки насоса. Щоб поршень зайняв вихідне положення, варто відвернути запірний клапан на два-три обороти. Для виконання обпресування в пресі встановлюються пуансон і матриця, що відповідають перерізу та конструкції жили кабелю або проводу.

У матрицю укладається наконечник (або гільза), насаджений на жилу, і клапан закривається. Після цього рукоятку насоса качають доти, поки пуансон не ввійде в зіткнення з матрицею. Потім відкривають клапан, при цьому поршень із пуансоном повертається у вихідне положення, і знімають спресований наконечник. У такий же спосіб роблять округлення секторних алюмінієвих однодротових жил кабелів і проводів. Максимальне зусилля, що розвивається робочим поршнем, 200 кН, маса преса 5,3 кг.

Ручний гідравлічний прес РГП-7 (рис. 4.34) складається з корпусу 2, насоса 3 із клапанами, поршня 1 з пуансоном, резервуара 5 з маслом, вилки 6 з матрицею та важеля 4 насоса. При хитанні важеля насоса під дією тиску масла переміщається поршень із пуансоном і відбувається обпресування наконечника.

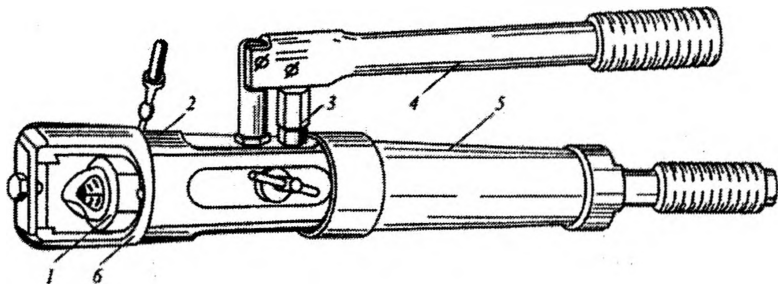


Рис. 4.34. Ручний гідравлічний прес РГП-7:

1 — поршень; 2 — корпус; 3 — насос; 4 — важіль; 5 — резервуар з маслом;
6 — вилка з матрицею

Ручний механічний прес РМП-7М (рис. 4.35) призначений для обпресування кабельних наконечників на жилах проводів і кабелів з перерізом 16—240 мм² однозубим вдавленням. На корпусі преса, що має форму клішів, шарнірно закріплена відкидна скоба, що зашпається, 11, яка служить для установки змінних матриць 1. У корпусі 10 встановлений пуансонотримач 2, що вільно переміщується, робочий і зворотний рухи якого здійснюються важелями 9. Для зменшення зусиль важелі стискаються за допомогою сталевого троса 8, намотаного на барабан 4 правого важелю.

Обпресування відбувається хитанням ручки, при цьому на барабан намотується трос, важелі 9 зближаються, і плічка пуансона стикається з матрицею, вдавлюючи пуансон у трубчасту частину наконечника та утворюючи зуби. Максимальне зусилля, що розвиває прес, 70 кН, його маса 5,3 кг.

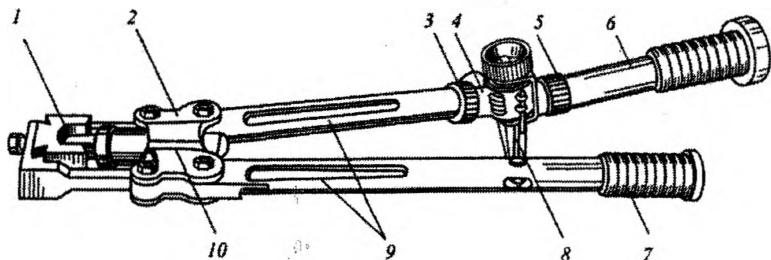


Рис. 4.35. Ручний механічний прес РМП-7М:

1 — матриця; 2 — пуансонотримач; 3, 5 — кільця; 4 — барабан правого важеля; 6, 7 — відповідно рухома та нерухома ручки; 8 — трос; 9 — важелі; 10 — корпус; 11 — відкидна скоба

Термокліщі ТК-1 (рис. 4.36) призначені для зняття пластмасової ізоляції з жил проводів і кабелів з перерізом 1,5—6 мм² на будь-якій їхній ділянці. Кліщі є термомеханічними, тобто вони працюють із використанням механічного впливу та розплавлення ізоляції. Завдяки електропрогріву ніжів ізоляція знімається з мінімальним зусиллям. Робоча температура ножа 170—200 °С, потужність кліщів 65 Вт, напруга живлення 36 В, маса 1 кг.

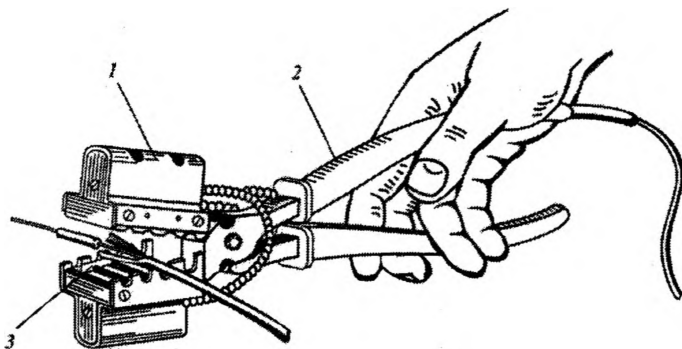


Рис. 4.36. Термокліщі ТК-1:

1 — нагрівальні елементи; 2 — рукоятка; 3 — голівка з ножами

Піротехнічний прес ППО-95 (рис. 4.37) призначений для окінцівки однодротових алюмінієвих жил з перерізом 25—95 мм². Пуансон, перемищаючись під дією порохових газів патрона уздовж осі преса, робить

формування кінця жили кабелю за один постріл. Як джерело енергії преса застосовуються патрони Д4 і МПУ-3 з пороховим зарядом в 1 г та укрупною жовтих кольорів.

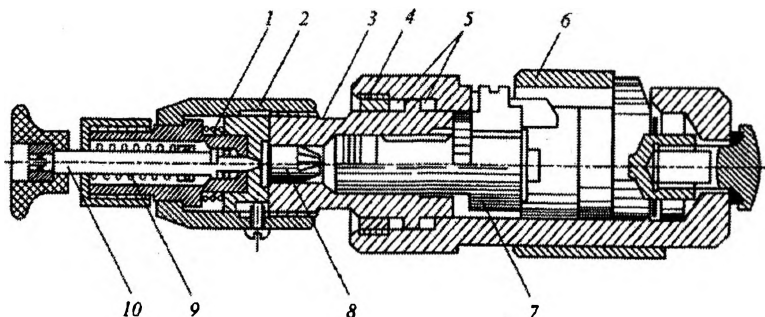


Рис. 4.37. Піротехнічний прес ППО-95:

- 1 — поворотна пружина; 2 — корпус; 3 — стовбур; 4 — замкова гайка;
 5 — амортизатор; 6 — кожух; 7 — пуансон; 8 — патрон; 9 — бойова пружина;
 10 — ударник

Продуктивність преса — 40 пострілів на годину, маса складає 8,5 кг.

Запитання для самоконтролю

1. Перелічіть інструменти, що служать для з'єднання та окінцівки кабелю.
2. Для чого застосовуються кліщі КЗІ-1?
3. Для чого призначені інструменти МБ-2?
4. Для чого служать прес-кліщі?
5. Для чого призначені трубогиби та шиногиби?
6. Для чого служать ручні гідравлічні преси?
7. Для чого призначений ручний механічний прес?
8. Для чого служать терموкліщі?
9. Для чого застосовуються піротехнічні преси?

4.9. Електромонтажні інвентарні пристосування

При електромонтажних роботах використовуються різні інвентарні пристосування. До них відносяться пристосування для роботи на висоті та для такелажних робіт, контейнери для комплектування та перевезення матеріалів, пристосування для випробування трубопроводів на герметичність та укручування електродів заземлення та ін. Розглянемо деякі з них.

Для організації робочих місць електромонтажників на висоті з урахуванням правил техніки безпеки застосовуються інвентарні сходи та риштування.

Сходи-драбина монтажна — СДМ (рис. 4.38, а), зварена із профільного алюмінієвого сплаву та алюмінієвого листа, складається із двох шарнірно з'єднаних ланок і застосовується як приставні сходи та драбина. Її маса 12,5 кг, розмір до верхньої сходинки в робочому положенні як приставні сходи 3180 мм, як драбина — 2120 мм.

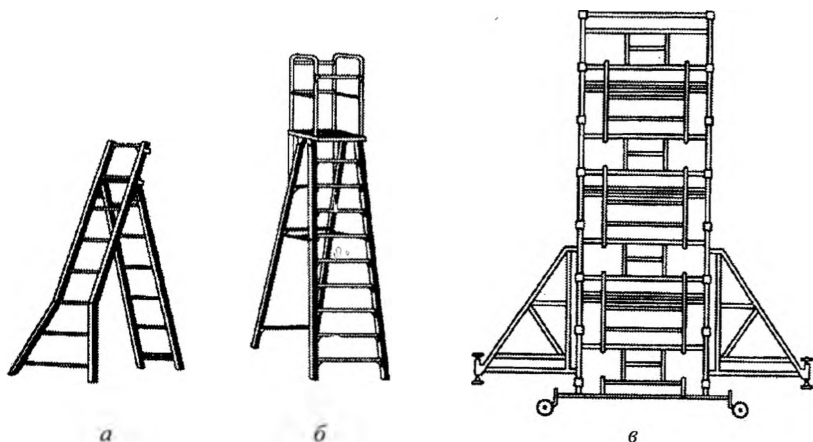
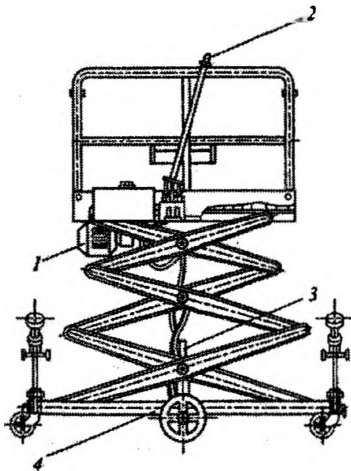


Рис. 4.38. Пристосування для роботи на висоті:
 а — сходи-драбина монтажна; б — сходи із площадкою С-312;
 в — збірно-розбірні риштування РЗР-7

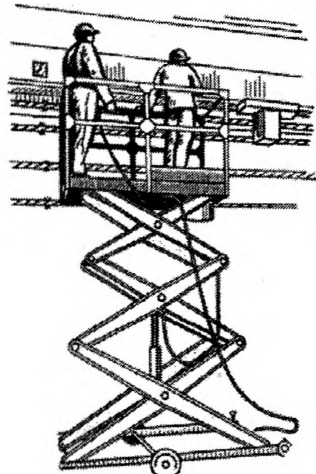
Сходи із площадкою С-312 (рис. 4.38, б) використовуються для проведення робіт на висоті до 4,5 м і складаються із двох стояків-опор-стійок, зварених з дюралюмінієвого листа, і горизонтальної площадки розміром 500×600 мм із огороженням. Сійки оздоблені опорними ізолюючими окінціюваннями з рифленою поверхнею та з'єднані стяжками. У транспортному положенні сходів стяжки знімаються, а стійки складаються. Маса сходів 28 кг, висота до робочої площадки 3 м.

Збірно-розбірні риштування РЗР-7 (рис. 4.38, в), оздоблені вантажопідійомною поворотною стрілкою для вантажів до 100 кг, призначені для роботи двох монтажників на висоті від 2,2 до 7 м. Комплектують їх з опорної рами та плоских трубчастих секцій, які дозволяють збирати різні по висоті риштування із кроком висоти робочої площадки 0,9 м. Площа робочого настилу 1500×800 мм.

Гідравлічна піднімальна платформа ГМПП-5Д (рис. 4.39) призначена для виконання електромонтажних робіт на висоті до 6,5 м. Підйом робочої площадки здійснюється гідромократом, вручну рукояткою або електроприводом; переміщується вона вручну за допомогою візка з колісьми. Маса платформи 390 кг, максимальна висота підйому робочої площадки 5 м, вантажопідйомність 250 кг. Швидкість підйому електроприводом — 5 м/хв, вручну 1,2 м/хв.



a



б

Рис. 4.39. Гідравлічна піднімальна платформа з електроприводом ГМПП-5Д:
a — пристрій; *б* — прокладка шинопроводу із платформи; 1 — електродвигун;
 2 — рукоятка керування гідродомкратом; 3 — гідродомкрат; 4 — візок

Роликовий ручний візок ВРР призначений для перевезення бухт проводів та інших вантажів по твердій основі та складається з рами, двох коліс, двох кінцевих роликів (допоміжні колеса) і знімних трубчастих бортів. Маса візка 72 кг, вантажопідйомність 300 кг.

Телескопічний монтажний підйомник «Темп» (рис. 4.40) призначений для підйому одного робітника з інструментом і монтажними матеріалами на висоту до 9 м. Розмір робочої площадки 540×610 мм, швидкість підйому та опускання 5 м/хв, вантажопідйомність 100 кг, маса 125 кг. Мінімальна висота від підлоги до робочої площадки 3,9 м, максимальна — 7 м.

Підйомник складається з візка, нерухомої та рухомої секцій і ручної лебідки, установлені на робочій площадці.

Візок 1 служить опорною підйомника і являє собою розбірну об'ємну конструкцію, виготовлену з дюралюмінієвих труб. Чотири ходових колеса можуть вільно повертатися навколо вертикальних осей. У робочому положенні підйомника колеса стопоряться; для його більшої стійкості відкидні аутригери, установлені на візку, закріплюються. Конструкція ходових коліс забезпечує встановлення підйомника по схилі на нерівній підлозі.

Нерухома секція 2 являє собою зварену об'ємну конструкцію з дюралюмінієвих куточків, шарнірно з'єднану з візком. У робочому вертикальному положенні нижня частина телескопічного пристрою притискається до поперечок візка за допомогою двох ексцентриків. У транспортному горизонтальному положенні нерухома секція утримується

ється двома гнучкими розтяжками, що зв'язують його з візком. Рухома секція 3, у верхній частині якої кріпиться робоча площадка 4 з лебідкою 5, також являє собою зварену дюралюмінієву конструкцію. Рухома секція переміщається усередині нерухомої по текстолітових роликах.

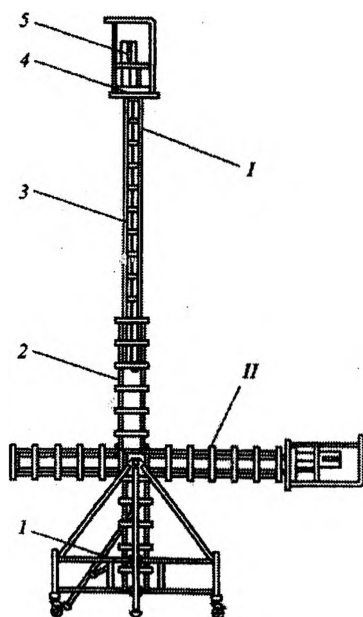


Рис. 4.40. Телескопічний монтажний підйомник «Темп»:

I — візок; 2, 3 — відповідно нерухома та рухома секції; 4 — робоча площадка; 5 — лебідка; *I* — робоче положення; *II* — транспортне положення

Підйом та опускання робочої площадки здійснюється за допомогою ручної лебідки, піднімальний канат якої проходить через блоки рухомого телескопічного пристрою та одним кінцем закріплюється на нерухомій секції. При обертанні рукоятки лебідки за годинною стрілкою робоча площадка разом з монтажником піднімається, а при обертанні її проти годинної стрілки — опускається. На випадок обриву каната передбачені уловлювачі, які стопорять рухому секцію щодо нерухомої під час вільного падіння. Підйомник транспортується на колесах одним робітником.

Малогабаритний пересувний підйомник (МПП) має гідравлічний привід для підйому, а переміщується вручну. Вантажопідйомність підйомника 300 кг, висота підйому вантажу 1600 мм, швидкість підйому 50 м/хв, маса 100 кг.

Для механізації транспортування вантажів у монтажній зоні випускаються візки декількох типів.

Візок типу ТПБ (рис. 4.41, а), що пересувається вручну, застосовують для перевезення до місця установки окремих або зблокованих між собою шаф, камер, щитів та інших електротехнічних виробів.

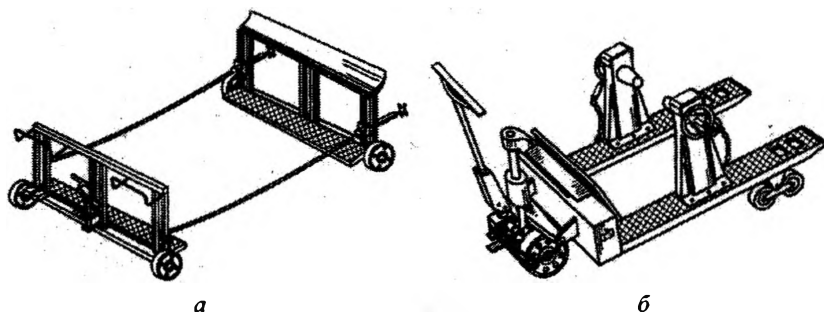


Рис. 4.41. Візки типу ТПБ (а) для транспортування комплектних електричних пристроїв і типу ТГБ (б) для транспортування кабельних барабанів

Він складається із двох одноосьових напіввізків, з'єднаних між собою двома сталевими канатами, і розрахований для перевезення виробів масою до 2 т. Для навантаження площадки напіввізків із двох протилежних сторін підводять під основу виробу, встановленого на підкладках висотою близько 50 мм, сталеві канати змотуються з барабанів на необхідну довжину, а петлі, наявні на їхніх кінцях, накидаються на гаки натяжних пристроїв. Після доставки виробу до місця установки канати послабляються та виріб саморозвантажеться. Вантажопідйомність візка 2000 кг, маса 200 кг.

Спеціальний візок типу ТГБ (рис. 4.41, б), призначений для навантаження, транспортування, розвантаження та розкочування важких барабанів з кабелем, а також для транспортування електроустаткування, складається з рами, гідравлічного домкрата, затиску, коліс, системи тяг і важелів і складної вантажної площадки. За допомогою гідравлічного домкрата із системою тяг і важелів здійснюється підйом рами для навантаження і її опускання при розвантаженні. У комплект візка входить складна площадка, що кріпиться до рами візка при транспортуванні малогабаритного електроустаткування. Вантажопідйомність візка 600 кг, маса 80 кг, а максимальна висота підйому рами 100 мм.

Канати та стропи, що широко застосовуються при такелажних роботах (навантаженні, розвантаженні, горизонтальному переміщенні та підйомі), можуть бути прядив'яні та сталеві дратові (троси). Прядив'яні канати використовуються зазвичай для оснащення механізмів малої вантажопідйомності (не більше 200 кг), а сталеві як більш міцні — для підйому та переміщення вантажів більше 200 кг. Стропи (рис. 4.42) служать для підвішування (підв'язування) вантажу на гак піднімального механізму. Вони можуть бути універсальні, полегшені з кільцями та полегшені з га-

ками. При такелажних роботах застосовуються також різні механізми та пристосування: блоки, лебідки, поліспасти, талі, домкрати та ін.

Блоки служать для зміни напрямку каната та зменшення тягового зусилля при підйомі та переміщенні вантажів. За кількістю роликів блоки діляться на однороликові, двороликові, трироликові та ін.

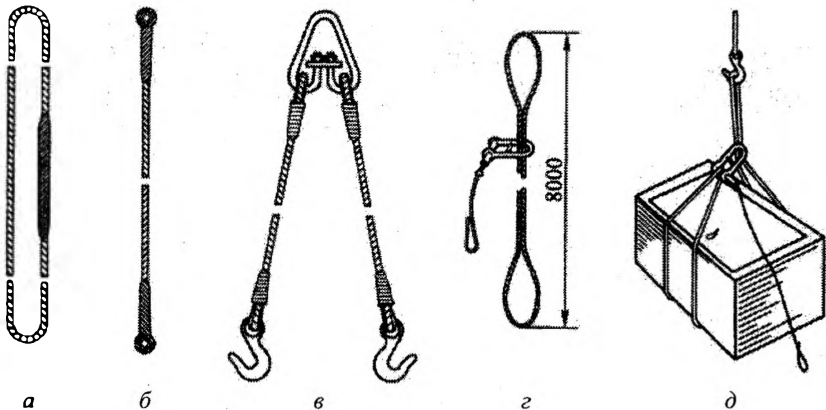


Рис. 4.42. Стропи універсальні (а), полегшені з кільцями (б), полегшені з гаками (в), загальний вид замка зі стропами (г), підйом шафи станції керування (д)

Однороликові блоки, що служать для зміни напрямку каната, називаються відвідними. Ролики в цих блоках встановлюються нерухомо в місця зміни напрямку каната. Щоб уникнути протаскування довгого кінця каната через блоки, їх виконують із відкидними деталями (щочками). Відвідні блоки замість гака для підвішування вантажу забезпечуються сергою. Діаметр ролика блоку повинен бути не менше 10-кратного діаметра прядив'яного каната або 18-кратного діаметра троса.

Поліспасти складаються з верхнього нерухомого та нижнього рухомого однороликового або багатороликового вантажних блоків. Тягове зусилля на канаті при однаковому вантажі визначається числом ниток каната в поліспасті. На рис. 4.43 наведено схеми поліспаств; цифри вказують, у скільки разів може бути збільшена вага P вантажу, що піднімається поліспастом, у порівнянні з вагою вантажу, що піднімається однороликовим блоком, при однаковому тяговому зусиллі на канаті. Поліспасти зазвичай застосовуються в сполученні з лебідками у вантажопідйомних кранах, оснащених гальмовими пристроями.

Талі бувають ручні та електричні. Ручна таль являє собою переносний вантажопідйомний механізм, що складається з ланцюгового поліспасти та приводного механізму з гальмовим пристроєм. За конструкцією талі можуть бути двох типів: із черв'ячною та шестерною передачами. Найбільше поширені талі із черв'ячною передачею (рис. 4.44).

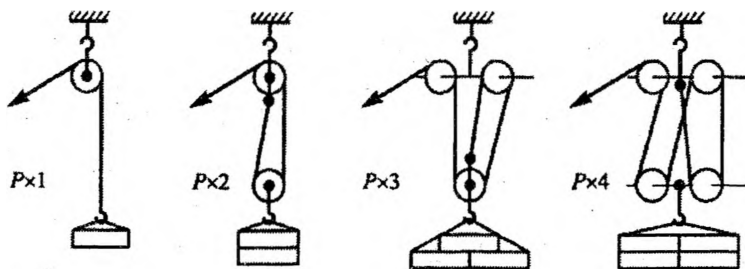


Рис. 4.43. Схеми поліспастів

Талі нерухомо підвішують у місця робіт і пускають у хід знизу ручним натягом тягового ланцюга 3, що обертає при цьому тягове колесо 2, віссю якого служить черв'як. Останній приводить в обертання черв'ячне колесо 1 із зірочкою для захоплення вантажного ланцюга 5. Вантажний ланцюг, один кінець якого закріплюється на нерухомій верхній частині талі, обертає ролик 4 нижнього вантажного блоку, приводячи його у поступальний рух, у результаті чого вантаж піднімається або опускається. Гальмовий пристрій талі діє автоматично під тиском піднятого вантажу. Гальмо забезпечує плавне опускання вантажу, що відбувається тільки при впливі на тяговий ланцюг.

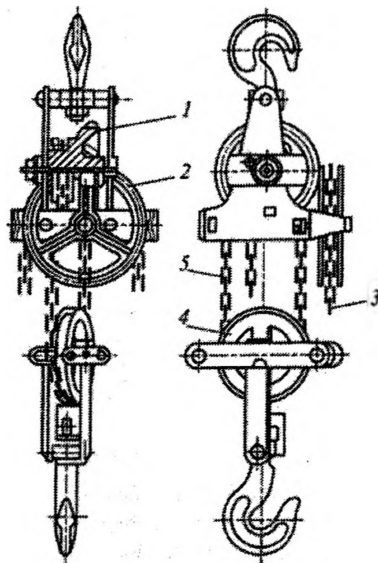


Рис. 4.44. Таль із черв'ячною передачею:
 1 — черв'ячне колесо; 2 — тягове колесо; 3 — тяговий ланцюг;
 4 — ролик нижнього блоку; 5 — вантажний ланцюг

Електричні талі (тельфери) на відміну від ручних обладнуються двома електродвигунами, один із яких служить для підйому вантажу, а другий — для горизонтального пересування талі по монорейці. При підйомі вантажу відповідний електродвигун через систему зубчастих передач приводить в обертання барабан, на який намотується сталевий канат поліспасти. Механізм підйому вантажу має електромагнітне гальмо. Інший електродвигун через систему зубчастих передач приводить в обертання ведучі колеса талі, які котяться по монорейці.

Домкрати являють собою переносні механізми, що застосовуються для підйому, переміщення на невеликі відстані або для розвороту в горизонтальній площині важкого устаткування та інших вантажів. По конструкції домкрати діляться на рейкові, гвинтові (або пляшкові) і гідравлічні.

Рейковий домкрат (рис. 4.45, а) складається з дерев'яного або сталевого корпусу 3, усередині якого переміщується сталева зубчаста рейка 2, що закінчується зверху поворотною голівкою 1 для опори вантажу, а знизу лапою 5 для підхоплення та підйому низько розташованого вантажу. Рейка перебуває в зачепленні із зубами шестірни, що приводиться в обертання рукояткою 4. Для підйому та опускання вантажу рукоятку обертають в ту або іншу сторону, в результаті чого рейка переміщається в потрібному напрямку. Храповий механізм запобігає опусканню рейки під дією маси вантажу, що піднімається.

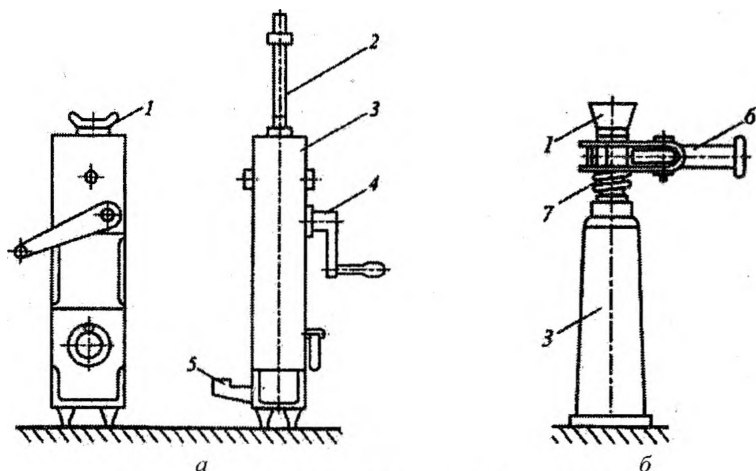


Рис. 4.45. Рейковий (а) і гвинтовий (б) домкрати:

1 — голівка; 2 — зубчаста рейка; 3 — корпус; 4 — рукоятка; 5 — лапа;
6 — важіль із храповиком; 7 — гвинт

Гвинтовий домкрат (рис. 4.45, б) складається зі сталевого корпусу 3, у верхній частині якого є отвір із прямокутним або трапецієподібним різьбленням, гвинта 7 з голівкою 1, що вільно повертається на ньому, для

упору вантажу та важеля б із храповиком. Для підйому або опускання вантажу качають важіль із храповиком, а в деяких домкратах повертають у потрібну сторону гвинт за допомогою стрижня, що вставляється в отвори гвинта. Гвинтові домкрати мають властивість самогальмування, внаслідок чого виключається самоопускання гвинта під дією маси вантажу, що підвищує їхню надійність.

Гідравлічні домкрати застосовуються для підйому важкого та великогабаритного устаткування на невелику висоту. Вони приводяться в дію або власним ручним насосом, що становить єдине ціле з домкратом, або окремо розташованим насосом.

Електромонтажні роботи на висоті можна виконувати з лісів або риштування з настилами шириною не менш 1 м, що мають надійне огородження у вигляді поруччя висотою не менш 1 м, зі справних драбин і приставних сходів. При необхідності можна працювати на висоті з неогороджених поверхонь або з постійно укріплених сходів, але з наявністю перевірених і випробуваних запобіжних поясів.

Забороняється прикріплюватися запобіжними поясами до приставних сходів і драбин під час робіт на них (припустимо, якщо сходи кріпляться до будівельних конструкцій). Забороняється працювати зі сходів і драбин біля працюючих машин і над ними, поблизу струмоведучих частин, що перебувають під напругою та незахищених від випадкового дотику до них. При необхідності працюючі машини повинні бути зупинені, а струмоведучі частини відключені та заземлені.

Для перенесення та зберігання інструментів, болтів і настановних деталей робітники, що працюють на висоті, повинні бути забезпечені індивідуальними ящиками або сумками.

При виконанні робіт на висоті забороняється підніматися та опускати по тросах і канатах, користуватися для цієї мети піднімальними монтажними механізмами, переходити по незакріплених конструкціях і працювати на них, а також перелазити через огороження та сідати на них.

При виконанні електромонтажних робіт з високо розташованого риштування та приставних сходів повинні бути вжиті заходи, що виключають можливість наїзду на них мостових кранів або переміщуваних кранами вантажів.

Працювати дозволяється тільки справним ручним інструментом. Ручні інструменти ударної дії (зубила, пробійники) не повинні мати ушкоджень (сколов, вибоїв) робочих кромek, задирок і зазублин у місці захоплення інструмента рукою, а також тріщин і задирок на потиличній його частині.

Робочі місця, на яких є відкриті прорізи в зовнішніх стінах, отвори в перекриттях, небезпечні зони, обладнуються захисними огороженнями з написами, що попереджають про небезпеку.

Запитання для самоконтролю

1. Які пристосування для роботи на висоті ви знаєте?
2. Для чого призначений роликовий ручний візок?
3. Для чого потрібні канати, стропи та блоки?
4. Що являє собою монтажний підйомник «Темп»?
5. Які типи візків ви знаєте?
6. Що являють собою талі?
7. Які домкрати ви знаєте і яка їхня конструкція?

4.10. Правила користування електромонтажними механізмами та інструментами

Правильна експлуатація механізованого інструмента та засобів малої механізації полягає в регулярному догляді за ними, дотриманні встановлених режимів роботи та змашуванні.

Роботи із пробивання ніш, отворів, гнізд, вибірці борозен, закріпленню конструкцій і деталей, з'єднання та окінціювання жил проводів і кабелів із застосуванням електрифікованого, пневматичного та іншого інструмента повинні виконувати робітники, що пройшли спеціальне навчання та мають посвідчення на право виконання даних робіт.

Електричні машини та електрифікований інструмент. Перед видачею електричних машин для виконання робіт перевіряються спеціальними приладами на стенді або мегомметром справність їх електричної (опір ізоляції, наявність і справність заземлення, цілість ізоляції кабелю та ін.), а також механічної частин (надійність кріплення нарізних сполучень, справність редуктора, наявність змашення в підшипниках і зубчастих передачах, правильність заточення та установки робочого інструмента). Перед початком роботи необхідно переконатися у відповідності напруги машини напрузі мережі, справності заземлення та перевірити роботу машини на холостому ходу.

Правильна експлуатація електрифікованого інструмента забезпечується також дотриманням установленної тривалості його включення та чистотою дотримання, тобто своєчасним видаленням стружки, пилу, будівельного дріб'язку.

У процесі експлуатації необхідно стежити за станом змашення всіх вузлів машин і при необхідності замінювати його.

Використання електрифікованого інструмента, зокрема, електросвердильних машин з напругою живлення 220 В, збільшує небезпеку травматизму (при пробі ізоляції обмоток корпус такого інструмента опиняється під напругою 220 В). Правилами техніки безпеки в будівництві забороняється користуватися ручним електроінструментом з напругою живлення 127 та 220 В в приміщеннях небезпечних і з підвищеною небезпекою (допускається використання електроінструментів з напругою живлення 42 В).

Однофазні електросвердлильні машини з металевим корпусом дозволяється включати безпосередньо в мережу 220 В тільки трижильним гнучким мідним проводом перерізом не менш ніж $1,5 \text{ мм}^2$ у загальній оболонці, причому третя жила повинна використовуватися винятково для заземлення корпусу машини. Не можна використовувати для заземлення нульову робочу жилу проводу. Нульова та заземлююча жили підключаються до заземлюючої мережі роздільно. Заземлююча жила приєднується до корпусу гвинтом.

Перед включенням електросвердлильної машини слід перевірити наявність і справність заземлення, стан ізоляції живильного проводу, відповідність напруги та частоти живильної мережі, роботу вимикача (декількома пробними включеннями). Під час роботи не допускається сильне нагрівання свердлильної машини (при якому не можна тримати долоні на її корпусі). При сильному іскрінні колектора машину необхідно відключити для усунення його причин.

У наш час застосовуються головним чином електрифіковані механізми для пробивних робіт з напругою живлення 220 В та подвійною ізоляцією — робочою та додатковою. Робочою називають основну ізоляцію, необхідну для роботи машини та захисту оператора від поразки електричним струмом. Це оплітка або емаль обмотувальних проводів, пазова ізоляція обмоток машин, просочувальні лаки та компаунди, ізоляція жил кабелю, проводів і внутрішніх сполук. Додатковою ізоляцією є пластмасові корпуси машин, що ізолюють втулки та ін.

Для підвищення безпеки електросвердлильних машин напруги 220 В з одним ступенем ізоляції їхнє живлення здійснюють від мережі через спеціальний трансформатор (з коефіцієнтом трансформації 1:1), що має обмотки з посиленою ізоляцією, виконані так, що ушкодження первинної обмотки не приводить до утворення потенціалу мережі у вторинній обмотці. Отже, виключається поява потенціалу мережі та на металевих частинах свердлильної машини навіть у випадку пробою ізоляції.

Виконання робіт в установках, що перебувають під напругою або із частково знятою напругою, дозволяється у виняткових випадках і тільки електромонтажнику, що пройшов спеціальне навчання та інструктаж, після одержання наряду-допуску та обов'язково під наглядом експлуатаційного персоналу. У наряді-допуску записуються всі монтажні операції, які повинні виконати монтажники, і міри, прийняті для забезпечення їхньої безпеки.

Пневматичний інструмент. Основна вимога щодо експлуатації пневматичного інструмента полягає в змащуванні його турбінним або солярним маслом через кожні 4—5 год роботи, а нового інструмента — через кожні 2—3 год.

Перед видачею робітник-інструментальник перевіряє в машині або перфтораторі загігування всіх нарізних сполучень, заповнює масляну

порожнину чистим мінеральним маслом, набиває масельнички солідолом для змазування редуктора та підшипників, випробовує роботу на холостому ході, перевіряє тиск стисненого повітря та справність шланга. Падіння тиску стисненого повітря різко знижує продуктивність машини. У зимовий час пневмоінструмент покривається вологою від конденсації пари, яка втримується в стисненому повітрі та яку треба вчасно видаляти. Крім того, перед початком роботи пневмоінструмент підігрівають.

Зарювальні трансформатори вимагають постійного нагляду та своєчасного усунення всіх несправностей. Догляд за трансформаторами полягає в утриманні всіх їхніх контактів справними та забезпеченні надійного заземлення корпусу, тому періодично необхідно перевіряти стан ізоляції, особливо при роботі установки на відкритому повітрі.

Твердосплавний робочий інструмент. Основними експлуатаційними показниками, що визначають ефективність такого інструмента, є його продуктивність і надійність. Нормальна експлуатація зводиться до правильного вибору інструмента, своєчасного загострення, дотримання режиму свердління або пробивання.

Про затуплення робочого інструмента та необхідність його загострення судять по значному зниженню швидкості проходки, помітному в цьому випадку збільшенню необхідного зусилля натискання на нього, а також по падінню продуктивності. Надмірне затуплення може привести до руйнування робочих пластин. При нормальній експлуатації інструмент витримує до трьох-чотирьох загострень та забезпечує швидкість бурення в бетонних основах 1—2 мм/с.

Технічне обслуговування машин підрозділяється на щоденне, виконуване протягом робочої зміни, і періодичне, виконуване після відпрацювання машиною певної кількості годин. Для нових машин, що не проходили капітальний ремонт, встановлений міжремонтний цикл. Для машин, що пройшли капітальний ремонт, міжремонтний цикл приймається з коефіцієнтом 0,8.

Запитання для самоконтролю

1. Як перевіряють перед видачею електрифіковані інструменти?
2. Як забезпечується правильна експлуатація електрифікованих інструментів?
3. Де використовуються електроінструменти з напругою живлення 42 В?
4. У яких випадках не можна використовувати для заземлення електроінструментів нульову робочу жилу?
5. Що являє собою подвійна ізоляція електрифікованих інструментів?
6. Які призначення та особливості роботи розділового трансформатора при підключенні електроінструментів?
7. Які правила роботи на установках, що перебувають під напругою?

4.11. Індустріалізація та механізація електромонтажних робіт

Одним з головних напрямків сучасної організації електромонтажного виробництва є його *індустріалізація* — це такий спосіб ведення робіт, при якому основні з них, найбільш масові і трудомісткі, виконуються поза зоною монтажу на спеціалізованих заводах і базах. Застосування індустріальних методів монтажу (ИММ) дозволяє значною мірою усунути залежність електромонтажних робіт від виконання загальнобудівельних і спеціальних робіт. ИММ дозволяють у процесі виконання будівельних робіт прокладати труби у фундаментах, влаштовувати наскрізні проходи та різні канали для електричних комунікацій, установлювати заставні частини та т. ін. Одночасно із цим на заводах виконується монтаж відповідного електроустаткування, комплектуються укрупнені блоки шинних конструкцій та електропроводок, збираються силові шафи, розподільні пристрої та ін.

Поєднання в часі ведення будівельних та електромонтажних робіт є основним джерелом підвищення продуктивності праці, зниження собівартості монтажу, підвищення якості робіт і скорочення термінів їх виконання, дає змогу раціональніше і з вищим ступенем завантаження використовувати монтажні механізми, інструменти й пристрої, звільнити персонал від виконання трудомістких монтажних робіт у менш пристосованих для цього умовах на об'єкті монтажу, повніше використовувати наявні матеріальні ресурси електромонтажної організації та її допоміжних підрозділів.

Основним способом індустріалізації електромонтажного виробництва є застосування великоблочних комплектних пристроїв, які виготовляють на заводах, що дає змогу досягти значного економічного ефекту. Наприклад, монтування на спеціалізованому заводі для електропостачання промислового підприємства комплектного розподільного пристрою (КРП) або комплектної трансформаторної підстанції (КТП) дає змогу відмовитися від будівництва для них спеціальних приміщень, а також від необхідності ревізії, налагодження і випробування електроустаткування цих пристроїв.

До місця монтажу спеціальним транспортом доставляють комплектний пристрій, який за допомогою відповідного вантажно-підіймального механізму встановлюють у підготовленому приміщенні або на готовому фундаменті; великі щити і пульти керування зі знятими приладами, які монтують після встановлення і кріплення щита на місці, запобігаючи таким чином їх пошкодженню; шафи КРП зовнішнього встановлення з повітряним вводом зі знятими чи захищеними прохідними ізоляторами вводу.

Збірні шини і шини вторинної комутації зазвичай монтують на заводі й вони надходять на монтажний об'єкт упакованими в окрему тару. Всі деталі, які входять до комплекту КРП, маркують на заводі згідно з комплектаційною відомістю. Контактні поверхні збірних шин вкрияють на

заводі спеціальними захисними сплавами, які запобігають їх окисленню, тому необхідність обробки цих поверхонь на об'єкті монтажу відпадає.

Весь монтаж таких комплектних пристроїв зводиться фактично до розпаковування і встановлення знятих деталей, а також приєднання до пристрою живильних і відхідних ліній.

Індустріальними методами здійснюють роботи і з монтажу цехових електричних мереж, зокрема шинних магістралей. Готові замарковані секції шин відповідних конструкцій і перерізу доставляють у цех, де їх кріплять на опорних конструкціях і з'єднують між собою або приєднують до них секції шин відхідних ліній.

Методом індустріалізації електромонтажного виробництва є також комплектування великоблочних конструкцій, електропроводок і виробів у майстернях електромонтажних заготовок. Високий рівень готовності продукції МЕЗ дає змогу монтувати її без додаткових витрат праці на складання, фарбування, маркування тощо.

Механізація електромонтажних робіт досягається шляхом максимальної заміни ручної праці роботою спеціальних механізмів і механізованих інструментів.

Комплексну механізацію електромонтажних робіт практично здійснюють в МЕЗ на технологічних лініях по обробці сортової сталі, шин, ошиновки, заготовки сталевих труб для прокладання в них проводок, на стендах для заготовки електропроводок і кабельних ліній, а також на монтажі повітряних ліній електропередач.

У МЕЗ заготівельні роботи виконують на механізованих лініях:

- складання магістральних шинопроводів у блоки;
- заготовки шин;
- заготовки відміряних окінцьованих і неокінцьованих (ізольованих) проводів і кабелів;
- заготовки струмопроводів (комплектів для лінії) у вигляді пучків і пакетів проводів;
- заготовки сталевих труб і складання їх в блоки;
- обробки пластмасових труб;
- складання у вузли опорних конструкцій;
- заготовки проводів з несучими тросами і світильниками;
- складання у вузли комплектних пристроїв з елементами мережі.

Лінія складання магістральних шинопроводів у блоки складається зі зварювального поста електродугового зварювання з електродом, що плавиться в середовищі аргону; кантувача для повороту секцій при двосторонньому зварюванні; рольганга для подачі секцій в кантувач на зварювання; рольганга для видалення секцій з кантувача після зварювання, що використовується також для виконання ізоляції місць зварювання шин і перевірки опору ізоляції шин після зварювання. Після заготовки блоків шинопроводів їх укладають в спеціальні контейнери для відправлення в зону монтажу.

Лінія заготовки шин складається з дискової пилки для різання алюмінієвих шин; вальців для виправлення шин; шинозгинача для згинання шин на площину і на ребро; вальців для виправлення шин розгалужень, шинозгинача для згинання розгалужень; стенда для складання і зварювання пакетів та блоків і приварювання розгалужень; рольганга для передачі заготовлених шин з одного робочого місця на інше.

На **лінії заготовки струмопроводів** у вигляді пучків і пакетів проводів використовують відміряні окінцьовані та неокінцьовані проводи. Робота відбувається на монтажних столах, на яких, послідовно передаючи виробу з одного робочого місця на інше, виконують підборку проводів для пучків або пакетів, їх укладання і тимчасове закріплення; кінцеве закріплення стрічками і кнопками, полосками-пряжками і т. д., маркування, намотування на барабани, котушки або в бухти і укладання бухт в контейнери.

Лінія заготовки сталевих труб і складання їх у блоки вміщує все необхідне для фарбування ззовні та зсередини, розрізання, нарізання різьби, згинання і складання у блоки та вузли з ящиками, коробками, кожухами, приварювання «прапорців». Відповідно до цього в лінії установлені: ванни для усунення окалин хімічним шляхом; промивальні ванни; сушильні камери для сушіння труб після промивання; пристрої для фарбування труб ззовні та зсередини; сушильні камери для сушіння труб після фарбування; пилки і штампи для мірного розрізування або рубання труб; різьбонарізні верстати з пристосуванням для зняття фасок; трубнозгиначі для згинання труб; пристосування для нагвинчування муфт; преси для пробивання отворів у ящиках, коробках і кожухах; стенди для складання блоків та вузлів, якими можуть бути ящики, коробки чи кожухи апаратів з відрізками труб, декілька скріплених в один ряд труб або багаторядний пакет із труб, комплектний прохід через стіну чи перекриття, що складається з патрубків.

Лінія обробки пластмасових труб вміщує обладнання як для заготовки труб і складання їх у блоки, так і устаткування для виготовлення кутових елементів і з'єднувальних муфт. До устаткування і пристосувань слід віднести пилку для різання труб, пристосування для утворення розтрубів, фасок, піч для нагрівання труб, трубнозгинач.

Лінія для виготовлення кутових елементів і з'єднувальних муфт вміщує стелажі для труб, дискову пилку для розрізування труб на заготовки, агрегат з гліцериновою ванною для нагрівання до 160 °С, трубнозгинач зі змінними шаблонами, пристрої для виготовлення муфт зі змінними пуансонами та ємностями для охолодження.

Лінія складання у вузли опорних та несучих конструкцій являє собою стенди зі зварювальними постами, на яких складаються блоки: збірні кабельні конструкції, з'єднані прогонами з розміщеними на стояках полками; лотки у вигляді рядів в декілька ярусів, з'єднаних відповідним

чином; закрепи з підвісами; кронштейни з обхватами; кронштейни світильників; конструкції для кріплення апаратів і т. д.

Лінії заготовки проводів з несучими тросами і світильниками бувають двох видів. На одній лінії виконують заготовку спеціальних тросових проводів марки АРТ. На іншій заготовляють несучі троси та звичайні ізольовані проводи або неброньовані кабелі, що закріплюються на тросах. На лінії заготовки проводів АРТ їх розрізують на вимірні відрізки, знімають оболонку та ізоляцію в місцях приєднання, встановлюють розгалужувальні коробки, а на кінцевих кріпленнях троса — коуші та натяжні пристрої, заряджають світильники (якщо зарядка не була виконана на іншій лінії), підвішують їх на гаках коробок і приєднують до затискачів коробок.

На *лінії заготовки несучих тросів* заготовляють стальний дріт, що замінює несучий трос, виправляють, очищають і фарбують його на спеціальному механізмі, заготовляють пучки провідників, попередньо знімають ізоляцію в місцях приєднання, встановлюють розгалужувальні коробки і світильники, оформляють місця кінцевих кріплень.

Лінії складання у вузли комплектних пристроїв з елементами мережі створюють при великому обсязі робіт, пов'язаних з груповим встановленням ящиків з апаратурою керування на стояках. Така лінія обладнана стендами і монтажними столами, на яких зі стояків і поперечок із монтажних профілів створюють блоки, готують апаратуру для приєднання до них проводів і виконують в ящиках отвори для вводів і виводів, встановлюють ящики з апаратурою, виготовляють перемички та приєднують їх до апаратів, що є на збірній конструкції.

Спеціалізовані машини та пересувні майстерні. Новою формою організації монтажу є створення спеціалізованих (по окремих видах електромонтажних робіт) машин і пересувних майстерень. Спецмашини та майстерні укомплектовуються засобами механізації, пристосуваннями, інструментом, кріпильними деталями та настановними виробами. Для транспортування великих засобів механізації, а також комплектів електромонтажних заготівель і матеріалів використовуються автопричепа.

Спеціалізовані машини та пересувні майстерні дозволяють для привода механізмів використовувати двигун автомобіля, а автономні джерела електроенергії — для живлення електрифікованого інструмента.

Наявність автономних джерел електроенергії в машинах і майстернях підвищує їхню мобільність, дозволяючи широко застосовувати їх при відсутності постійного джерела електроенергії.

За наявності зовнішніх джерел електроенергії устаткування дозволяє підключати майстерню до електромережі для забезпечення освітлення робочих місць і роботи електрифікованого інструмента та пристосувань.

Пересувні майстерні зі спецмашинами, обладнані радіозв'язком, дозволяють здійснювати більш повний та оперативний зв'язок технічного керівництва із бригадами.

Спеціалізовані пересувні майстерні, обладнані ящиками-сидіннями, шафами з відділеннями для робочого та чистого одягу, столами, умивальниками, забезпечують при відсутності на будівельному майданчику побутових приміщень нормальні виробничі та санітарно-гігієнічні умови для робітників.

Спеціалізовані автомашини із причепами для монтажу електроосвітлення житлових будинків і цивільних будинків оснащуються генератором потужністю 12 кВт, перетворювачем частоти, радіостанцією двостороннього зв'язку, зварювальним трансформатором і слюсарним верстаком; на причепі встановлюють контейнери для монтажних інструментів і матеріалів.

Спеціалізовані автомашини із причепами для монтажу силового електроустаткування повинні мати засоби малої механізації, піднімальне пристосування вантажопідйомністю близько 1000 кг; на одноосьовому причепі встановлюються зварювальне устаткування та перетворювач частоти. На машині є також ящики з механізмами, інструментом і різними пристосуваннями, сходи та драбини.

На спеціалізованому автопричепі для монтажу трансформаторних підстанцій і закритих розподільних пристроїв встановлюються слюсарний верстак, зварювальний трансформатор, лебідка, домкрат і контейнер з інструментами та матеріалами.

Аналогічно комплектуються і інші спецмашини та причепа.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке індустріалізація електромонтажних робіт?
2. Як досягти механізації електромонтажних робіт?
3. Для чого створюють спеціалізовані машини та майстерні?
4. Яке призначення автопричепа до спеціалізованих машин?
5. Яким устаткуванням оснащені спеціалізовані машини?
6. Як підвищується мобільність спеціалізованих машин?

4.12. Будова комплексних технологічних ліній із заготівлі вузлів електропроводок

Основним напрямком в індустріалізації монтажу електромереж є централізована стендова заготівля елементів електропроводок і кабельних ліній.

Технологічна лінія КМО-3 по обробці та заготівлі проводів освітлювальних ліній складається з комплекту механізмів, але кожний з них може бути використаний окремо.

Необхідні довжина та число проводів, що відрізають, програмуються. Довжина відрізаного проводу визначається лічильником, а число прово-

дів, що відрізають, задається набором відповідного числа на ньому. Проводи, що відрізаються, з розмотувального барабану пропускаються між рихтувальними роликами, роликами мірного та тягнучого пристрою.

Механізм для зняття ізоляції із проводів і закручування контактних кілець (рис. 4.47) являє собою металеву шафу 2, в середині якої розміщений привод.

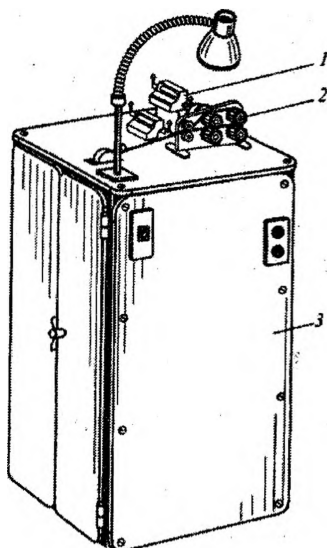


Рис. 4.46. Механізм для різання та підрахування заготівель проводів:

1 — мірний пристрій; 2 — голівка з електродвигуном для різання проводів; 3 — шафа з електроприводом і розмотувальним барабаном

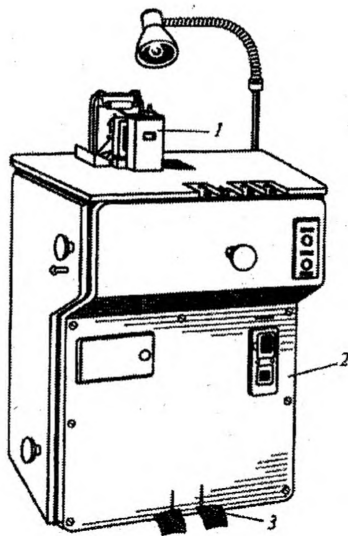


Рис. 4.47. Механізм для зняття ізоляції із проводів і закручування контактних кілець:

1 — голівка механізму з ріжучими ножами та оправкою для утворення кілець; 2 — шафа з електроприводом; 3 — педальний привод

На верхній панелі розміщується голівка 1 механізму з ріжучими ножами для зняття ізоляції та оправкою для утворення кілець. Педальний привод 3 складається з електродвигуна, редуктора, важільно-кулачкового механізму та пускової апаратури. Ізоляція з оброблюваного проводу знімається в голівці ріжучими ножами; одночасно розрізається перемичка двожильних проводів. Після виконання одного циклу операції механізм автоматично відключається.

Технологічна лінія КМО-6 для обробки проводів з перерізом до 10 мм^2 , призначених для освітлювальних мереж, складається з наступного комплексу механізмів і пристроїв: автомата АРС, механізмів ЗК і СП, установки УС, розмоточної вертушки БС і монтажного стола МС.

Автомат АРС, що складається із пристрою, рихтуючого плоскі про-води; пристрою, що подає їх; пристрою, що ріже плівку; пристрою, що тягне бухту, а також пристроїв для відмірювання та підрахунку проводів, що виконує мірне різання, підрахунок числа жил, зняття ізоляції із проводів, а також роздвічення заготівок. Число жил в оброблюваних проводах може бути до трьох, довжина ізоляції, що знімається, 30 мм, час зняття ізоляції та розрізування проводів 2,5 с.

Механізм ЗК робить одночасне закручування до трьох контактних кі-лець із внутрішнім діаметром 3,2; 4,2; 5,2 та 6,2 мм. Механізм СП призначений для скручування та підрізування жил проводів. Одночасно такий механізм може скручувати 12 жил з перерізом 6 мм².

На установці УС зварюють скручені жили, очищують їх від шлаків та ізолюють. На монтажному столі МС змонтовані гвинтоверт, механічна викрутка, накопичувачі зібраних проводів, ємності під арматуру та контрольний пристрій для перевірки якості контактних сполук.

Технологічна лінія КМБ-4 по обробці та заготівлі проводів з перері-зом від 16 до 240 мм² і неброньованих кабелів з діаметрами 16—65 мм призначена для розмотування проводів і кабелів з бухт або барабанів, виправлення та різання їх на мірні відрізки, зняття ізоляції з кінців жил, обпресування наконечників і мотання в бухти відрізків проводів довжи-ною більше 5 м.

Технологічна лінія для заготівлі тросових проводок зазвичай скла-дається із двох частин (розташованих роздільно або разом): лінії поперед-ньої обробки сталевго дроту та лінії для заготівлі та збірки тросових електропроводок.

Перша частина лінії складається з вертушки для розмотування про-водів (дроту), механізмів для виправлення, зняття окалини та фарбування сталевго дроту, електропечі для сушіння пофарбованого дроту та тягну-чого пристрою для його намотування.

Друга частина лінії комплектується механізмом для протягання, від-мірювання та різання дроту, розмотувальними барабанами, столон-верстаком для збірки заготовок і приймальною вертушкою. До її складу входить також барабан з обробленим дротом.

Піч непрямого нагрівання (рис. 4.48) для сушіння сталевго дроту, покритого антикорозійним лаком, має кожух 1, що сприймає механічні навантаження, обкладений вогнетривким 2 і теплоізоляційним 3 шарами матеріалів, що утворюють стіни, склепіння 8 і під 6 печі. На поверхні склепіння, стін і на частині поду за допомогою спеціальних вогнетривких арматур укріплені нагрівальні елементи 5, що випромінюють теплоту на виріб 4.

У печі є отвір, що служить для завантаження та вивантаження виробів, що закривається футерованими дверцятами 7. Робоча температура камери нагрівання 400—450 °С, час розігріву до її робочої температури 50 хв.

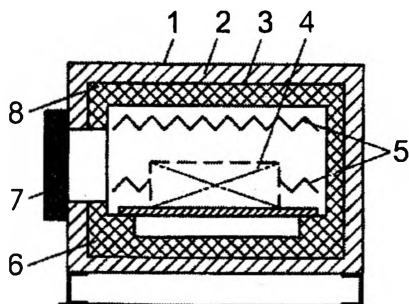


Рис. 4.48. Піч непрямого нагрівання:

- 1 — кожух; 2 — вогнетривкий шар; 3 — теплоізоляційний шар; 4 — виріб;
5 — нагрівальний елемент; 6 — під печі; 7 — дверцята; 8 — звід печі

Печі непрямого нагрівання підключаються безпосередньо до трифазної мережі струму напругою 380, 660 В або до понижуючих електропічних трансформаторів.

Технологічна лінія для заготівлі кабелів містить механізм для відмірювання та різання кабелів з візком, привод натягу та тягнучі барабани.

Механізм для відмірювання, різання кабелю та укладання його на інвентарний барабан (рис. 4.49) складається з корпусу 9, основи 7 для пересування візка 6 ланцюгом 8, блоків включення та подачі пилки, плити 10, на якій змонтована пилка 5, мірний пристрій 2 з лічильником 1, утримуючі 3 і направляючі 4 ролики, затиск для кабелю та електроприводи.

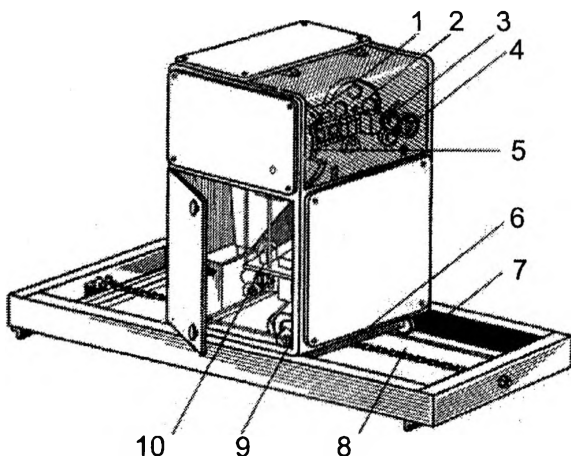


Рис. 4.49. Механізм для відмірювання, різання та укладання кабелю на інвентарний барабан:

- 1 — лічильник; 2 — мірний пристрій; 3, 4 — відповідно утримуючі та напрямні ролики; 5 — пилка; 6 — візок; 7 — основа; 8 — ланцюг; 9 — корпус; 10 — плита

Кабель, що протягається, пропускають між напрямними та утримуючими роликками через мірний пристрій, пилку та затиск. Необхідна довжина кабелю встановлюється на лічильнику, що після її відмірювання через мікроперемикач подає команду на зупинку протягання, у цей час затиск губками захоплює кабель, і включаються блоки включення та подачі пилки.

Для укладання витків кабелю на інвентарному барабані використовується візок, що за допомогою електродвигуна, редуктора та ланцюга переміщає весь механізм по основі. Переріз жил оброблюваних кабелів від 16 до 240 мм², мінімальна довжина заготовок, що відрізають, 3000 мм, кратність відмірювання 100 мм, програмним пристроєм є лічильник СК-1, час різання кабелю 3 с.

Запитання для самоконтролю

1. Яку роль виконують майстерні електромонтажних заготівель?
2. Які технологічні лінії ви знаєте?
3. У чому полягає обробка та заготівля проводів освітлювальних мереж?
4. Для чого призначена технологічна лінія КМО-6?
5. Для чого служить технологічна лінія КМБ-4?
6. З яких частин складається технологічна лінія тросових проводок?
7. Які операції виконуються на технологічних лініях?
8. Для чого призначені МЕЗ?

Розділ 5. МОНТАЖ ЕЛЕКТРОПРОВОДОК

5.1. Монтаж відкритих безтрубних електропроводок

Відкриті безтрубні електропроводки для освітлювальних мереж виконуються проводами з гумовою та пластмасовою ізоляцією та неброньованими кабелями з невеликим перерізом (до 16 мм²).

Прокладка електропроводок на ізоляторах. Найпростішим способом виконання відкритих проводок є прокладка проводів на ізолюючих опорах — роликах, кліпах та ізоляторах. Ця застаріла конструктивна форма електропроводок має ряд недоліків: трудомісткість виконання, недовговічність, погану відповідність методам індустриального монтажу.

Електропроводки на роликках (рис. 5.1) у наш час не застосовуються (тільки в сільських районах), а ізолятори використовуються для ліній загального освітлення в цехах промислових підприємств або для відкритих магістралей у будинках цехів, що мають мостові крани, забезпечуючи зручність ремонту та зміни ламп у світильниках, укріплених на одній висоті із проводкою.

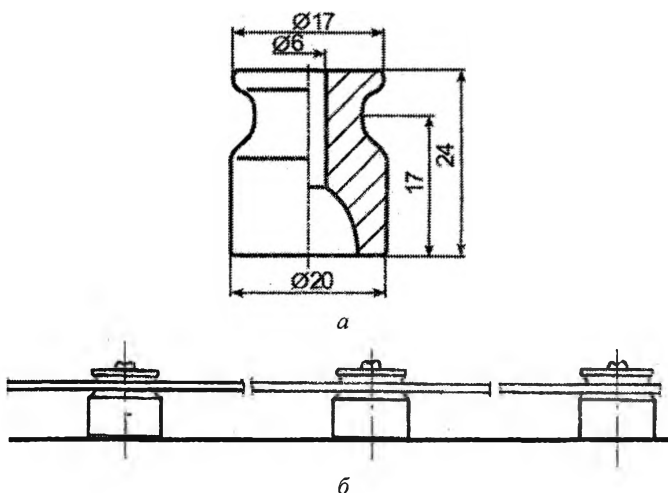


Рис. 5.1. Електропроводка на роликках:
а — загальний вигляд та розміри ролика-ізолятора РШ-4;
б — загальний вигляд електропроводки

Для відкритих електропроводок найчастіше застосовуються: настановні незахищені проводи з гумовою ізоляцією марок АПР, АПРВ, АПН, АППР і із пластмасовою ізоляцією марок АПВ, АПП, АППВ, АЛПП; захищені в металевій оболонці з гумовою ізоляцією проводи марки АПРФ;

неброньовані кабелі марок АВРГ, АНРГ, АСРГ із гумовою ізоляцією та марок АВВГ, АПВГ із пластмасовою ізоляцією.

Прокладка проводів і кабелів на сталевих смугах і натягнутому сталевому дроті (струні). Відкрита прокладка провідників безпосередньо по будівельних основах внаслідок необхідності виконання значного числа проміжних кріплень визначає підвищений об'єм трудомістких пробивних та інших заготівельних робіт на монтажній площадці. Тому прокладку провідників по будівельних поверхнях стали часто здійснювати не безпосередньо, а на підкладних несучих сталевих смугах або натягнутій дроті-струні. Електропроводки такої конструкції називаються струнними. Проводи марок АППВ, АППП та АППР, що мають плоску форму, рекомендується прокладати на несучих смугах. Як несучі застосовуються сталеві монтажні перфоровані смуги К200; сталеві стрічки (шириною 16 мм, товщиною 0,8 мм); смуги (шириною 15—30 мм, товщиною 0,8—1,5 мм), нарізані зі сталевих листів, оцинковані або пофарбовані (виріб МЕЗ).

Кріплення смуг і стрічок виконується впритул до основи по всій довжині траси, за винятком поворотів. Відстань між точками кріплення смуги до основи повинна становити 0,8—1 м, а від кінців 0,05—0,07 м (рис. 5.2). До цегельних і бетонних основ смуги кріпляться сталевими дюбелями-цвяхами, що забивають будівельно-монтажними пістолетами або ручними оправками. За наявності в смугі отворів можливо також кріплення її шурупами з розпірними пластмасовими дюбелями.

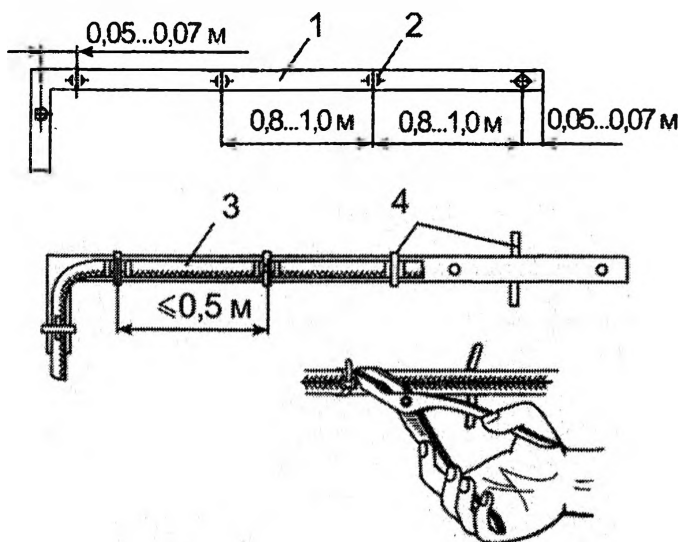


Рис. 5.2. Кріплення кабелів на сталевих смугах і стрічках:
1 — смуга; 2 — дюбель-цвях; 3 — кабель; 4 — бандажна смужка із пряжкою

До металевих конструкцій і закладних деталей смуги кріпляться електрозварюванням (прихоплюються в окремих точках). Допускається замість смуг або стрічок застосовувати сталевий гарячекатаний оцинкований або пофарбований дріт (катанку) діаметром 5—8 мм. Кріплення кінців такого дроту до основи виконується за допомогою кінцевих анкерних пластинок пристрілюванням або зварюванням до металевих закладних деталей і конструкцій.

Відмірявши довжину окремих ділянок проводки підготовленої траси, роблять заготовку проводів і кабелів відповідної довжини із запасом для входу в коробки та електроустановчі вироби. Мірні відрізки кабелю прокладають по трасі, пропускають через проходи та закріплюють бандажними смужками К404 і К405 із пряжками К407 або плоскими смужками-пряжками К395 і вводять у сполучні коробки, що встановлюються на першій стадії монтажу під час підготовки траси.

Несучі сталеві смуги та дріт підлягають обов'язковому заземленню або зануленню (крім тих, по яких прокладаються кабелі із заземленою або зануленою металевою оболонкою або бронею).

Прокладку проводів і кабелів на струнах роблять по бетонних, цегельних, керамічних і металевих основах у цехах, службових приміщеннях, коридорах і підвалах виробничих будинків.

Як несучу струну застосовують сталевий оцинкований дріт діаметром 2—3 мм. Діаметр струни, відстані між кінцевими та проміжними кріпленнями та інші конструктивні розміри проводок визначаються перерізом проводів, що прокладають, і кабелів (табл. 5.1).

Як кінцеві натяжні кріплення застосовують спеціальні струнні анкери або натяжні муфти. Кріплення струнних проводок до будівельних основ виконується сталевими дюбелями-цвяхами, що забивають за допомогою будівельно-монтажного пістолета, дюбелями типу ДГР (крім оштукатурених основ), що забивають за допомогою ручних оправок, або пластмасовими розпірними дюбелями із шурупами.

Таблиця 5.1

Конструктивні розміри освітлювальних електропроводок

Переріз проводу або кабелю, мм ²	Діаметр струни, мм	Максимальна відстань між кінцевими кріпленнями струни, м	Відстань між проміжними кріпленнями струни, м	
			з натяжним пристроєм	без натяжного пристрою
2,5	2	—	—	1
4—6	3	40	3	1,5

Струни діаметром до 3 мм рекомендується кріпити без натяжних пристроїв, а послідовно натягаючи їх на проміжні кріплення, тобто обертаючи навколо виступаючої на 5 мм із будівельної основи частини дюбеля

або шурупа. При цьому відстань між кінцевими кріпленнями не обмежується. При використанні натяжних пристроїв кінцеві кріплення струн, виконані у вигляді анкерних пластинок, прикріплюються до основи двома сталевими дюбелями або шурупами.

Кінцеві кріплення струн на спусках і відгалуженнях варто сполучати із проміжними кріпленнями магістральної струни, відгалужуючими коробками, а також із кріпленням вимикачів, розеток та інших апаратів (рис. 5.3). Відгалужуючі коробки можуть кріпитися на струні та будівельній основі.

Проводи та кабелі кріпляться до струни металевими смужками із прямиками або перфорованою монтажною стрічкою з полівінілхлоридного пластикату із кнопками; відстань між точками кріплення 500 мм. На вертикальних ділянках застосовувати металеві бандажні смужки не рекомендується.

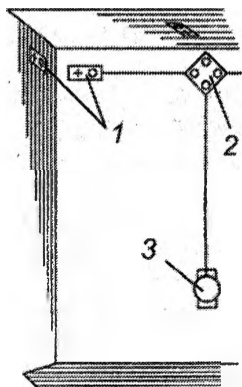


Рис. 5.3. Заготовка під струнну проводку:

- 1 — кінцевий анкер;
- 2 — анкер для відгалужуючої коробки;
- 3 — анкер для штепсельної розетки

Кріплення підвісної освітлювальної арматури може сполучатися із проміжним або анкерним кріпленням струни; допускається освітлювальні арматури масою до 2 кг кріпити безпосередньо на струні діаметром не менше 3 мм. Струнні електропроводки повинні заземлюватися у двох точках, тобто на кінцях лінії; використання струн як заземлюючого проводника не допускається.

З метою зниження працевтрат і підвищення рівня індустріалізації монтажу струнні проводки рекомендується заготовлювати на технологічних лініях у МЕЗ та у укомплектованому виді поставляти на об'єкт.

Запитання для самоконтролю

1. Які бувають електропроводки?
2. Які застосовуються проводи для відкритих електропроводок?
3. Що являє собою струнна електропроводка?

4. Із чого виготовляються несучі сталеві смуги?
5. Де використовують електропроводки на ізоляторах?
6. Де роблять прокладку проводів і кабелів на струнах?
7. Поясніть, чому не можна використовувати струну для її заземлення?

5.2. Монтаж відкритих електропроводок із захищених кабелів і трубчастих проводів

Неброньовані захищені кабелі невеликого перерізу (до 16 мм²) з гумовою та пластмасовою ізоляцією прокладають переважно в цехах промислових підприємств, у тому числі у вибухонебезпечних зонах деяких класів. Трубчасті проводи з оболонкою з луженої сталеві або алюмінієвої стрічки застосовуються для прокладки тільки в приміщеннях з нормальним середовищем і мають підвищену стійкість до механічних ушкоджень.

Для безпосередньої прокладки по будівельних основах застосовуються кабелі марок АВРГ, АНРГ, АСРГ із гумовою ізоляцією, марок АВВГ, АПВГ із пластмасовою ізоляцією в загальній оболонці та захищені проводи марок АПРФ, ПРФ і ПРФЛ.

Захищені кабелі та трубчасті проводи прокладаються безпосередньо по будівельних основах. Розмітку трас і місць розташування щитків, світильників, коробок та інших елементів освітлювальних електроустановок виконують по нормованих розмірах: відстані між точками кріплення при горизонтальній прокладці повинні бути не більше 500 мм, а при вертикальній 700—1000 мм; кріплення роблять на відстані 10—15 мм від вигину траси та 50—100 мм від введення в коробки, а також у приладів, проходів та ін. Висота прокладки траси від рівня підлоги до площадки обслуговування не нормується. Радіуси вигинів неброньованих кабелів перерізом до 16 мм² і трубчастих проводів повинні бути не менше шести їхніх зовнішніх діаметрів.

Перетинання захищених кабелів і проводів між собою та з іншими проводами виконуються в оштукатурених відкритих борознах та ізоляційних трубках, що надягають на один з них. При проходах через міжповерхові перекриття повинен передбачитися захист кабелю від механічних ушкоджень до висоти 1,5 м від рівня підлоги; в електротехнічних приміщеннях такий захист не обов'язковий, тому що в них немає доступу стороннім людям.

Кріплення електропроводок з неброньованих кабелів з малим перерізом та трубчастими проводами до будівельних основ виконується такими способами (рис. 5.4):

- металевими скобами безпосередньо до основи;
- на несучій сталевій смузі металевими смужками із пряжками, привареними точковим зварюванням, або стрічкою із кнопками;

- на струнах бандажними металевими смужками або полівінілхлоридною стрічкою із кнопками;
- бандажними смужками до спеціальних тримачів; приклеєних до основи;
- пластмасовими дужками.

Новим кріпильним виробом є поліетиленовий закріп, що складається з основи із двома вушками для закладання бандажних стрічок або зубчастих смужок-пряжок. Закріп установлюють на основах за допомогою розпірних дюбелів або дюбелів-цвяхів, що забивають за допомогою оправок (рис. 5.5).

Крім того, неброньовані кабелі для освітлювальних електропроводок можуть бути прокладені на лотках, натягнутому тросі та у коробах.

Металеві скоби для кріплення до основи з однією або двома лапками виготовляються штампуванням з ребром жорсткості. При кріпленні до основи розпірними дюбелями із шурупами (гвинтами) скоби із двома лапками навішують на один із шурупів, а при горизонтальних трасах — на нижні шурупи. Скоби можуть також закріплюватися дюбелями-цвяхами забиванням їх вручну.

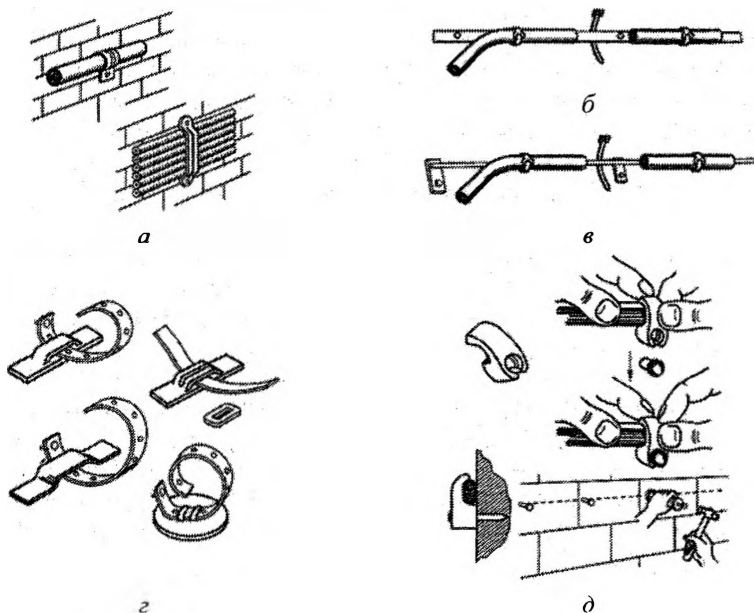


Рис. 5.4. Способи кріплення неброньованих кабелів і проводів:
а — металевими скобами; *б* — на несучій смузі стрічкою із кнопками або металеву смужкою із пряжкою; *в* — на струнах стрічкою із кнопкою або металеву смужкою із пряжкою; *г* — приклеюванням тримача бандажних смужок; *д* — пластмасовими пружними дужками

При використанні для прокладки кабелів пластмасових (з поліетилену або капрону) пружних дужок кабель закладають, відігнувши дужку, попередньо прикріплену дюбелем до основи. Завдяки своїм пружним властивостям дужка притискає кабель до основи.

Широко застосовується кріплення кабелю на сталевих смугах або дроті, прикріплених впритул до основи. Як несучу смугу використовують монтажні перфоровані смуги або стрічки шириною 16 мм і товщиною 0,8 мм, відрізки смуг з відходів сталевого листа або стрічку шириною 20—30 мм і товщиною 0,8—1,5 мм. Стрічки та смуги прокладають по трасі суцільною лінією або з розривами та прикріплюють до основи дюбелями-цвяхами за допомогою будівельно-монтажного пістолета, піротехнічної або ручної оправки, а також гвинтами на розпірних дюбелях.

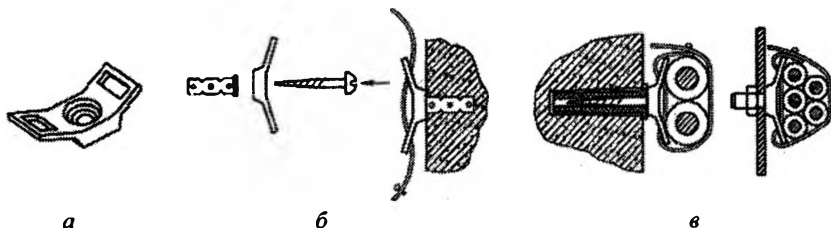


Рис. 5.5. Поліетиленовий закріп для бандажних смужок:
а — загальний вид; б — установка закрепу; в — кріплення проводів

Припустимі відстані між точками кріплення смуги — 0,8—1 м, від її кінців до крайніх точок кріплення 50—70 мм, а розриви між кінцями сусідніх смуг — до 300 мм.

Кріплення на несучому дроті виконується в такий спосіб: до сталевого дроту діаметром 6—8 мм приварюють пластинки розміром 20×100 мм, які потім прикріплюються до основи дюбелями-цвяхами або шурупами на розпірних дюбелях. У пластинках при заготівлі повинні бути просвердлені отвори під шурупи.

Кабелі та проводи прикріплюються до утвореній смугами або дротом трасі за допомогою бандажних стрічок і смужок із пряжками.

Кріплення кабелів бандажними смужками виконується спеціальним пристосуванням, за допомогою якого вони загинаються навколо кабелю та закріплюються пряжками.

Під металеві смужки та скоби при кріпленні кабелів марки СРГ (АСРГ) підкладають еластичні прокладки, які повинні виступати з-під них не менш ніж на 1,5 мм із кожної сторони. Кріплення кабелів із пластмасовою оболонкою виконується без прокладок.

Приклеювання до основи виконується на спеціальних тримачах — вінілпластових або сталевих дисках діаметром 25—50 мм із двома щілинами для пропущення металеві або перфорованої полівінілхлоридної стрічки, якою закріплюються проводи або кабелі. Опорна поверхня тримачів рифлена.

Застосовується, хоча і рідко, кріплення на умурованих смужках. У бетоні пробивають гнізда діаметром 10—12 мм і глибиною 16—20 мм, у які на цементному або алебастровому розчині вмазують «вуса» зі складеної вдвічі смужки. Довжина смужки визначається числом проводів, що прокладають. Після закінчення малярських робіт, розігнувши смужки, укладають проводи або кабелі та закріплюють смужки пряжками.

Прокладка неброньованих кабелів по перекриттях з ребристими плитами виконується на натягнутій струні із кріпленням монтажними смужками або перфорованими пластмасовими стрічками із кнопками. У щілині між ребрами плит перекриття вбивають сталеві клини з вушками, між ними натягають дріт і закріплюють за допомогою гачка для підвіски тросових проводок.

Неброньовані кабелі з гумовою та пластмасовою ізоляцією краще прокласти при плюсовій температурі навколишнього повітря, а в холодний час — тільки після попереднього прогріву. Попередній прогрів не обов'язковий, якщо температура повітря до початку монтажу (розмотування, перенесення, прокладки) проводів і кабелів з гумовою ізоляцією або гумовою ізоляцією в пластмасовій оболонці протягом двох годин не опускалася нижче -15°C , а для кабелів марки СРГ (АСРГ) — нижче -20°C .

Прокладка трубчастих проводів має деякі особливості через твердість зовнішньої металевої оболонки. Випрямляються ці проводи верстатними або ручними випрямлячами, вигинаються — спеціальними кліщами. При пропусненні трубчастого проводу через роликівий випрямляч шов оболонки повинен бути розташований збоку по прямій лінії на всій його довжині. При прокладці проводу шов повинен бути звернений убік опорної поверхні, а при горизонтальній прокладці по стіні — униз, щоб уникнути затікання вологи.

Оброблення кінців кабелю виконується при заготівлі мірних відрізків. Входи кабелів у коробки ущільнюються наявними в їхніх патрубках сальниками.

Жили кабелів з'єднують у коробках зварюванням, обпресуванням, пайкою або гвинтовими затисками, місця сполук ізолюють і закривають коробку кришкою з ущільнюючим гумовим кільцем. На закінчення монтажу остаточно закріплюють кабелі, затягуючи шурупи дужок і пряжки бандажних смужок, і роблять рихтування за допомогою дерев'яної киянки або бруска.

Металеві оболонки трубчастих проводів марки АПРФ і свинцеву оболонку кабелів марки АСРГ заземлюють багатродетовим мідним лудженим проводом з перерізом $1,5\text{—}2,5\text{ мм}^2$ або сталевими хомутиками.

Забороняється використовувати як заземлюючі провідники металеві оболонки трубчастих проводів марки АПРФ і кабелів марки АСРГ у ґрунтовій розподільній електричній мережі.

Запитання для самоконтролю

1. Які захищені кабелі використовуються при монтажі відкритих електропроводок?
2. Які інструменти використовуються при монтажі відкритої електропроводки?
3. Які вироби використовуються для кріпильних робіт?
4. Де застосовуються неброньовані захищені кабелі невеликого перерізу?
5. Що використовується як несуча смуга?
6. Які ви знаєте способи кріплення електропроводок неброньованих кабелів?
7. Які особливості прокладки трубчастих проводів?

5.3. Монтаж електропроводок на лотках та у коробах

Конструкція лотків і коробів. Монтаж електропроводок на лотках та у коробах у порівнянні з іншими способами монтажу (наприклад, у сталевих трубах або безпосередньо по кабельних конструкціях) забезпечує наступні переваги:

- гарні умови охолодження проводів;
- зручність прокладки додаткових кабелів або проводів;
- вільний доступ до проводів і кабелів на всьому протязі траси та легкість їхньої заміни, можливість прокладки по складних трасах з відгалуженнями на будь-якій ділянці лінії.

Лотки застосовуються для відкритої прокладки проводів і кабелів у приміщеннях, де за діючими правилами провідка в сталевих трубах не обов'язкова (у сухих, сирих і жарких, з хімічно активним середовищем і пожежонебезпечним), в електроприміщеннях (кабельних напівповерхах і підвалах), у проходах за щитами та панелями станцій керування та переходах між ними, на технічних поверхах, у машинних залах та їхніх підвалах, у насосних і компресорних, а також для внутріцехових проводок над верстатами. Електропроводки на лотках використовуються в приміщеннях з будь-яким середовищем за умови використання проводів і кабелів, припустимих для цього середовища.

У лотках прокладаються проводи та кабелі з гумовою та пластмасовою ізоляцією, з негорючими або не підтримуючими горіння захисними оболонками, наприклад проводи марок АПР, АПРВ, АПН, АПРН, АПВ, АПП, АПРТО та кабелі марок АВРГ, АНРГ, АСРГ, АВВГ, АПВГ.

Використовуються *два типи лотків*: зварені та з перфорованих смуг. Зварений лоток складається із двох поздовжніх сталевих профілів із привареними до них через кожні 250 мм перфорованими сталевими смугами (поперечками). Довжина такого лотка 2 м, ширина 400 або 200 мм.

Перфорований лоток являє собою перфоровану сталеву смугу із загнутими під прямим кутом краями (бортиками) висотою 16—20 мм. Така конструкція, хоча й тверда, може все-таки злегка вигинатися (наприклад, при монтажі переходів). Довжина такого лотка 2 м, ширина 50 або 105 мм.

Несучі лотки нової конструкції виготовляють прямими та кутовими секціями. Прямі лотки (рис. 5.6) можуть бути звареними шириною 40 см (НЛ40) і 20 см (НЛ20) і перфорованими шириною 10 см (НЛ10) і 5 см (НЛ5).

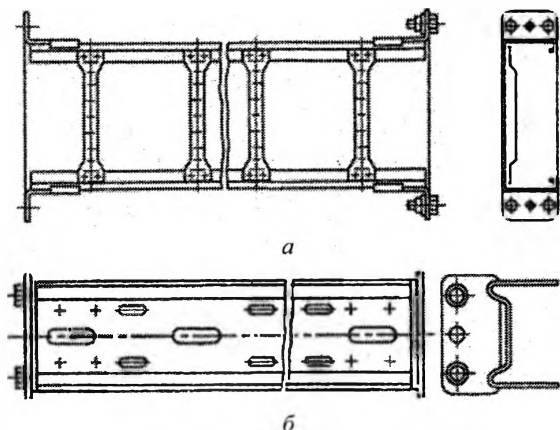


Рис. 5.6. Лотки прямі перфоровані (а) і зварені (б)

У стінках лотків передбачаються отвори для кріплення вогнестійких перегородок, з'єднувачів або відгалужень із інших лотків при утворенні лоткової траси (рис. 5.7). Перемички у зварених лотках мають перфорацію для кріплення до них провідників. Повне позначення лотка, наприклад НЛ40-П2, розшифровується в такий спосіб: несучий лоток шириною 40 см, прямий, довжиною 2 м.

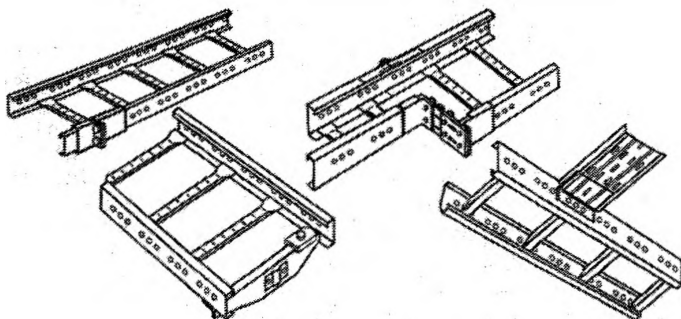


Рис. 5.7. З'єднання прямих лотків для утворення траси

Кутові лотки 345 і 395 служать для утворення повороту траси в горизонтальній площині з радіусами 45 та 95 см. Лотки шириною 20 та 40 см з'єднуються перехідним з'єднувачем НЛ-ЗП, що являє собою пластину товщиною 3 мм із пазами та отворами. Шарнірний з'єднувач НЛ-ЗШ служить для сполуки прямих лотків будь-якого типу під кутом від 0 до 90° у вертикальній площині, при переході траси з' одного рівня на іншій. Утворення поворотів лоткової магістралі показано на рис. 5.8.

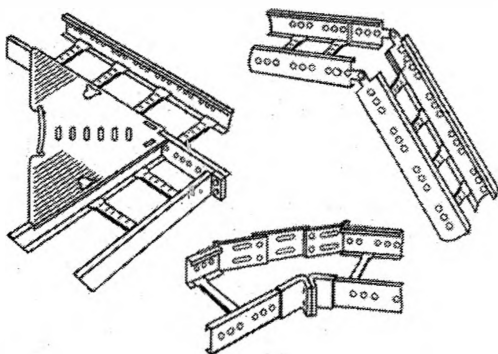


Рис. 5.8. Утворення поворотів лоткової магістралі в горизонтальній і вертикальній площинах

Вогнестійка перегородка, застосовувана для поділу в лотку кабелів різного призначення, являє собою азбестоцементну плиту з деталями для її установки.

Сталеві коробки застосовуються в приміщеннях замість сталевих труб, призначених для відкритої та схованої проводок живильних і групових освітлювальних і силових мереж.

Відкрита прокладка сталевих коробів з безпосереднім кріпленням до неспалимих та важкоспалимих будівельних основ та опорних конструкцій допускається в сухих, вологих, жарких і пожежонебезпечних приміщеннях, у яких за діючими правилами провідка в сталевих трубах не обов'язкова.

Короба рекомендується застосовувати також при монтажі живильних і групових мереж освітлення в приміщеннях за непрохідними підвісними стелями зі спалених матеріалів, які розглядаються в цьому випадку як сховані електропроводки. Забороняється прокладка електропроводок у коробах у приміщеннях сирих та особливо сирих, з хімічно активним середовищем і вибухонебезпечними зонами.

У сталевих коробах допускається прокладати проводи однієї або декількох освітлювальних або силових електромереж, крім взаєморезервованих ланцюгів, ланцюгів робочого та аварійного освітлення, а також проводів ланцюгів освітлення напругою вище 42 В з проводами ланцюгів освітлення напругою до 42 В, якщо останні не укладені в окрему ізолюючу трубку.

Промисловістю в наш час випускаються сталеві короби єдиної серії, у тому числі прямі секції типу НК5×5П, НК10×10П, НК15×15П та НК20×20П і універсальні кутові секції типу НК5×5В, НК10×10В, НК15×15В, НК20×20В. Короби мають квадратний переріз 50×50, 100×100, 150×150 та 200×200 мм і кришки, що відкидаються. Довжина прямих секцій відповідно становить 2; 2,5; 3 та 6 м.

Короби являють собою прямокутні профілі з листової сталі зі знімними кришками, з яких комплектуються прямі, хрестоподібні, трійникові, кутові (для повороту траси в горизонтальній і вертикальній площинах) і приєднувальні секції. Короби забезпечуються перегородкою, що легко знімається, за допомогою якої утворюються два канали для розміщення проводів і кабелів різних ланцюгів, спільна прокладка яких не допускається. Короба вимагають на виготовлення більше металу, чим лотки, зате краще захищають проводи та кабелі від механічних ушкоджень, пилу та інших забруднень, крім того, їх можна прокладати на будь-якій висоті та у підлогах цехів.

Короб К-815А (рис. 5.9) — це конструкція з листової сталі довжиною 3 м, що складається з коритоподібної основи 3, кришки 1, що кріпиться болтами, і поділяючої перегородки 2. В середині короба є планки для закріплення проводів і кабелів.

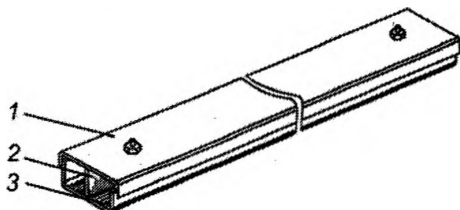


Рис. 5.9. Короб К-815А:
1 — кришка; 2 — поділяюча перегородка; 3 — основа

З'єднуються елементи коробів болтами.

Установка лотків і коробів. Більша частина трудовитрат у цьому випадку припадає на першу стадію монтажу: установку опорних конструкцій, укладання та закріплення на них лотків і коробів, з'єднання останніх у магістраль та її заземлення.

Установка лотків і коробів на підготовленій трасі виконується, щоб уникнути їхнього ушкодження в приміщеннях із закінченою обробкою. Опорними деталями для них служать елементи кабельних конструкцій, монтажні перфоровані профілі та смуги, кронштейни.

Опорні консолі, кронштейни та інші підвісні конструкції (рис. 5.10, а, б) виготовляють у монтажних майстернях зі сталевих профілів, але також як опорні можуть використовуватися елементи збірних кабельних конструкцій заводського виготовлення (рис. 5.10, в).

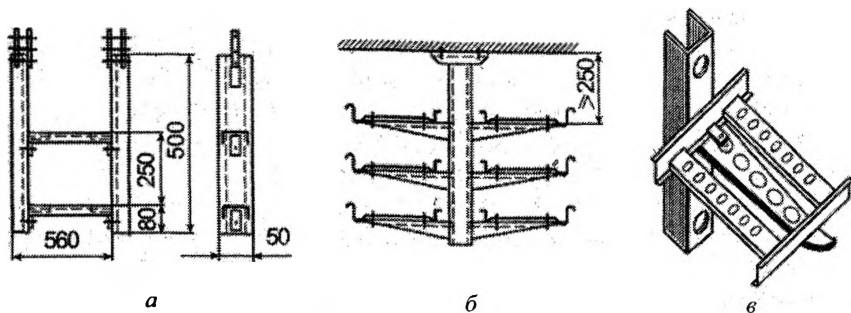


Рис. 5.10. Підвісні (а, б) і кабельні (в) опорні конструкції для лотків

Обходи перешкод лотковими магістралями, їхні повороти та відгалуження від них (рис. 5.11) виконуються, в основному, за допомогою сталевих монтажних перфорованих профілів і смуг або кутових, трийникових і хрестоподібних секцій. У тих випадках, коли магістраль виходить за межі одного приміщення, лотки пропускають через прорізи в стінах і перекриттях або в будівельні конструкції зашпаровують відрізки труб для пропуску проводів і кабелів.

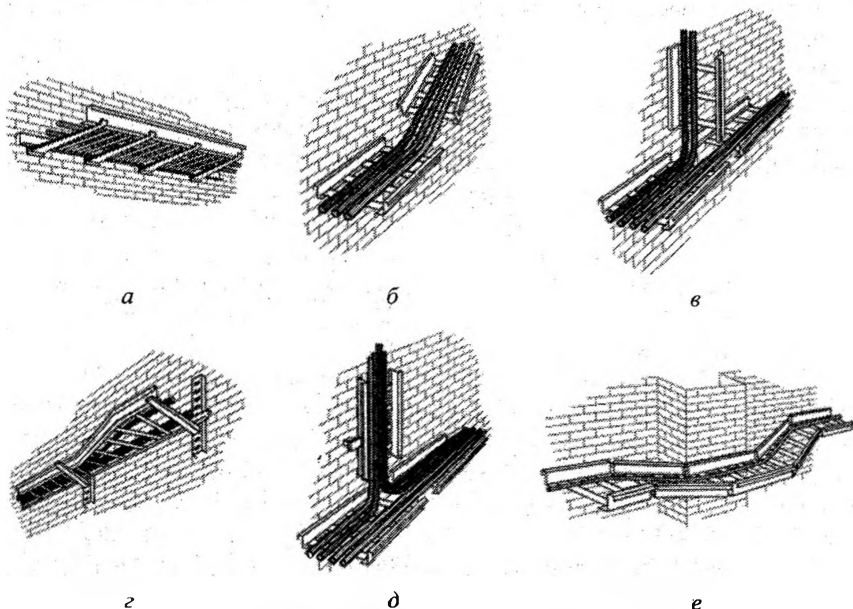


Рис. 5.11. Приклади установки кабельних лотків:

а — горизонтальна; б — з переходом траси з однієї горизонтальної відмітки на іншу; в — з відгалуженням нагору на ребро; г — з переходом на лоток меншого розміру; д — з переходом нагору; е — при обході виступаючої колони

Для полегшення монтажу лотків при обходах і перетинаннях використовують виносні опорні конструкції, що забезпечують прямолінійне розташування лотків. У прольотах цехів кріплення лотків і коробів виконують на несучих тросах і тросових підвісках за допомогою тросових розтяжок.

При розмітці трас використовують нормовані розміри, тобто висота розташування лотків над підлогою або площадкою обслуговування повинна бути не менше 2 м при їхній установці по стінах і не нижче 2,5 м під перекриттями. При прокладці трас у кабельних напівповерххах, підвалах електромашинних приміщень, проходах за щитами та панелями станцій керування, переходах між ними та іншими приміщеннями, що обслуговують спеціально навченим персоналом, висота розташування лотків не нормується.

При перетинанні лотків із трубопроводами відстань між ними має бути не менше 50 мм, а при їхній паралельній прокладці — не менше 100 мм; при перетинанні лотків із трубопроводами з горючими рідинами або газами відстань між ними повинна бути не менше 100 мм, а при їхній паралельній прокладці — не менше 250 мм. Відстані між точками кріплення лотків не нормовані, але зазвичай це становить 2—2,5 м.

Зварені лотки кріпляться до кабельних полиць або монтажних профілів спеціальними притисками. Лотки, призначені для установки на кабельних полках, попередньо з'єднують у секції, піднімають на опорні конструкції та закріплюють так, щоб виключити можливість їхнього падіння або сповзання.

Лотки для прокладки проводів і кабелів мають довжину 2 м, а стандартний крок будівельних конструкцій — 6 м. Тому при установці лотків впоперек ферм перекриттів, щоб уникнути провисання, збільшують їхню твердість за допомогою відтягнень або опор з кутової сталі, прокладаючи їх від балки до балки. Однак доцільно прокладати лотки під перекриттями на тросі або канаті. Для цього між балками натягають катанку діаметром 8—10 мм, що кріпиться на скобах до П-образних кронштейнів, встановлених на балках, і має натяжні пристрої. Після укладання проводів і сполуки лотків загинають їхні бортики навколо катанки через кожні 500—800 мм.

Короба, прокладаючи в будь-якому просторовому положенні та на будь-якій висоті, кріплять до стін, перекриттів, колон, ферм на кронштейнах, підвісках та інших конструкціях. З'єднуються елементи коробів болтами, при цьому між ними забезпечується надійний електричний ланцюг заземлення.

Щоб уникнути скупчення вологи, коробки прокладаються з невеликим ухилом убік спусків до щитків або електроприймачів. Відстані між точками кріплення коробів на прямих ділянках мають бути не більше 3 м. Крім того, коробка закріплюють на поворотах, відгалуженнях і при обході перешкод.

Висота установки коробів не нормується. По обраній трасі та виконаній розмітці для коробів так само, як і для лотків, встановлюються опорні конструкції та тросові підвіси. Відстані між точками кріплення коробів

на опорних конструкціях при кришці, розташованій збоку, не більше 3 м, при кришці, розташованій знизу, не більше 1,5 м, а від стіни до лотка або коробка — не менше 120 мм.

Опорні конструкції та тросові підвіси для коробів кріпляться зварюванням до закладних частин, дюбелями або іншими кріпильними деталями. На колонах і фермах встановлюються обойми для закріплення підвісів і відтягнень.

Одночасно з установкою коробів виконують відгалуження, повороти, підйоми, обходи перешкод та інші перехідні елементи магістралей за допомогою готових конструкцій, деталей і секцій відповідного профілю, а також з використанням перфорованих монтажних профілів і смуг. З'єднання коробів виконуються за допомогою спеціальних з'єднувальних планок, що входять у комплект поставки.

З'єднавши між собою окремі секції в магістральну лінію (горизонтальну або вертикальну), приєднують її до контуру захисного заземлення не менш ніж у двох віддалених одне від одного місцях сталеву смугою перерізом не менше 40×2 мм. Кожне відгалуження магістралі додатково заземлюється наприкінці. При багатоярусній паралельній прокладці декількох магістралей заземлення виконується однією сталеву смугою, привареною до кожної з них і до контуру заземлення. Зварені лотки та короби можна використовувати як заземлюючі провідники.

Всі з'єднання при монтажі лотків виконуються за допомогою різьбового кріплення. Для надійного електричного контакту в місцях з'єднання прямих пофарбованих лотків фланці повинні мати гальванічне покриття. Електричний контакт допоміжних елементів із прямими пофарбованими лотками забезпечується стопорними шайбами або зачищенням місць контакту. Для запобігання самовідвинчування різьбового кріплення використовують пружинні шайби.

Прокладка проводів і кабелів на лотках та у коробах. Електропроводки заготовлюються в майстернях за проектом та попередніми вимірами. Після установки лотків по трасі виконується прокладка в них проводів у наступному порядку:

- підйом, розкочування та укладання на лотках;
- розкладка та закріплення на лотках;
- виконання присіднень і відгалужень.

Проводи та кабелі прокладаються на лотках за допомогою роликів і напрямних жолобів, які розставляють по трасі на відстані 10 м один від одного, на кутах та у місцях зміни висоти. Протягаються кабелі та проводи за допомогою лебідки, а також механізмів і пристосувань, що забезпечують роботи на висоті (переставного риштування, сходів-драбин, телескопічних вишок або гідропідйомників).

Розкладка проводів і кабелів на лотках рядами виконується за допомогою механізмів і пристосувань, що забезпечують можливість роботи

на висоті. Крім того, кабелі можна прокладати на лотках з підлоги, використовуючи просте пристосування, показане на рис. 5.12, що складається з рами та двох закріплених на ній обертових роликів, призначених для пересування пристосування по борту лотка.

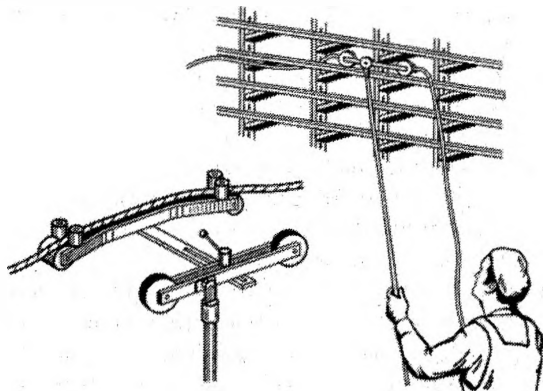


Рис. 5.12. Пристосування для прокладки кабелів у лотках

Проводи та кабелі на лотках можуть укладатися рядами, пучками та пакетами (рис. 5.13), але з дотриманням наступних вимог:

- у пучку не повинно бути більше 12 проводів і вони повинні бути скріплені бандажами;
- відстань між бандажами на горизонтальних прямолінійних ділянках траси повинна бути не більше 4,5 м, а на вертикальних — не більше 1 м.

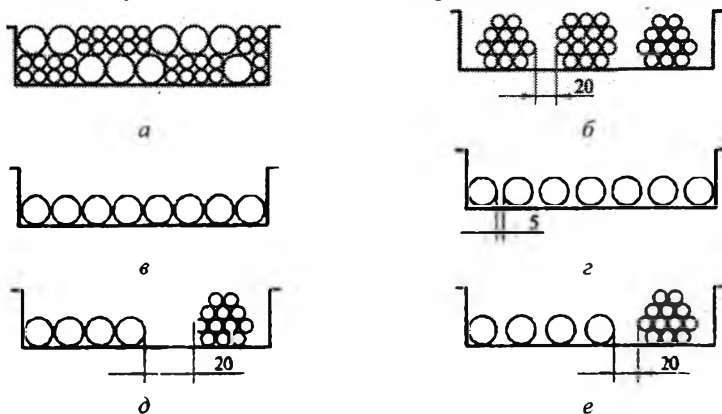


Рис. 5.13. Різні способи прокладки проводки на лотках:

- a* — проводи та кабелі разом у кілька рядів без зазорів; *б* — тільки проводи в пучках із зазором; *в* — кабелі в один ряд без зазорів; *г* — кабелі в один ряд відповідно із зазорами; *д, е* — кабелі в один ряд відповідно із зазором і без нього на відстані від пучка проводів

Кабелі краще укладати в один ряд (можна без зазору). Допускається також укладати кабелі пучками (по два-три шари в пучку, а у виняткових випадках, спеціально обґрунтованих у проєкті, — більше трьох шарів) без зазору. Зовнішній діаметр пучка повинен бути не більше 100 мм. У коробах кабелі та проводи допускається прокладати багатошарово, розташовуючи їх довільно.

Для прокладки в коробах застосовуються проводи марок АПВ, АПП, АПН, АПРН, АПРВ, АПРТО та кабелі марок АВРГ, АНРГ, АСРГ, АВВГ, АПВГ та ін.

Для забезпечення нормального охолодження кабелів сума площ їхнього перерізу в одному коробі не повинна перевищувати 40 % площі поперечного перерізу короба.

Кріплення окремих проводів і кабелів та їхніх пучків виконується тільки на вертикальних ділянках коробів при розташуванні їхніми кришками вниз, на поворотах та у місцях відгалужень. При цьому відстань між точками кріплення повинна становити не більше 1 м при вертикальному розташуванні короба, не більше 3 м при кришці, спрямованій в бічну сторону, і не більше 1,5 м при розташуванні короба кришкою вниз. Для кріплення проводів і кабелів у коробах використовуються накладні дужки, перфорована монтажна стрічка із кнопками та інші кріпильні вироби.

Відгалуження до електроприймачів виконуються в гнучких введених, пластмасових трубах, перфорованих монтажних профілях або безпосередньо проводами в гнучких полівінілхлоридних трубах. У місцях виходу з коробів ізоляцію проводів і кабелів захищають від ушкодження пластмасовими втулками типу В або підмотуванням ізоляційної стрічки.

Проводи та кабелі, прокладені в лотках, жорстко закріплюються — не більш ніж через 1 м при вертикальній установці лотків і не більш ніж через 0,5 м до та після повороту або відгалуження при горизонтальній їхній установці.

Кріплення проводів і кабелів у лотках різними кріпильними деталями показано на рис. 5.14.

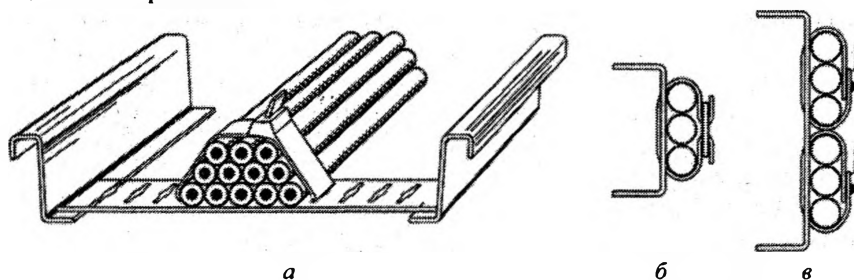


Рис. 5.14. Способи кріплення проводів і кабелів у лотках:
а — зубчастою смужкою; *б* — металевою смужкою із пряжкою;
в — перфорованою стрічкою із кнопкою

Пучки проводів скріплюють обіймами, бандажами або прокладають між розділовими обіймами. З'єднання та відгалуження проводів і кабелів, прокладених на лотках, роблять у коробках та ящиках або в спеціальних стисках з ізолюваною оболонкою, які жорстко закріплюються. Прокладені проводи маркуються на кінцях та у місцях відгалужень, і короб закривається кришками на болтах.

Запитання для самоконтролю

1. Де прокладають електропроводку на лотках та у коробках?
2. Які проводи прокладаються на лотках та у коробках?
3. У яких приміщеннях забороняється прокладка електропроводок у коробках?
4. Назвіть переваги прокладки проводки на лотках та у коробках.
5. Що являють собою лотки?
6. Яка конструкція сталевого коробу?
7. Яка послідовність виконання монтажних операцій?
8. Як можна укладати проводи та кабелі на лотках?

5.4. Монтаж електропроводок плоскими проводами

Плоскі проводи марок АППВС, АППВ та АПВ застосовуються для прокладки групових ліній освітлення в житлових і суспільних будинках, а також у службових і допоміжних приміщеннях промислових підприємств. Схована прокладка плоских проводів виконується під штукатуркою в спеціальних борознах або без борозен безпосередньо по будівельній основі. Плоскі проводи можна також прокладати по дерев'яних стінах, перегородках і стелях під шаром мокрої штукатурки на смугах листового азбесту товщиною не менше 5 мм, при цьому азбест і намет штукатурки повинні виступати з кожної сторони проводу не менше ніж на 10 мм. Сховану прокладку плоских проводів допускається виконувати в зазорах між залізобетонними плитами перекриттів, каналах і порожнечах неспалених будівельних конструкцій, а також замоноличуванням їх у панелі та стіни при виготовленні конструкцій на підприємствах будіндустрії або в неметалічних трубах, покладених поверх плит перекриття при підготовці підлоги. До схованих проводок відноситься прокладка проводів в електротехнічних плінтусах.

Відкрита прокладка плоских проводів виконується безпосередньо на поверхні неспалених стін і перегородок, по оштукатурених поверхнях, обклеєних і не обклеєних шпалерами, а також по бетонних перекриттях без додаткової ізоляції. При прокладці плоских проводів по дерев'яних стінах, перегородках і стелях (спалених) потрібна додаткова ізоляція у вигляді прокладки з листового азбесту. Крім того, для прокладки на

роliках по дерев'яних основах у сільських місцевостях випускається плоский провід марки АППР, розрахований на напругу 660 В, з розділовою основою та гумовою ізоляцією, що запобігає горінню.

Електропроводку плоскими проводами не дозволяється робити у вбухонебезпечних зонах, приміщеннях з активним агресивним середовищем, особливо сирих та інших, установлених БНіП, а також для живлення підвісних освітлювальних арматур.

Монтаж проводок плоскими проводами починається з підготовки трас для їхньої прокладки та попередньої заготівлі в МЕЗ. Розмітка виконується безпосередньо при монтажі: спочатку розмічають місця установки щитків, світильників, вимикачів і штепсельних розеток, а потім трасу для прокладки проводів. При розмітці трас виходять із наступних нормованих даних. Горизонтальна прокладка по стінах виконується на відстані 100—200 мм від стелі або 50—100 мм від балки або карниза, а вертикальна (спуски та підйоми до вимикачів, штепсельних розеток і світильників) — паралельно лініям дверних і віконних прорізів або кутам приміщення на відстані до 100 мм від них, або груповим штепсельним розеткам на відстані 300 або 800 мм. Відстань між проводами, що прокладають паралельно, повинна бути 3—5 мм. Забороняється прокладати проводи пакетами або пучками.

Для визначення центра приміщення при установці одного світильника натягають хрест-навхрест на підлозі або стелі із протилежних кутів приміщення два шнури та знаходять точку їхнього перетинання. Для визначення місць установки двох світильників відбивають на підлозі або стелі середню лінію приміщення, ділять її на чотири рівні частини та установлюють їх від стіни на відстані 1/4 довжини кімнати. Дотримання нормованих відстаней виключає можливість ушкодження проводів при експлуатації будинків.

Розміри борозен для схованих проводок при формуванні їх у панелях на заводі або пробиванні безпосередньо на об'єкті також нормуються, наприклад для прокладки одного проводу марки АППВС із перерізом 2×2,5 або 3×2,5 мм ширина борозни повинна бути 20 мм, для двох проводів марки АППВС із перерізом 2×2,5 мм — 30 мм, глибина борозни — 20 мм.

Проходи проводів через стіни виконуються в ізоляційних трубках, окінцьованих втулками, при цьому ізоляційна трубка повинна виходити із втулки на 5—10 мм.

Під вимикачі та штепсельні розетки в стінах ставляться коробки (для відкритих проводок — дерев'яні підрозетники) на алебастровому або цементному розчині або без розчину врівень з поверхнею штукатурки.

З'єднання та відгалуження плоских проводів в відгалужуючих коробках виконуються зварюванням, обпресуванням або пайкою, при цьому їхні кінці ізолюються поліетиленовими ковпачками або ізоляційною стрічкою. Варто уникати перетинань плоских проводів між собою, якщо ж

цього неможливо уникнути, ізоляцію проводів у місці перетинання підсилюють підмотуванням трьох-чотирьох шарів полівінілхлоридної стрічки. При виконанні сполук у коробках і приєднань до вимикачів і штепсельних розеток необхідно залишати запас проводів по довжині.

Кріплення плоских проводів виконується при схованій прокладці примазуванням алебастровим розчином, пластмасовими дужками на дюбелях, бавовняною стрічкою (кріпити цвяхами не допускається), а при відкритій прокладці — цвяхами, пластмасовими дужками, металевими смужками або приклеюванням. У вологих неопалюваних приміщеннях під головки цвяхів необхідно підкладати ізоляційні шайби.

Якщо заготівля проводок виконується безпосередньо на місці монтажу, роботи проводяться вручну в наступному порядку. Спочатку випрямляють проводи, протягуючи їх через спеціальний випрямний пристрій або рукавицю, що надягається на руку, але без великих зусиль, щоб не зрушити оболонку з жили. Потім нарізають мірні шматки проводів по окремих ділянках відповідно до розмітки та прокладають їх, починаючи з найближчої до групового щитка відгалужуючої коробки. Вирізають на кінцях проводу роз'єднувальну плівку на довжині 75 мм, а в трижильних проводах розрізають також перемичку між другою та третьою жилами, після чого вводять кінці в коробку.

При згинанні плоских проводів марок ППВ та АППВ на ребро (наприклад, при повороті траси на 90° по стіні), попередньо вирізавши розділові плівки між жилами на довжині 40—60 мм (залежно від перерізу та числа жил у проводі), у місці вигину вигинають внутрішні жили усередину кута. Потім прокладають і закріплюють проводи на прямолінійній ділянці до чергового повороту траси (рис. 5.15).

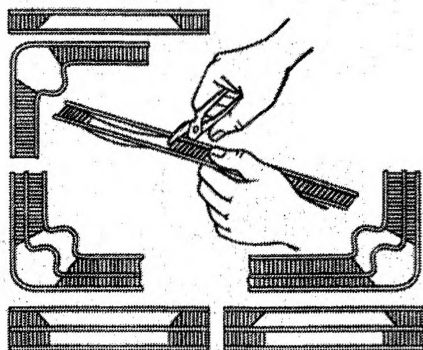


Рис. 5.15. Види вигинів плоских проводів марок ППВ та АППВ

Процес згинання проводів марки АПН трохи відрізняється від згинання проводів марок ППВ та АППВ: розділова плівка в місці вигину розрізається і при схованій прокладці жили на повороті розводяться в одній

площині в різні сторони, а при відкритій прокладці внутрішня жила в місці повороту накладається на зовнішню. Перехрещувати жили плоских проводів між собою та у кутах повороту не допускається.

Надійними та відповідними вимогам індустріального монтажу є сховані змінювані електропроводки в замкнених каналах будівельних конструкцій будинків. Такі електропроводки, що одержали назву *канальних*, широко застосовуються в житловому будівництві, наприклад у великопанельних житлових і суспільних будинках. Канали для проводів, ніші, гнізда, наскрізні проходи та інші елементи ліній проводок у будівельних елементах будинків виконуються на заводах будівельної індустрії.

Розміри елементів канальних електропроводок нормовані: діаметри каналів повинні становити 1,1 від діаметра сталевих труб, що застосовуються для прокладки відповідних проводів; довжина каналів між протяжливими нішами або коробками повинна бути до 8 м, а товщина захисного шару над каналом — не менше 10 мм; гнізда в залізобетонних панелях для безпосереднього кріплення штепсельних розеток і вимикачів схованої установки повинні мати форму усіченого конуса з діаметрами 70 та 72 мм. Протяжливі ніші (рис. 5.16, а) у місцях сполучення стінових панелей виконуються у вигляді напівциліндрів з радіусом 70 мм або напівконусів з радіусами 70 та 80 мм. Глибина таких ніш у стінових панелях суміжних квартир повинна бути не більше 50 мм (рис. 5.16, б).

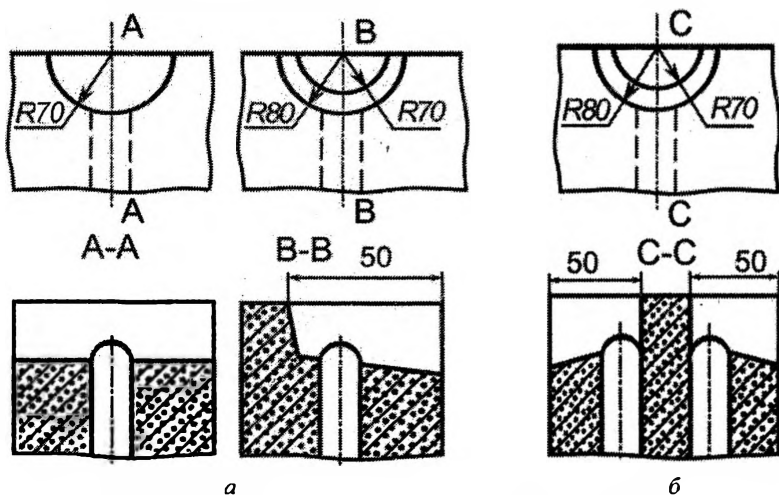


Рис. 5.16. Протяжливі ніші в міжкімнатних (а) і міжквартирних (б) стінових залізобетонних панелях

Канали для проводки на всьому протязі повинні мати гладку поверхню без наплівів і гострих граней для виключення можливості ушкодження

ізоляції при протяганні проводів. Переріз каналу перевіряється калібром з діаметром, що становить 0,9 від проектного діаметра каналу.

Проводи в каналах прокладаються без будь-яких ізоляційних трубок, крім санітарно-технічних кабін, де вони повинні бути ізольовані полівінілхлоридними трубками. У санвузлах житлових будинків допускається прокладати проводи марки АППВ приховано під штукатуркою без ізоляційних трубок. Припустиме число жил проводів в одному каналі визначається діаметром каналу та перерізом жил (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Припустиме число жил проводів в одному каналі

Переріз жил, мм ²	Діаметр каналу, мм				
	15	20	25	40	50
1,5—2,5	3	5	8	—	—
4	—	4	6	—	—
6	—	—	5	—	—
10	—	—	—	8	—
16	—	—	—	6	8

Для схованої установки вимикачів і штепсельних розеток у будівельній конструкції замоноличують спеціальні пластмасові стакани та кільця. Закладний стакан являє собою порожній поліпропіленовий циліндр із двох половинок різного діаметра, що має кільцеві виступи, перегородку для звукоізоляції та наскрізний отвір для проходу каналоутворювача. Вимикачі та штепсельні розетки закріплюються на кільцевих виступах закладних стаканів розпірними планками. Стакани можуть бути різної довжини, що дозволяє замоноличувати їх у залізобетонних і гіпсолітових панелях різної товщини.

Централізована заготівля групових електропроводок виконується по технологічних картах, складених за попередніми вимірами, або типовим ППЕР на типові серії будинків. Залежно від прийнятої технології монтажу на об'єкті електропроводки заготовлюються окремими вузлами (при вузловому методі монтажу) або окремими елементами з підключеними вимикачами, розетками та освітлювальною арматурою (при променевому методі монтажу).

При вузловому методі монтажу затягування проводів у канали виконується від сполучних ніш до місць установки вимикачів, розеток та освітлювальної арматури. Після монтажу окремі вузли групової мережі з'єднуються між собою в сполучних нішах зварюванням або обпресуванням гільзами серії ГАО. Приєднання світильників до мережі виконується в гніздах панелей перекриття за допомогою люстрових затисків КЛ-2,5.

При променевому методі монтажу проводи, заготовлені у вигляді окремих елементів групової мережі з підключеними вимикачами, штеп-

сельними розетками та освітлювальною арматурою, затягуються від місць їхньої установки до сполучних ніш. Всі з'єднання групової мережі виконуються зварюванням або обпресуванням гільзами серії ГАО безпосередньо в нішах на місці монтажу. Для ізоляції місць сполук проводів перерізом до 4 мм² застосовуються (крім пожежо- і вибухонебезпечних середовищ) поліетиленові ізолюючі ковпачки.

В одному каналі допускається спільна прокладка:

— декількох груп проводів одного виду освітлення (робочого або аварійного) за умови загального числа жил у каналі не більше восьми;

— проводів освітлювальних ланцюгів напругою вище 42 В с проводами ланцюгів напругою до 42 В за умови виводу останніх в окрему ізоляційну трубку;

— проводів, що живлять лінії квартир (стояки), із проводами робочого освітлення сходових кліток, коридорів та інших внутрішніх приміщень із об'єднанням нульових проводів.

Спільна прокладка в одному каналі взаєморезервованих ланцюгів, а також ланцюгів робочого та аварійного освітлення забороняється.

Сполучні ніші після затягування в них проводів, виконання всіх сполук та їхньої ізоляції закривають декоративними пластмасовими кришками.

Запитання для самоконтролю

1. Де застосовуються електропроводки плоскими проводами?
2. Де забороняється застосовувати електропроводки плоскими проводами?
3. Де застосовуються канальні проводки?
4. Які марки проводів використовуються в канальних проводках?
5. Які деталі застосовуються при монтажі проводів у каналах?
6. Які методи монтажу канальних електропроводок ви знаєте?
7. Які відстані нормовані при розмітці трас проводок плоскими проводами?
8. Які деталі використовуються для кріплення плоских проводів?
9. Який повинен бути діаметр каналу для прокладки проводів?

5.5. Монтаж електропроводок у трубах

Область застосування електропроводок у трубах. Сталеві труби застосовують для захисту проводок від механічних ушкоджень, а також для захисту ізоляції проводів і самих проводів від руйнування середовищем приміщення. У першому випадку трубопровід може бути негерметичним, а в другому — тільки герметичним (волого- і пилонепроникним).

Для забезпечення герметичності трубопроводу ущільнюються місця з'єднання труб між собою та місця приєднання їх до апаратів і приладів. У вибухонебезпечному середовищі ущільнення трубопроводу повинне

витримувати підвищений тиск. У приміщеннях з хімічно активним середовищем ущільнення повинне захищати від проникнення в середину трубопроводу агресивних до проводів газів і рідин.

Використання електропроводки в трубах за останні роки помітно скоротилося, особливо для освітлювальних мереж. Її застосовують тільки в тих випадках, коли неприпустимий інший вид проводки, наприклад на хімічних підприємствах з вибухонебезпечним або хімічно активним середовищем, деяких виробництвах металургійної промисловості та ін.

Літі труби, використовувані як захисні оболонки електропроводок, замінюються у всіх можливих випадках на тонкостінні металеві електрозварні труби, що заощаджує 600—900 кг металу на 1 км лінії. Застосовують також легкі сталеві водогазопровідні (газові) труби з товщиною стінок на 15—20 % менше, ніж у звичайних газових труб, наприклад для відкритої прокладки без ущільнення місць з'єднання труб та введення їх у коробки в сухих нормальних приміщеннях; схованої та відкритої прокладки з ущільненням місць з'єднання труб і місць введення їх у коробки в стінах, перекриттях, підлогах, фундаментах та інших будівельних елементах споруджень, а також у вологих, жарких, курних і пожежонебезпечних приміщеннях.

У вибухонебезпечних приміщеннях допускається застосування легких сталевих труб пічного зварювання з товщиною стінки на 0,5 мм менше, ніж у водогазопровідних труб. Заміна труб захисними кожухами з листової сталі дає економію металу понад 50 %.

Для трубної каналізації застосовують також пластмасові та полімерні труби (поліетиленові, вінілпластові, поліпропіленові), що мають високу корозійну та хімічну стійкість, вологостійкість, гарні електроізолюючі властивості, достатню механічну міцність, гладку поверхню. При цьому підвищується надійність електропроводок в агресивному середовищі, зменшується імовірність замикання «на землю». Недоліком поліетиленових труб є їхня горючість.

Вінілпластові труби дозволяється використовувати в сухих, вологих, сирих, особливо сирих і курних приміщеннях, у приміщеннях з хімічно активним середовищем і для зовнішніх електропроводок; при відкритій і схованій прокладці безпосередньо по неспалимих і важкоспалимих стінах, перекриттях і конструкціях; при схованій прокладці по спалимих стінах, перекриттях і конструкціях по шару листового азбесту товщиною не менше 3 мм або намету штукатурки товщиною до 5 мм, що виступає з кожної сторони труби не менш ніж на 5 мм із наступним заштукатурюванням шаром товщиною до 10 мм, а також в агресивному ґрунті для захисту кабелів. Забороняється застосовувати ці труби при відкритій і схованій прокладці у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях, у лікарнях і будинках для людей похилого віку та інвалідів, а при відкритій прокладці — у залах для глядачів, на сценах та у кінобудках видовищних підприємств

і клубів, у яслах, дитячих садках і піонерських таборах, на горищах, у житлових і суспільних будинках висотою більше 10 поверхів та обчислювальних центрах.

Поліетиленові та поліпропіленові труби дозволяється застосовувати в сухих, вологих, сирих, особливо сирих і курних приміщеннях і приміщеннях з хімічно активним середовищем для схованої прокладки по неспалимих основах, у зовнішніх електропроводках безпосередньо по неспалимих основах, у підливах підлог і фундаментах устаткування (за умови захисту труб від механічних ушкоджень), а також в агресивному ґрунті для захисту кабелів. Забороняється використовувати ці труби у вибухонебезпечних зонах і пожежонебезпечних приміщеннях, у будинках нижче другого ступеня вогнестійкості, у тваринницьких приміщеннях, а також у приміщеннях, зазначених для вініластових труб.

Поліпропіленові труби мають більшу термостійкість і механічну міцність у порівнянні з поліетиленовими, але при низьких температурах відрізняються підвищеною крихкістю.

Труби з поліетилену та вініласту можуть мати діаметр умовного проходу від 15 до 50 мм. Залежно від товщини стінок поліетиленові труби розділяються на легкі (від 1,6 до 3 мм), середні (від 2,3 до 6,8 мм) і важкі (від 3,5 до 10,5 мм). Вініластові труби випускаються шести діаметрів з товщиною стінок від 1,6 до 2,2 мм і довжиною 5—8 м. Всі труби поставляються в бухтах до 25 м.

Труби з полімерів у порівнянні зі сталевими мають наступні переваги: невелику масу, простоту обробки та монтажу, невелику вартість.

Індустріальна заготівля труб і трубних електропроводок. Заготівлю та обробку труб та елементів трубних розведень, зборку їх у трубні блоки, пакети та вузли, а також обробку та заготівлю електропроводок для прокладки їх у трубах виконують індустріально в МЕЗ на першій стадії монтажу. Окремі трубні ділянки виготовляють і збирають у комплекті зі сполучними та відгалужуючими коробками та із затягнутими в них проводами. Для монтажу невеликих трубних розведень до окремо розташованих приводів використовують стандартні попередньо заготовлені трубні деталі, при цьому монтаж труб зводиться до зборки деталей і прямих відрізків труб.

На технологічній лінії по обробці сталевих труб виконуються такі операції: складування необроблених труб на стелажах за сортами і розмірами, фарбування та сушіння труб, складування пофарбованих труб на стелажах, їхня розмітка та різання, зачищення кінців труб після різання, нарізка різьблення, згинання, комплектація та маркування труб.

Пластмасові труби, як і сталеві, заготовлюються на технологічних лініях у майстернях, де також роблять виправлення труб, що надходять у бухтах, розмітку, різання, згинання, установку відгалужуючих коробок та зборку в блоки, але вони не вимагають очищення та фарбування.

Підготовка трубних трас і прокладка труб. Підготовка трас для прокладки трубопроводів починається з вибору їхнього місця та розмітки. Зазначені в робочих кресленнях проекту напрямки та довжина трубних трас, прив'язка їх до технологічних осей і комплектних пристроїв, місця установки протяжливих ящиків і виходу труб до електроприймачів уточнюються на місці.

Кріплення сталевих труб з діаметрами 10—20, 25—32, 40—80, 100 мм роблять відповідно через 2,5; 3; 3,5—4 та 6 м, а на вигинах — через 150—200 мм від кута повороту. Відстань від труб опалення та гарячого водопостачання до траси при паралельній прокладці повинна бути не менше 100 мм, а при перетинаннях — 50 мм. Труби при схованій прокладці у воду необхідно заглиблювати не менш ніж на 20 мм і захищати шаром цементного розчину. Відстань між протяжливими коробками не повинна перевищувати на прямих ділянках — 75 м, при одному вигині труби — 50 м, при двох — 40 м, при трьох — 20 м.

При згинанні труб варто використовувати нормалізовані кути повороту (90, 105, 120, 135 та 150°) і радіуси вигину (200, 400 та 800 мм). Мінімально припустимий радіус вигину труб діаметром 50 мм при відкритій прокладці дорівнює чотирьом зовнішнім діаметрам труби, при більших діаметрах — шести; при прокладці труб у бетонних масивах — десяти (як виключення шести); при прокладці (відкритої та схованої) у трубах кабелів з голою свинцевою, алюмінієвою та полівінілхлоридною оболонками — десяти (допускається і шести при схованій прокладці, коли розкриття трубопроводу не утруднене).

Відстані між точками кріплення полімерних труб з діаметрами 15, 20, 25, 32, 40 та 50 мм повинні бути відповідно 1; 1,4; 1,8; 2,2 та 3 м, а між осями труб, що прокладають паралельно, з діаметрами до 25, 50, 70 та 80 мм — відповідно 65, 105, 140 та 150 мм.

Крім того, при розмітці трубних трас необхідно:

- розташовувати всі відгалужуючі коробки на прямих ділянках розмотування на одній лінії, паралельній архітектурним лініям будинку;

- установлювати в місцях перетинання осадових і температурних швів спеціальні ящики з компенсаторами або гнучкі компенсатори;

- нахилити трубні траси в одну сторону, зокрема при обході перешкод, для запобігання утворення водяних мішків або скупчення вологи від конденсації пари;

- виконувати трубні траси не більш ніж із трьома прямими кутами;

- уникати перетинань і зближень із гарячими поверхнями та трубами теплотрас;

- скорочувати число обходів перешкод і місць перетинання труб з іншими комунікаціями.

Початок трубних трас визначають по робочих кресленнях, на місці визначають розташування щитів, щитків, шаф та інших електроконструк-

цій, а потім роблять їхню точну розмітку. Місця установки електроприймачів розмічають із точною раціональною прив'язкою до них кінців труб. Далі по висотних відмітках і розташуванню осей наносять лінію, що зв'язує між собою електроконструкції та електроприймачі. Для одиночних трубопроводів ця лінія є місцем їхнього точного розташування; для трубних блоків вертикальні лінії розмітки визначають їхню середню вісь, а горизонтальні — верхні краї. На трасі, що визначилася, розмічають місця установки протяжливих та відгалужуючих ящиків і коробок у натуральних розмірах; роблять розбивку поворотів труб, дотримуючись нормалізованих кутів і радіусів вигину труб, відзначають місця установки опорних кріпильних конструкцій. Траси схованих трубних проводок можна розмічати по найкоротших відстанях або будь-якому зручному напрямку.

Електропроводки в трубах можуть бути схованими та відкритими, при цьому технологія їхнього монтажу однакова. Відкрита прокладка труб вимагає більш ретельної їхньої обробки для додання електромережі, яка монтується, гарного зовнішнього вигляду, тому згинання труб у цьому випадку роблять із меншим радіусом.

Сталеві трубопроводи прокладають безпосередньо по будівельній основі або на опорних конструкціях (стельових та настінних) різного виконання (рис. 5.17, *a—e*). При відкритій прокладці одиночні труби кріплять скобами з однієї або двома лапками (рис. 5.17, *ж*). Опорні конструкції встановлюють в одній площині по лінії розмітки: спочатку дві крайні конструкції на трасі проводки або її окремої ділянки, а потім, натягнувши між ними шнурок або дріт, на рівних відстанях, на одному рівні та в одній площині — інші. Закріплюють їх на відстані 50—100 мм від будівельної поверхні, полегшуючи прокладку труб по нерівних стінах і стелях, а також їхнє введення в протяжливі ящики та відгалужуючі коробки. До опорних конструкцій труби кріпляться накладками, хомутами (рис. 5.17, *з, і*) і іншими деталями заводського виготовлення; не допускається кріплення труб до металевих конструкцій зварюванням. При монтажі трубних блоків опорні конструкції не застосовують, оскільки конструкції, що зв'язують труби в блоки, служать одночасно і опорними. Труби, прокладені приховано в борознах, приморозжують алебастровим розчином, а потім штукатурять. У підлогах, каналах або фундаментах труби прикріплюють до сталевих арматур або спеціальних опорних конструкцій щоб уникнути їхнього найменшого зсуву при замонолічуванні. Закладення схованих трубних проводок виконують після перевірки якості монтажу, а також якості укладання та з'єднання труб та оформляють актом на сховані роботи. Труби з'єднують між собою муфтами з різьбленням, а також муфтами без різьблення, манжетами, за допомогою сполучних та відгалужуючих коробок та ящиків. Місця сполук труб ущільнюються підмотуванням на різьблення прядив'яного або льняного волокна, просоченого суриком або білилом, або все частіше останнім часом — стрічкою ФУМ (фторопластовий

ущільнюючий матеріал). З'єднання труб електропроводок, використовуване як заземлюючий провідник, повинне створювати надійний електричний контакт. При відкритій проводці труб у сухих нормальних приміщеннях таке з'єднання виконується муфтами з контргайками, а при схованій і відкритій проводках в інших приміщеннях — муфтами на різьбленні з ущільненням місць сполук. Допускається також електричне з'єднання приварюванням металевих перемичок достатньої провідності (кругла сталь діаметром 5 мм).

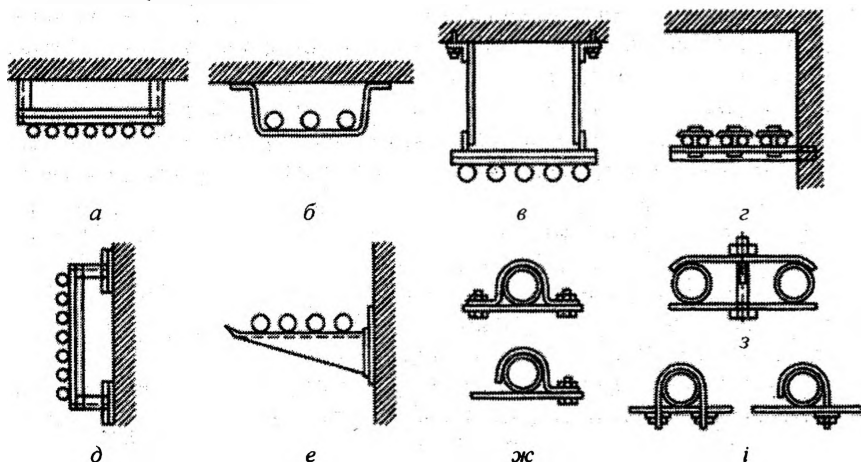


Рис. 5.17. Опорні та кріпильні конструкції та деталі для трубних проводок: а, б, в — стельові опорні конструкції відповідно з куточка, перфорованої смуги та на підвісках; г, д — настінні опорні конструкції; е — кронштейн; ж — скоба; з — накладка; і — хомути

Підвищені вимоги пред'являються до електропроводок у сталевих трубах у вибухонебезпечних зонах. Довжину трубопроводів, що прокладають відкрито, у цьому випадку необхідно скорочувати за рахунок раціонального вибору трас. Однак будь-яка зміна траси повинна узгоджуватися із проектною організацією або замовником. Електропроводки, що прокладають відкрито у трубах, у вибухонебезпечних зонах, повинні розташовуватися нижче технологічних трубопроводів, якщо відношення щільності горючих пари і газів, що проходять у них, до щільності повітря менше 0,8, і вище технологічних трубопроводів, якщо це відношення більше 0,8.

У сирих, особливо сирих приміщеннях, а також у приміщеннях з можливою різкою зміною температури, де в трубах може утворюватися конденсат, трубопроводи повинні прокладатися з ухилом не менше 3 мм на 1 м довжини до спеціально встановлюваного для збору конденсату водозбірника. Унизу водозбірної трубки на короткому різьбленні встановлюється муфта із пробкою. Установлювати крани, вентиля та іншу арматуру для спуску конденсату на коробках і водозбірних трубах не допускається.

Обробку та монтаж пластмасових труб роблять тільки при температурі вище нуля. Труби та деталі до них, що транспортують до місця робіт при мінусовій температурі, повинні бути витримані перед монтажем при температурі вище нуля.

Вініпластові труби мають здатність значно змінювати свою довжину залежно від навколишньої температури. При відкритій прокладці довгих трубопроводів із цих труб такі зміни сприймаються елементами самого трубопроводу (кутами, утоками, відводками) або спеціальними компенсаторами. Для забезпечення вільного переміщення при зміні довжини вініпластові труби до опорних конструкцій прикріплюються жорстко (нерухомо) скобами із прокладками із пресшпану тільки на кінцевих ділянках траси, у місцях введення їх у корпуси ящиків, коробок, апаратів і при вертикальній прокладці. Проміжні ж кріплення труб за рахунок використання скоб трохи більшого розміру повинні забезпечувати їх вільне поздовжнє переміщення.

Пластмасові труби в місцях проходу через стіни та перекриття прокладають у сталевих, гумових або пластмасових гільзах. З'єднання труб у цих гільзах не допускається. Внутрішній діаметр гільзи повинен на 5—10 мм перевищувати зовнішній діаметр труби, а краї гільзи — виступати на 10—20 мм за межі стін та інших будівельних основ.

Поліетиленові труби через їхню горючість можуть прокладатися тільки сховано. Забороняється прокладка цих труб у гарячих цехах. Траса їхньої прокладки не повинна збігатися або перетинатися з гарячими поверхнями. Поліетиленові труби з'єднуються зварюванням у литих поліетиленових муфтах, гарячою обсадкою у муфтах з розтрубами, муфтами з термоусадних матеріалів (термофітів), склеюванням у муфтах і самоклеючою стрічкою.

З'єднання вініпластових труб між собою здійснюється в литих вініпластових муфтах або муфтах з розтрубом (утвореному на одному з кінців труб, що з'єднуються, оправкою), а з коробками і ящиками — клеєм БМК-5 або ІКФ-147.

У сухих нормальних приміщеннях склеювання або спеціального ущільнення поліетиленових труб не потрібно, але обов'язкове кріплення їх у місцях введення, виконуване щільною посадкою на ввідний патрубок за допомогою ущільнювальної втулки.

Згинання вініпластових труб здійснюється з попереднім нагріванням, а поліетиленових — при температурі вище нуля, але без підігріву.

Наявність уздовж зварювального шва усередині тонкостінних сталевих труб гострих виступів створює небезпеку ушкодження ізоляції проводів, ґрат видаляють або сплющують різними способами, наприклад протяганням через трубу різцевої оправки за допомогою троса електричної лебідки.

Тому що при зварюванні тонкостінних труб існує підвищена можливість пропалення стінок, потрібен зварник високої кваліфікації та застосу-

вання якісних електродів малого діаметра; по цій же причині приварювати їх до металоконструкцій також не дозволяється.

Прокладка проводів у трубах та їхнє заземлення. Для прокладки в трубах допускається застосовувати проводи марок АПРТО, ПРТО, АПВ, ПВ, ПГВ, АПР, ПР, АПРВ і ПРВ і кабелі марок АВРГ, ВРГ, АНРГ, НРГ, АВВГ, АПВГ та ін.

Марки, переріз та число проводів, що прокладають, і кабелів, а також розміри труб у кожному окремому випадку визначаються проектом залежно від матеріалу труб, способу їхньої прокладки та навколишнього середовища.

Роботи з монтажу електропроводок у трубах виконуються в певній технологічній послідовності у дві стадії.

На першій стадії, у процесі спорудження будинку, здійснюють підготовчо-заготівельні роботи, у тому числі обробку та заготівлю труб, їхню прокладку та заготівлю електропроводок. Трубні заготовки (рис. 5.18) виконуються:

- по трубозаготівельних відомостях і кресленнях робочого проекту;
- беззамірними, що складаються із прямих ділянок сталевих труб нормальної довжини, у комплекті з типовими фасонними відводами та кутами, що поставляють у певній кількості на 100 м труб;
- по макетах, що повторюють точно розміри приміщень, у яких передбачається прокладати труби;
- по ескізах, складених електромонтажниками-замірщиками з натури безпосередньо на монтажній площадці.

На другій стадії затягують проводи в труби та роблять всі приєднання. Відкрита прокладка труб може виконуватися на другій стадії монтажу після закінчення будівельно-оздоблювальних робіт.

Затягування проводів у труби виконується за допомогою дроту або троса. Перед цим видаляють із вільних кінців труб пробки та заглушки, перевіряють трубопровід продуванням повітря, вдмухують у нього тальк (для полегшення зменшення тертя проводу об стінки труб) і затягують протяжливу сталеву стрічку або сталеву спіраль із кулькою на кінці або сталевий дріт діаметром 1,5—3,5 мм із петлею на кінці.

Протягливий дріт проштовхують у трубу з боку однієї з коробок або з кінця труби, а протяжний трос затягують за допомогою спеціального гнучкого шланга. На кінцях трубопроводу встановлюються втулки для запобігання ушкодження ізоляції проводів.

Проводи з більшим перерізом затягуються в труби за допомогою спеціальних захватів, невеликих лебідок, універсального електромонтажного привода та інших пристосувань (важільних, пневматичних). Для полегшення затягування проводів у протяжні трубопроводи з великим числом вигинів додатково встановлюються сполучні коробки або ящики.

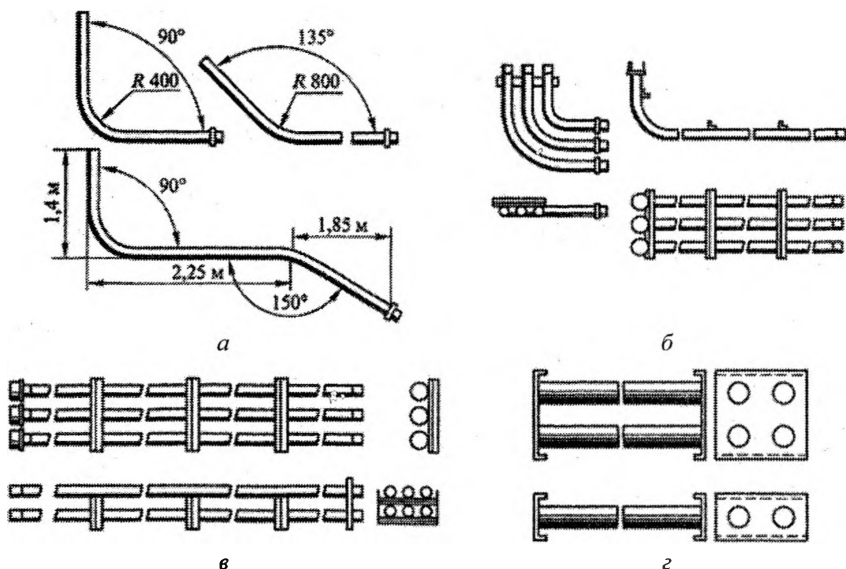


Рис. 5.18. Трубні заготовки:

а — труби, вигнуті під різними кутами; *б* — пакети гнутих труб; *в* — пакети та блоки прямих труб; *г* — блоки труб із спільними фланцями

У вертикально прокладені труби проводи затягують знизу нагору та закріплюють ізоляційними клицями або затискачами (при перерізі проводів до 50 мм^2 — через 30 м, при перерізі $70\text{—}150 \text{ мм}^2$ — через 20 м і при перерізі $185\text{—}240 \text{ мм}^2$ — через 15 м).

Сталеві труби повинні мати гладку внутрішню поверхню та антикорозійне покриття на зовнішній поверхні (крім труб, які замоноличуються у будівельній конструкції).

З'єднання та відгалуження проводів, прокладених у трубах, виконуються в коробках обпресуванням, зварюванням або стисками; з'єднання проводів безпосередньо в трубах забороняється. Місця сполук ізолюють стрічкою або ковпачками, а проводи маркують бирками, на яких указують найменування та призначення приєднань, марку та переріз проводу.

Сталеві тонкостінні труби з товщиною стінок не менш 1,5 мм можуть використовуватися як заземлюючі провідники. Для створення безперервного ланцюга заземлення та надійного електричного контакту між з'єднаними трубами при схованій прокладці та відкритій прокладці в мережах із заземленою нейтраллю потрібно приварити з кожної сторони труб у двох точках металеві коробки, сполучні муфти, манжети або гільзи. Допускається виконувати ці електричні з'єднання приваркою металевих перемичок достатньої провідності. Так утвориться безперервний електричний ланцюг, у який входять труби, відгалужуючі та протяжливі коробки.

При схованій прокладці паралельно декількох сталевих труб їх з'єднують між собою приваркою сталевих плоских смуг, а якщо трубопровід виконаний з неметалічних труб, заземлення сталевих корпусів електроприймачів, ящиків і коробок виконується приєднанням їх до прокладеної поблизу відкритої магістралі заземлення або сталевій заземлюючій смугі, спеціально прокладеної уздовж траси. Зібраний повністю трубопровід приєднують до контуру захисного заземлення не менш ніж у двох місцях (на початку та кінці трубопроводу).

Запитання для самоконтролю

1. Які труби використовуються для трубної каналізації?
2. Які проводи та кабелі допускається прокладати в трубах?
3. Які деталі застосовуються при монтажі електропроводок у трубах?
4. Де застосовуються електропроводки в трубах?
5. Які методи індустриальної заготівлі елементів трубних трас ви знаєте?
6. Які вимоги необхідно виконувати при розмітці трубних трас?
7. Яка послідовність операцій при механічній обробці труб?
8. Яка послідовність підготовки трубних трас?
9. Як проводи затягують у труби?

5.6. Монтаж тросових електропроводок

Тросовими називають відкриті електропроводки, виконані ізольованими та захищеними проводами та кабелями, підвішеними до сталевого троса, або спеціальними проводами, які мають між трьома або чотирма звитими жилами власний несучий оцинкований трос. Кінці несучого тросу надійно прикріплюються до будівельних елементів будинків і споруджень.

У приміщеннях промислових підприємств із великими віконними прорізами, що мають поздовжні та поперечні ферми, а також у цехах, насичених усякого роду технологічними комунікаціями, у яких кріплення електропроводок безпосередньо до стін, стель та інших будівельних елементів будинків важке або неможливе, доцільно застосовувати тросові електропроводки.

Тросові електропроводки виконуються спеціальними настановними проводами з гумовою ізоляцією марки АРТ або проводами марок АВТ та АВТС із пластмасовою ізоляцією та вбудованим у проводи сталевим несучим тросом.

Кабельною промисловістю випускаються настановні алюмінієві проводи з несучим тросом у двожильному виконанні марок АРТ, АВТ та АВТС із перерізом 2,5 та 4 мм²; у трижильному виконанні марок АРТ з перерізом 4 та 6 мм² та АВТ, АВТС із перерізом 4 мм²; у чотирижильному виконанні марок АРТ з перерізом 4—35 мм² та АВТ, АВТС із перерізом 4—16 мм².

Проводи марки АРТ призначені для монтажу магістральних і групових ліній в освітлювальних і силових мережах усередині приміщень та у зовнішніх установках напругою до 660 В. Проводи марки АВТ застосовуються для зовнішньої прокладки при монтажі введень у житлові будинки та господарські будівлі, а марки АВТС — для прокладки усередині приміщень (у тому числі тваринницьких) у мережах з напругою 380 В.

Крім спеціальних застосовуються також ізолювані проводи марок АПР, АПРВ, АПВ будь-якого перерізу і неброньовані кабелі марок АВРГ, АНРГ, АСРГ, АВВГ та АПВГ із перерізом до 16 мм², які підвішуються разом з ізоляційними та підтримуючими конструкціями на окремих поздовжніх та поперечних сталевих тросах. При необхідності на тросах підвішуються цілі кабельні лінії.

Тросові електропроводки рекомендується застосовувати для монтажу групових силових та освітлювальних мереж з напругою до 380 В. Особливо доцільно застосовувати їх у мережах освітлення закритих і відкритих складів, естакад, галерей, спортивних площадок і стоянок автотранспорту. Широко застосовуються тросові електропроводки при монтажі електричних мереж у сільських виробничих приміщеннях.

У приміщеннях промислових підприємств тросові електропроводки виконуються в цехах без пересувних мостових кранів. У цехах з мостовими кранами вони застосовуються тільки для спорудження мереж загального освітлення, при цьому електропроводку розміщують у вільному просторі між нижнім поясом ферм перекриття та мостом крана.

У чотирипроводних системах трифазного струму із глухозаземленою нейтраллю усередині виробничих приміщень із нормальним середовищем несучий трос дозволяється використовувати як нульовий провід, якщо його провідність становить не менше 50 % провідності фазних проводів. У всіх інших випадках прокладають окремий нульовий провід або кабель.

Тросові електропроводки є найбільш індустріальними та дешевими, тому що до 90 % об'єму їхнього монтажу може виконуватися в майстернях. При виготовленні тросових електропроводок на технологічних лініях значно (до 30 %) знижуються трудові витрати, підвищується якість робіт і скорочуються загальні строки монтажу, особливо у разі застосування спеціальних настановних проводів із вбудованим тросом.

Простота конструкції, використання невеликого числа кріпильних деталей і можливість підвішування на будь-якій висоті значно полегшують монтаж, демонтаж, а при необхідності і перенос тросових проводок на нове місце, забезпечуючи їхнє широке застосування.

Тросова лінія електропроводки являє собою сталевий несучий трос, до якого підвішені ізолювані незахищені або захищені проводи або кабелі. Способи кріплення проводки до троса універсальні: використання спеціальних тросових підвісок, кріплення безпосередньо до троса (струнна підвіска) і на підвісних та опорних конструкціях з ізоляторами, а також

на рейках, коробах, лотках, трубах та інших конструкціях, підвішених до троса, або на несучому тросі, вмонтованому в проводи.

Крім несучого троса, проводів і кабелів до складу лінії тросової електропроводки входять анкерні, натяжні та підтримуючі пристрої, деталі кріплення проводів або кабелю до несучого троса та відгалужуючі коробки з деталями їхнього кріплення до троса. Для комплектації ліній електропроводок застосовуються наступні заводські вироби та деталі, необхідні як для заготівлі ліній, так і для їх монтажу: натяжні муфти для сталевих тросів (або дроти різних діаметрів) з ходом гвинта 50; 100 та 300 мм; анкери для кінцевого кріплення сталевих тросів (або дротів) до будівельних елементів будинків; затиски для з'єднання підвісів, розтяжок і відтягнень із несучим тросом (у тому числі затиски, що скріплюють петлі на кінці сталевого тросу); серги для кріплення тросів до сталевих ферм; тросові коробки, відгалужуючі затиски в пластмасовому корпусі та ін.

Як несучий застосовують сталевий трос діаметром від 3 до 6,5 мм або сталевий гарячекатаний дріт (катанку), оцинкований, покритий полімером або пофарбований, діаметром від 5 до 8 мм.

Тросові натяжні анкери (рис. 5.19), призначені для кінцевого кріплення несучого троса, регулювання його натягу та прогину, кріпляться до будівельних елементів будинку на розпірних дюбелях.

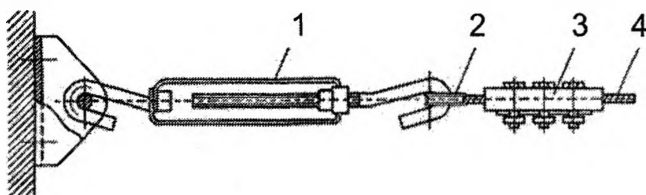


Рис. 5.19. Тросовий натяжний анкер:

1 — натяжна муфта; 2 — коуш; 3 — тросовий болтовий затиск; 4 — трос

Підтримуючі пристрої являють собою проміжні струнні підвіски та поздовжні і поперечні відтягнення, що прикріплюють до нижніх поясів ферм, колон, перекриттів. Проміжні кріплення встановлюються при великих прольотах і масі проводки через кожні 18—24 м, зменшуючи стрілу прогину та надаючи лінії значні стійкість і механічну міцність. Для підвісок і відтягнень застосовується оцинкований дріт діаметром від 2 до 5 мм.

Проміжні кріплення троса можуть додатково виконуватися безпосередньо до балок, ферм, колон і перекриттів за допомогою окремих деталей (шпильок, серг і дюбелів, що закріплюють у щілинах між кутами ферм або плит перекриття).

Для утримання троса на проміжних ділянках використовуються триболтові затиски, за допомогою яких кінці підвісок і розтяжок окінчують петлями з використанням гільз та обойм. В окремих випадках, напри-

клад при великій відстані від лінії підвіски троса до ферм перекриття, застосовується другий розвантажувальний трос, що натягається вище несучого та до якого приєднуються струни проміжного кріплення. Вертикальні струни закріплюються в місцях установки відгалужуючих коробок, штепсельних розніманих, світильників за допомогою триболтових затисків.

Основний об'єм монтажу тросових електропроводок виконується в МЕЗ. Для доставки на об'єкт кінцеві та проміжні кріплення комплектуються в контейнери, а заготовлені комплектні тросові лінії згортаються в бухти діаметром 1—2 м або намотуються на спеціальні інвентарні касети (рис. 5.20).

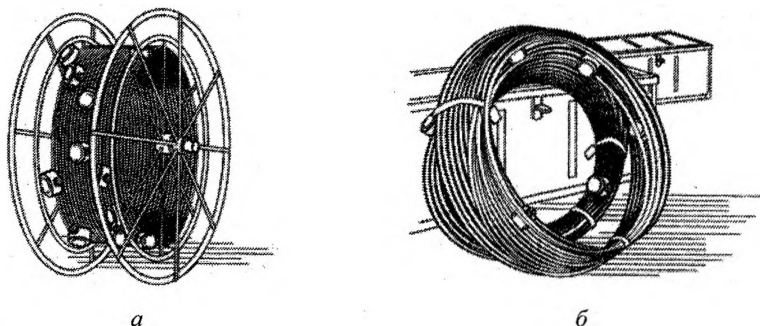


Рис. 5.20. Заготовлені тросові лінії: *а* — на інвентарних касетах; *б* — у бухтах

Установка анкерних і натяжних конструкцій, вертикальних підвісок, поперечних і поздовжніх відтягнень, прокладка трас для живильних магістралей відносяться до першої стадії монтажу та виконуються при певній готовності елементів будинку, до яких підвішуються та кріпляться електропроводки. Відстані між проміжними підвісками, відгалужуючими коробками та світильниками, а також діаметр троса, підвісок і відтягнень залежать від навантаження, що доводиться на них, і визначаються проектом.

Металеві частини всіх елементів тросової проводки без фарбування або гальванічних покриттів, а також оголені ділянки троса та анкерні пристрої в місцях їхнього зіткнення повинні змазуватися технічним вазеліном. Металеві дужки та плоскі смужки для кріплення проводів і кабелів повинні мати захисне покриття від корозії та м'які прокладки з пергаменту або руберойду, що виступають з-під них на 1,5—2 мм по обидва боки.

Заготівля, обробка проводів та їхнє кріплення до троса виконуються на технологічних лініях. Незахищені ізольовані проводи закріплюють на тросі пластмасовими клицями, розрахованими на два та чотири проводи при проміжному кріпленні та підвіску світильника до 5 кг. Відгалуження від проводів виконують у затисках із пластмасовим корпусом. Відстань між клицями зазвичай становить 1,5 м. Допускається безпосереднє кріплення ізольованих проводів до троса (у сухих і вологих приміщеннях)

полівінілхлоридною перфорованою стрічкою із кнопками або пряжками через кожні 0,5 м.

Захищені проводи та кабелі прикріплюються до троса клицями, сталевими смужками із пряжками та пластмасовими смужками із кнопками (рис. 5.21).

Відгалуження до світильників і силових електроприймачів при монтажі тросових проводок виконуються в спеціальних відгалужуючих коробках, корпуса яких складаються із двох різних частин, що дозволяє не простягати через них проводи. Приєднання кінців проводів від електроприймачів і світильників виконується в середині відгалужуючої коробки за допомогою стисків, металеві вкладиші яких потім закриваються пластмасовими корпусами.

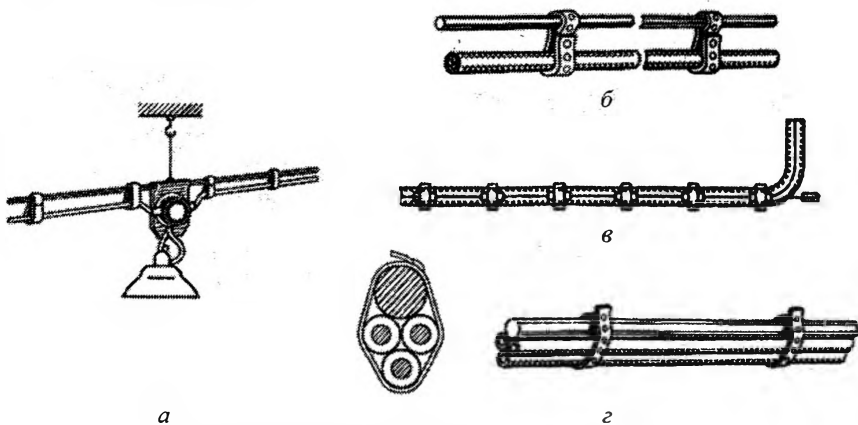


Рис. 5.21. Кріплення проводів і кабелів до тросу:
а — клицями; б, в — сталевими смужками із пряжками;
г — пластмасовими смужками із кнопками

Додаткове кріплення тросової проводки до стелі будинку здійснюється за петлю відгалужуючої коробки за допомогою дротової підвіски. Світильники та відгалуження до силових електроприймачів кріпляться за нижні петлі анкерних пристроїв відгалужуючих коробок.

Місця введень у коробки відкрито прокладених захищених проводів і кабелів ушільнюються спеціальними пристроями з гумовими сальниками. Коробки закріплюються гвинтами на відрізках перфорованої смуги або стрічки. Застосовуються також конструкції з монтажної смуги, за допомогою яких разом з відгалужуючою коробкою до троса кріпиться світильник будь-якого типу. Коробки можуть встановлюватися також на сталевих пластинах з виштампуваними гачками (язычками), які надіваються на дрот і загинаються кліщами вниз. Коробки до пластини можна прикріплювати гвинтами, скобами або шпильками.

Різновидом тросових проводок є струнні проводки, при яких захищені проводи або кабель кріпляться безпосередньо до струни (катанки, телеграфного дроту).

Застосовуються різні способи кріплення відгалужуючих коробок до несучих конструкцій: обхватом смужками безпосередньо до троса або струни; на металевій пластині, закріпленій на струні або тросі; безпосередньо на будівельній основі (стелі, колоні) при невеликій висоті спорудження (рис. 5.22).

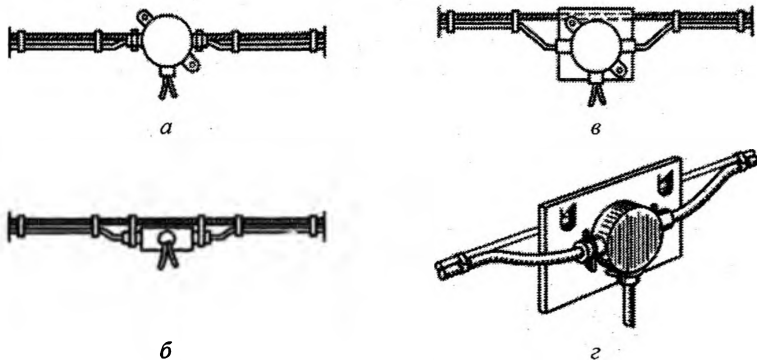


Рис. 5.22. Кріплення відгалужуючих коробок смужками безпосередньо на тросі або струні (а, б) і на підвісній пластині (в, г)

Кінцеві кріплення струнних проводок виконуються глухими або за допомогою натяжного пристрою з одного кінця, проміжні — через 10—15 м з використанням кріпильних деталей, призначених для установки коробок і світильників. Проміжні кріплення виконують ковзними для забезпечення постійного натягу струни по всій довжині. Струнні проводки більш економічні ніж тросові, оскільки вимагають менше металу (діаметр струни 2—4 мм, а троса 6—8 мм), кріпильних деталей для проміжних кріплень і витрат праці.

Світильники залежно від типу, маси, умов транспортування, віддаленості об'єкта та інших умов монтуються або в МЕЗ (без скла), або безпосередньо при монтажі. В останньому випадку в майстерні світильники тільки комплектують і підготовляють місця їхнього кріплення. Світильники, що підвішують до троса, повинні розташовуватися на одній горизонталі, що досягається регулюванням підвісок.

Тимчасово несучий трос підвішується на висоті 1,2—1,6 м від підлоги на тимчасових анкерах, закріплених на протилежних стінах приміщення. Для зручності виконання робіт і зменшення провисання під нього встановлюють триноги. Натягнувши несучий трос за допомогою поліспасти або лебідки до положення, при якому стріла прогину більше передбаченої для цієї електропроводки, роблять зборку вузлів відгалужень і світильників.

Підйом на проектне місце протяжних (більше 15 м) і великовагових тросових електропроводок рекомендується робити за допомогою простих піднімальних пристосувань (блоків, лебідок та ін.). При цьому один кінець несучого троса з петлею надягають на анкерний гак, закріплений у стіні. Другий кінець несучого троса приєднують до поліспасти клиновим затиском або кулачковим затиском, розташованим на деякій відстані від кінцевої петлі, а поліспаст підвішують на інший анкерний гак, встановлений на протилежній стіні приміщення. При цьому кінець троса зі змонтованою на ньому натяжною муфтою опиняється у вільному підвішеному стані.

Підвішену між анкерами тросову проводку натягають поліспастом до положення, близького до остаточного. Контроль натягу здійснюють по стрілі прогину несучого троса. Для прольоту в 6 м вона повинна бути 100—150 мм, а для прольоту в 12 м — 200—250 мм. За БНіП стріла прогину троса в прольотах між кріпленнями повинна становити від 1/40 до 1/60 довжини прольоту.

По закінченні натягу вільний підвішений кінець несучого троса з тяжною муфтою надягають на анкерний гак, а поліспаст послабляють, від'єднують його від троса та знімають із гачка.

Проміжні кріплення троса виконуються на струнах зі сталевого оцинкованого дроту діаметром 1,5—2 мм. Підвіски кріпляться до троса або в місцях установки відгалужуючих коробок і світильників.

Остаточне регулювання підвіски тросових електропроводок здійснюється за допомогою натяжної муфти.

Несучі троси заземлюються у двох точках на кінцях лінії. На лініях з нульовим проводом несучий трос приєднується до нього гнучкою мідною перемичкою перерізом 2,5 мм², а на лініях з ізолюваною нейтраллю — до шини, з'єднаної з контуром заземлення. Не допускається використання несучого троса як заземлюючого провідника.

При невеликому обсязі робіт тросова проводка може бути заготовлена безпосередньо в цеху, де вона повинна монтуватися.

Запитання для самоконтролю

1. Дайте визначення тросової електропроводки.
2. Де доцільно застосовувати тросові електропроводки?
3. Які проводи використовуються для тросових електропроводок?
4. Назвіть переваги тросової електропроводки.
5. Які способи кріплення тросових електропроводок ви знаєте?
6. Які пристрої та деталі входять до складу лінії тросової електропроводки?
7. Які використовуються деталі для утримання троса на проміжних підвісах?
8. Як здійснюється заземлення несучого троса?

Розділ 6. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

6.1. Освітлювальні електроустановки

Освітлювальними електроустановками називаються спеціальні електротехнічні пристрої, призначені для освітлення територій, приміщень, будинків і споруджень.

Залежно від призначення джерела світла розрізняють загальне, місцеве, комбіноване, робоче та аварійне освітлення.

Загальним називається освітлення всього або частини приміщення.

Місцевим є освітлення робочих місць, предметів або поверхонь, наприклад, спеціальне освітлення оброблюваної деталі або інструмента на токарському верстаті.

Комбіноване сполучає в собі загальне та місцеве освітлення.

Робочим називають освітлення, що служить для забезпечення нормальної діяльності виробничих і допоміжних підрозділів підприємства.

Аварійним називається освітлення, що при порушенні робочого освітлення тимчасово забезпечує можливість продовження роботи або евакуації людей. Аварійне освітлення розташовується у виробничих приміщеннях, коридорах, сходових клітках. Світильники аварійного освітлення повинні відрізнятися від інших світильників фарбуванням і конструкцією та приєднуватися до електромережі, не пов'язаної з мережею робочого освітлення.

Електроживлення світильників загального, місцевого, робочого та аварійного освітлень у нормальних приміщеннях здійснюється з напругою 127 та 220 В, а в приміщеннях з підвищеною небезпекою та в особливо небезпечних — з напругою 12, 24, 36 В.

Розрізняють також освітлення переносне, охоронне, світлогороджувальне.

Переносне освітлення здійснюється переносними ручними лампами від мереж 127 або 220 В в нормальних приміщеннях і від мережі 12 В в приміщеннях підвищеної небезпеки та на відкритих ділянках території підприємства.

Охоронне освітлення встановлюється уздовж огорожі охоронюваної території з таким розрахунком, щоб одночасно висвітлювалися зовнішня та внутрішня зони, що примикають безпосередньо до огорожі.

Світлогороджувальне освітлення встановлюється на високих будинках та інших спорудженнях для забезпечення безпеки польотів літаків у темний час доби.

Основною вимогою, висунутою до освітлення, є забезпечення нормованих параметрів освітленості, які визначаються умовами роботи, у тому числі: розмірами навколишніх предметів, можливістю розрізнити їх, контрастом їх із фоном і коефіцієнтом відбиття фону; наявністю доступних, небезпечних для дотику предметів, а також наявністю світних поверхонь великої яскравості (при електро- або газозварюванні, плавці металу).

Монтаж освітлювальних електроустановок виконується за проектом, у якому наводяться світлотехнічні розрахунки та розрахунок освітлювальної мережі. Вимоги до виконання монтажу електроустановок, його норми та правила встановлюються ПУЕ та БНіП, а також монтажними інструкціями заводів-виготовлювачів електроустаткування, електромонтажних пристроїв і виробів. При монтажі освітлювальних електроустановок повинні враховуватися характер технологічного процесу, умови експлуатації та стан навколишнього середовища.

Живлення освітлювальних електроустановок здійснюється від окремих освітлювальних трансформаторів або від трансформаторів, до яких одночасно приєднані і силові споживачі (електродвигуни, електрозварювальні апарати).

6.2. Основні світлові величини

Основними світловими величинами є світловий потік, освітленість і сила світла. Навколишні предмети випромінюють у простір променисту енергію, що представляє собою електромагнітні коливання, які поширюються в просторі.

Потужність випромінювання, що оцінюється по світловому відчуттю, що сприймається оком людини, називається *світловим потоком*. Одиницею виміру світлового потоку F служить люмен (лм). Однією з основних одиниць світлотехнічних величин у системі СІ прийнята одиниця сили світла — кандела (кд).

Джерело світла, що має розміри, відмінні від точки, характеризується яскравістю L світної поверхні в даному напрямку, що визначається відношенням сили світла I_c до проекції світної поверхні S на площину, перпендикулярну обраному напрямку. Ця проекція залежить від косинуса кута між напрямком світлового потоку та нормаллю (перпендикуляром) до площі світної поверхні:

$$L = \frac{I_c}{(S \cos \varphi)}, \quad (6.1)$$

Одиницею яскравості є кандела на квадратний метр (кд/м²).

Світловий потік F , що доводиться на одиницю освітлюваної поверхні S , називається її освітленістю E :

$$E = \frac{F}{S}. \quad (6.2)$$

Про інтенсивність освітленості судять по щільності, з якою світловий потік розподіляється по освітлюваній поверхні. Одиницею освітленості є люкс (лк).

Освітленість поверхні буде дорівнювати 1 лк, якщо на кожен 1 м² її площі впаде світловий потік, рівний 1 лм. Освітленість поверхні не залежить від її властивостей. Поверхні, яскравість яких однакова у всіх

напрямах, називаються дифузійними. До таких поверхонь можна віднести матовий папір, дерево, тканини та побілені поверхні.

6.3. Джерела світла

Різноманітні джерела світла за способом перетворення електроенергії у світлове випромінювання розділяються на дві основні групи: теплові (лампи розжарювання) і газорозрядні (люмінесцентні, ртутні).

Теплові джерела світла використовують властивість тіл випромінювати при нагріванні променисту енергію. При досить великій температурі це випромінювання переходить в область видимого — тіло починає світитися. Світлове випромінювання збільшується зі збільшенням температури тіла.

Дія ламп розжарювання заснована на тепловому випромінюванні. Це найбільш простий і розповсюджений вид випромінювання, при якому втрати атомами енергії на випромінювання світла компенсуються за рахунок енергії теплового руху атомів випромінюючого тіла. Чим вище температура тіла, тим швидше рухаються атоми, і світлове випромінювання збільшується. При зіткненні швидких атомів один з одним частина їхньої кінетичної енергії перетворюється в енергію руйнування, і ці атоми потім також випромінюють світло.

Лампа розжарювання (рис. 6.1) — малоекономічне джерело, тому що тільки 12 % всієї енергії, виробленої в її нитці електричним струмом, перетворюється у світлову енергію.

У перших моделях ламп розжарювання використовувалась вугільна нитка, у сучасних лампах застосовується нитка з вольфраму. Температура плавлення вольфраму (близько 3400 °C) дозволяє розжарити нитку до 2500—2700 °C за умови запобігання її від згоряння. Захист від згоряння може бути вирішений або повним видаленням повітря зі скляної колби, у якій розміщена розпечена нитка, або заповненням її інертним газом. В обох випадках через відсутність кисню згоряння нитки не відбувається.

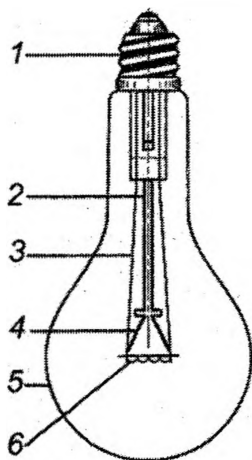


Рис. 6.1. Лампа розжарювання:
1 — цоколь; 2 — скляна ніжка; 3 — електрод;
4 — тримач; 5 — колба; 6 — нитка розжарення

Для зменшення теплових втрат у лампах нитку згортають у щільну спіраль, а в деяких типах ламп цю спіраль згортають ще раз у подвійну спіраль. Такі лампи називають *біспіральними*.

Лампи розжарювання можуть бути типу В127-15, В220-15, В127-25 та ін.

Основним електричним параметром ламп розжарювання є напруга живлення. При підвищенні номінальної напруги на 10 % термін служби лампи знижується в п'ять разів, а на кожен відсоток зміни напруги доводиться 4 % зміни світлового потоку. З метою поліпшення експлуатаційних характеристик ламп стандартом допускається коливання напруги живлення в межах $\pm 5\%$.

Середній термін служби ламп розжарювання загального призначення 1000—1200 год. Основна причина швидкого перегорання ламп розжарювання — підвищена напруга живлення. Так при напрузі 230 В термін служби лампи становить 570 год, а при напрузі 240 В — 200 год.

Лампи розжарювання, із внутрішнього об'єму яких вилучене повітря, називаються *вакуумними*, а лампи з колбами, заповненими інертним газом, — *газонаповненими*. Газонаповнені лампи за інших рівних умов мають більшу світловіддачу, чим вакуумні, тому що газ, що перебуває під тиском, перешкоджає випару тіла розжарення, що дозволяє підвищити його робочу температуру.

Колби газонаповнених ламп наповнюються ксеноном з добавкою сполуки галогенного елемента з воднем. При високих температурах тіла розжарення ці добавки утворюють хімічну сполуку з вольфрамом, перешкоджаючи його випару. У наш час галогенні лампи застосовуються для світильників загального та кінознімального освітлення, прожекторів, аеродромних вогнів.

З метою зниження теплових втрат газонаповнені лампи заповнюються малотеплопровідним газом. Одним зі способів скорочення теплових втрат є також зменшення розмірів і зміна конструкції нитки розжарення, наприклад виконання її у вигляді щільної гвинтоподібної або подвійної спіралі.

Більш досконалі в порівнянні з лампами розжарювання люмінесцентні лампи, що широко застосовуються для освітлення.

Люмінесцентні лампи (рис. 6.2) являють собою скляну герметично закриту трубку, внутрішня поверхня якої покрита шаром *люмінофора* — штучно приготовленої хімічної речовини, у якій під дією зовнішніх факторів (електричного розряду) виникає світіння (люмінесценція). Люмінофори під впливом ультрафіолетових променів електричного розряду випромінюють світло в спектрі видимого випромінювання.



Рис. 6.2. Лампа люмінесцентна низького тиску:
1 — цоколь; 2 — ніжка; 3 — електроди; 4 — скляна трубка

В середині трубки 4 у скляних ніжках 2 укріплені біспіральні електроди 3 з вольфраму, з'єднані із двоштировим цоколем 1 для приєднання лампи до електричної мережі за допомогою спеціальних патронів.

Для забезпечення можливості попереднього підігріву електродів і полегшення початку розряду вони виконуються у вигляді подвійної або потрійної спіралі з вольфрамового дроту, покритої шаром окису лугоземельних металів (барію, кальцію).

З лампи відкачують повітря та заповнюють мінімальною кількістю інертного газу (аргону) із краплею ртуті. При подачі напруги або імпульсу підвищеної напруги на попередньо підігріті електроди в лампі починається розряд у парах ртуті, і вона починає випромінювати потоки світла. Напряга живлення до лампи подається через штирові контакти, розташовані в цоколі.

Залежно від кольорів випромінюваного лампою світлового потоку розрізняють лампи денного (ЛД), білого (ЛБ), холодно-білого (ЛХБ) і тепло-білого (ЛТБ) світла. У житлових або виробничих приміщеннях при необхідності точного визначення кольорних відтінків, наприклад у друкарні при виготовленні кольорових репродукцій або в художній майстерні, застосовуються лампи денного світла, що забезпечують правильну передачу кольору.

Люмінесцентні лампи низького тиску є газорозрядними електричними джерелами світла. Їх виготовляють на напругу 127 В потужністю 15 та 20 Вт і на напругу 220 В потужністю 30, 40, 80 та 125 Вт. Термін нормальної служби люмінесцентних ламп близько 5000 год за умови нечастих включень, стабільності напруги живлення та забезпечення оптимальної навколишньої температури.

У сучасних освітлювальних електроустановках промислових підприємств широке застосування знаходять *дугові ртутні лампи* (ДРЛ) високого тиску (рис. 6.3). Ці лампи випускаються із двома та чотирма електродами.

Основними елементами чотириелектродної дугової ртутної лампи є різьбовий цоколь 1, колба 3 і кварцовий пальник 6. Усередині пальника перебувають дозована крапля ртуті та газ аргон; наприкінці пальника впаяні активовані основний 5 і додатковий 7 електроди з вольфраму. Внутрішня поверхня колби покрита люмінофором 8.

При подачі напруги до електродів лампи відбувається електричний розряд у парах ртуті високого тиску, супроводжуваний інтенсивним випромінюванням світла, у спектрі якого відсутні оранжево-червоні промені. Відсутність оранжево-червоних променів робить лампу непридатною для освітлення, тому що спотворює природні кольори всіх предметів, тому сполука люмінофора, що покриває внутрішню поверхню колби, підбирається так, щоб під впливом спектра ультрафіолетових променів він випромінював оранжево-червоні кольори, що, змішуючись із основним

світловим потоком лампи. буде утворювати світло, сприймане людським оком як біле з легким зеленуватим відтінком.

Чотириелектродна ДРЛ відрізняється від двоелектродної наявністю двох додаткових електродів, підключених до основного через додаткові опори. Наявність цих електродів полегшує запалювання лампи, тому що при подачі напруги живлення між основним і найближчим до нього додатковим електродами виникає тліючий розряд, під дією якого пари ртуті іонізуються, сприяючи розряду між основними електродами лампи.

ДРЛ із цоколем діаметром 40 мм випускаються потужністю 250—1000 Вт.

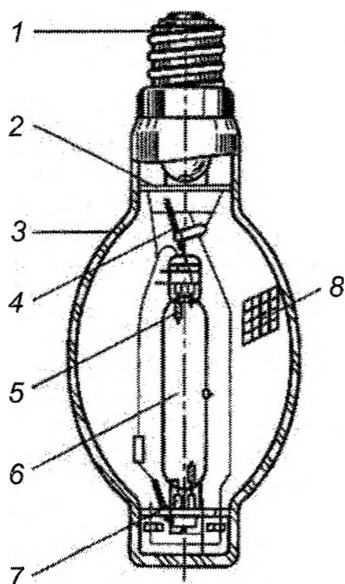


Рис. 6.3. Дугова ртутна лампа високого тиску
1 — цоколь; 2 — трубка; 3 — колба; 4 — опір;
5 — основний електрод; 6 — кварцевий пальник;
7 — додатковий електрод;
8 — шар люмінофора

Газорозрядні ртутні лампи високого та надвисокого тисків використовуються як потужні джерела світла. Джерелом променистої енергії в цих лампах є електричний розряд між електродами. Їхні колби виконуються із кварцу, здатного витримувати значні тиски при високих температурах (300—900 °C). Ці лампи вибухонебезпечні в робочому та неробочому станах.

ДРЛ в основному застосовуються для зовнішнього освітлення та освітлення високих виробничих приміщень при відсутності вимоги правильної передачі кольору. Вони випускаються типів ДРЛ180, ДРЛ125 та ін.

Газорозрядні джерела світла (люмінесцентні лампи та ДРЛ) значно економічніші за лампи розжарювання, тому що в них у кілька разів вище світловіддача та термін служби.

Більш високу світлову віддачу мають також натрієві лампи високого тиску, що досягається за рахунок введення в розрядну колбу, крім ртуті та аргону, натрію. Частки натрію, потрапляючи в зону розряду, розкладаються, що і приводить до додаткового випромінювання.

Натрієві лампи, через деяке викривлення передачі кольору, використовуються в основному для зовнішнього освітлення.

Процес удосконалювання газорозрядних ламп триває, і варто розраховувати на їх більш широке поширення.

6.4. Пристрої для приєднання освітлювальних електроустановок

Освітлювальні електроустановчі пристрої (ОЕП) служать для приєднання джерел світла до електричної мережі, керування цими джерелами та забезпечення необхідних режимів роботи освітлення. До найпоширеніших ОЕП відносяться патрони, вимикачі та перемикачі, штепсельні розетки з вилками та стартерні пристрої для пуску люмінесцентних ламп.

За конструкцією, призначенням та способом установки розрізняють патрони (рис. 6.4) підвісні карболітові або керамічні, настінні прямі або похилі; люстрові; мінйони та ін. Відповідно до розмірів цоколів ламп вони бувають із різьбленням 14, 27 та 40 мм і позначаються відповідно E14, E27, E40.

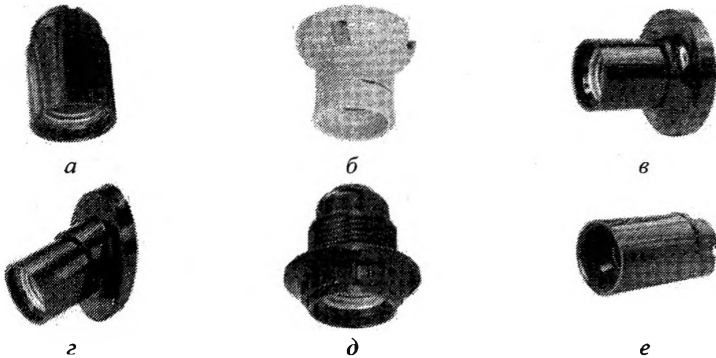


Рис. 6.4. Патрони:

a — підвісний карболітовий; *b* — підвісний керамічний, *v* — настінний прямий; *z* — настінний похилий; *d* — люстровий; *e* — мінйон

Вимикачі та перемикачі (рис. 6.5) однополюсні на напругу до 250 В та струм до 10 А частотою 50 Гц призначаються для комутації електричних ланцюгів освітлювальних електроустановок. Вимикачі та перемикачі однополюсні захищеного та герметичного виконання для відкритої та схованої установки повинні витримувати не менш 20 тисяч відключень.

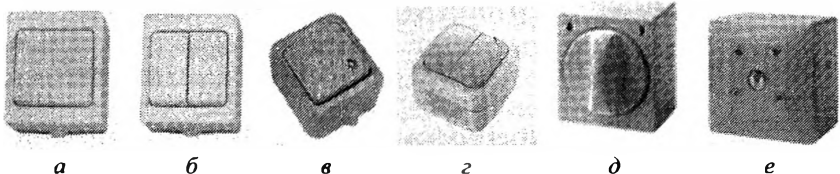


Рис. 6.5. Вимикачі:

a — клавішний однополюсний; *b* — клавішний двополюсний; *v* — клавішний однополюсний герметичний; *z* — клавішний двополюсний герметичний; *d* — герметичний поворотний; *e* — замковий

Для підвищення комутуючої здатності та зносостійкості контактні частини сучасних вимикачів і перемикачів виконуються з металокераміки, що дозволяє їм витримувати понад 200 тисяч відключень.

Для однофазних і трифазних електроприймачів з номінальними струмами до 10 та 25 А на напруги відповідно до 250 та 380 В використовуються штепсельні сполуки з електричною мережею, які складаються із двох основних елементів — розетки та вилки (рис. 6.6).

Штепсельні розетки випускають із круглими та плоскими контактами. Застосування плоских контактів забезпечує більш надійне з'єднання, дозволяє скоротити витрати міді та майже вдвічі в порівнянні із круглими контактами збільшити термін служби розетки.

Для підключення переносних електроприймачів до електричної мережі з напругою вище 36 В у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних застосовуються двополюсні та триполюсні штепсельні розетки із заземлюючим контактом, до якого приєднується провідник місцевої мережі заземлення.

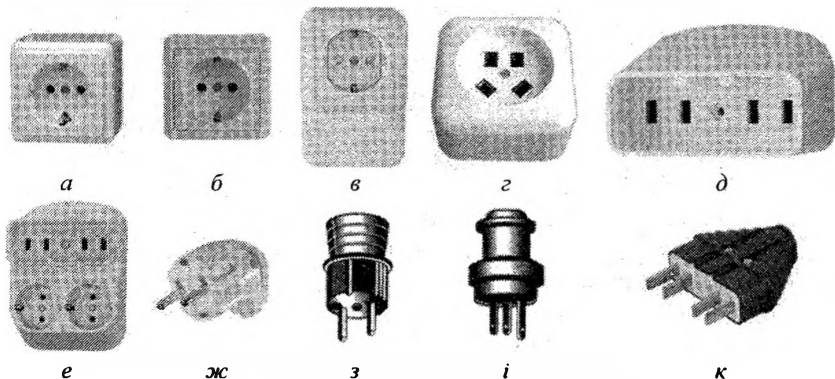


Рис. 6.6. Елементи штепсельних з'єднань:

а, б — штепсельні розетки на 6 А відповідно для відкритої та схованої установки;
в — надплінтусна розетка; *з* — трифазна, *д* — трифазна на 25 А. *е* — комбінована;
ж — вилка на 6 А; *з, і, к* — вилки на 10, 20, 25 А с заземлюючим контактом

До контактних затисків двополюсних розеток, розрахованих на струм 10 А, можуть приєднуватися електричні проводи з перерізом до 2,5 мм², а до триполюсних розеток, розрахованих на струми до 25 А, — проводи з перерізом до 16 мм².

6.5. Світильники

Практичне використання джерел світла вимагає спеціальних пристроїв для раціонального розподілу світлового потоку, захисту очей від надмірної яскравості, а також для кріплення лампи, приєднання її до електричної мережі та захисту від механічних та інших ушкоджень. Із цією метою

джерела світла розміщуються у світлотехнічній арматурі. Сукупність джерела світла та світлотехнічної арматури називається *світловим приладом*. Світлові прилади, призначені для освітлення, називаються освітлювальними, а прилади, що використовуються для світлової сигналізації — світлосигнальними.

В освітлювальних приладах світлотехнічну арматуру називають освітлювальною, а сам прилад, якщо він призначений для освітлення близьких об'єктів, *світильником*. Світлові прилади далекої дії з концентрованим світлорозподілом називають *прожекторами* (використовуються для зовнішнього освітлення). Залежно від джерела світла розрізняють освітлювальну арматуру для ламп розжарювання та ртутних ламп (рис. 6.7, *a—d*) і освітлювальну арматуру для люмінесцентних ламп (рис. 6.7, *e—i*).

Арматура світильників для ламп розжарювання та ртутних ламп складається з корпусу та укріпленого в ньому патрона. До корпусу закритих підвісних світильників прикріплюються захисне скло (для запобігання лампи від забруднень і механічних ушкоджень) і вушко для підвішування до опірної конструкції.

Горловина корпусу важких світильників, установлюваних жорстко на трубі, виконується у вигляді патрубку із внутрішнім різьбленням діаметром 3/4". Деякі типи світильників забезпечуються спеціальним пристроєм, що ввертають у патрубок корпусу — бутелем, що має два сальники для роздільного ущільненого уведення проводів живильної мережі, а також гак для підвіски.

Арматура світильників для люмінесцентних ламп найчастіше являє собою металевий корпус, у якому змонтовані пускорегулюючі пристрої, лампотримачі та сполучні проводи. Світильник приєднується до живильної електричної мережі за допомогою затисків, розташованих під одним з ковпачків вузла підвіски. До корпусу арматури звичайно прикріплюється відбивач, а на відбивачі залежно від конструкції світильника можуть бути ґрати, що екранують, захисне скло або розсіювач.

Освітлення великих площ здійснюється за допомогою прожекторів ПСМ-50-1, ПЗР-250, ПЗР-400, ПЗС-45, ПЗМ-35, ПКН-100-1 та ін. Для захисту від сліпучої сили світла прожектори встановлюють досить високо.

У світильниках застосовуються лампи розжарювання, люмінесцентні та ДРЛ, у прожекторах — ДРЛ і лампи розжарювання.

Недоліком люмінесцентних ламп і ДРЛ, включених у мережу, є періодичні зміни їхнього світлового потоку в часі із частотою, рівною подвоєній частоті струму живильної мережі. Ці зміни світлового потоку, не сприймані оком людини внаслідок відомої інерції зору, досить небезпечні у випадку використання даних ламп для освітлення предметів, що рухаються, оскільки при пульсації світлового потоку спотворюється зорове сприйняття їхньої дійсної швидкості та напрямку руху в результаті виникнення стробоскопічного ефекту (явища, що викликає перекручування

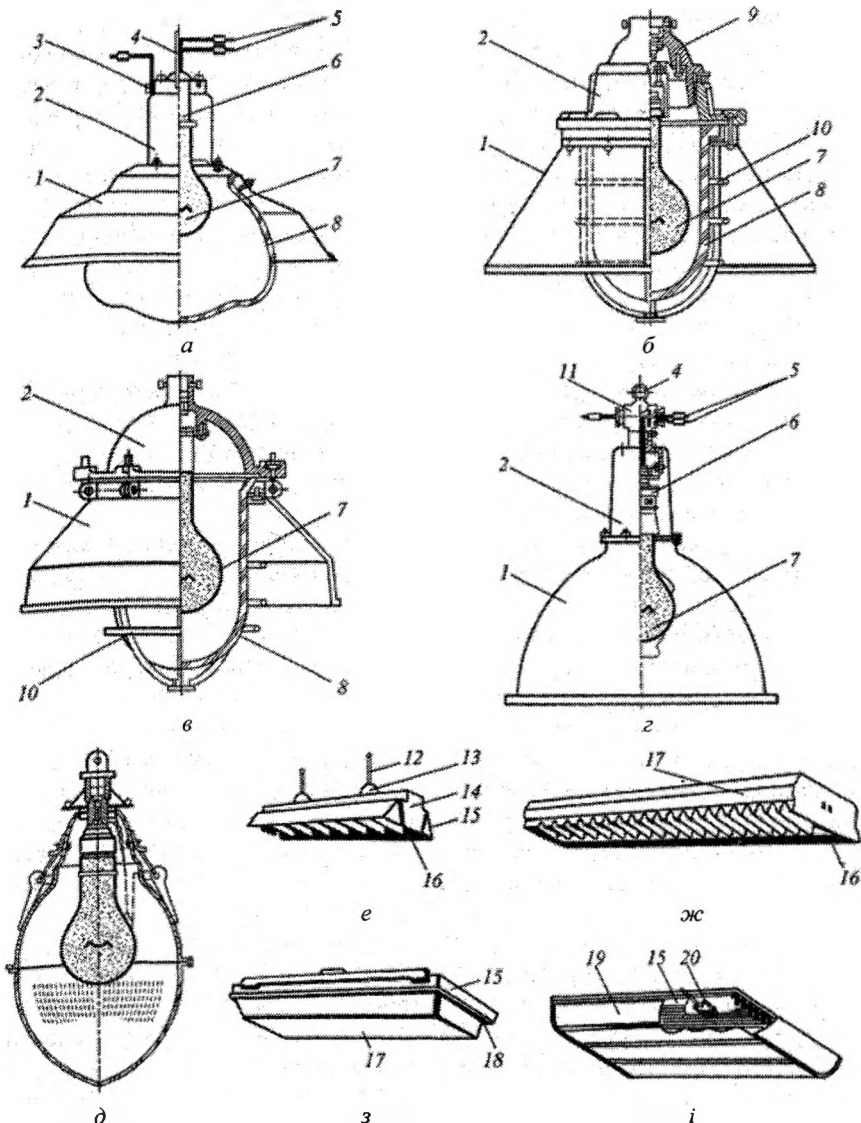


Рис. 6.7. Світильники з лампами розжарювання, ДРЛ і люмінесцентними лампами: *a* — універсальний; *б* — рудничний; *в* — пилонепроникний; *г* — глибокого випромінювання; *д* — для зовнішнього освітлення; *е* — ОДР; *ж* — ШЛП; *з* — ВОД; *и* — ПВЛ: 1 — відбивач; 2 — корпус; 3 — болт заземлення; 4 — скоба (вухко) для підвісу; 5 — провід; 6 — патрон; 7 — лампа; 8 — захисне скло; 9 — кришка; 10 — захисні ґрати; 11 — бугель; 12 — підвіс; 13 — ковпачок підвісу; 14 — корпус; 15 — відбивач; 16 — ґрати, що екранують; 17 — розсіювач; 18 — опорна рама; 19 — відкидна рама; 20 — вузол кріплення

зорового сприйняття людиною дійсного положення спостережуваних обертових предметів). Так, наприклад, освітлювані люмінесцентними лампами та ДРЛ деталі машини або оброблювані предмети, що обертаються з певною частотою, можуть здатися нерухомими та навіть повільно обертовими в протилежну сторону. Тому при висвітленні приміщень, де є верстати та механізми з обертовими доступними для працюючих на них частинами, повинні застосовуватися схеми включення люмінесцентних ламп і ДРЛ, при яких усуваються небажані та небезпечні пульсації світлового потоку.

6.6. Схеми включення ламп розжарювання

Основними технічними документами, у яких повинен добре розбиратися кожен електромонтажник, є креслення та електричні схеми.

Електричною схемою, що допомагає розібратися в керуванні ламп всіх типів, називається спрощене та наочне зображення зв'язку між окремими елементами електричного ланцюга, виконане за допомогою умовних позначок і що дозволяє зрозуміти принцип дії даного електричного пристрою, визначити його склад та вартість.

Щоб зрозуміти схему, необхідно знати використані в ній умовні позначки. ДЕРЖСТАНДАРТ 2.721-84 і ДЕРЖСТАНДАРТ 2.758-81 входять до єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) за назвою «Позначення умовні графічні в схемах».

Розглянемо схеми керування лампами розжарювання. Дві або більше лампи розжарювання можуть приєднуватися до мережі одним однополюсним вимикачем (рис. 6.8, а). Керування п'ятьма лампами за допомогою двох розташованих поряд однополюсних вимикачів (рис. 6.8, б) здійснюється в такий спосіб. При повороті першого вимикача включаються дві лампи, а при повороті другого — інші три. Така схема включення ламп застосовується в великих приміщеннях з режимом роботи, що вимагає забезпечення освітленості різного ступеня.

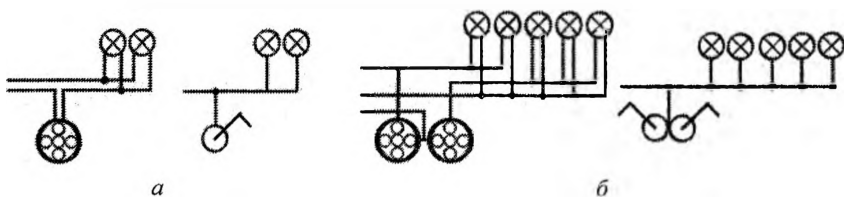


Рис. 6.8. Електрична та монтажні схеми приєднання до мережі ламп
а — одним вимикачем; б — двома вимикачами

Якщо необхідна поперединна зміна числа ламп, що включають, їх приєднують до мережі за допомогою люстрового перемикача (рис. 6.9). З першим поворотом такого перемикача включається одна лампа із трьох, із другим — дві, що залишились, але при цьому вимикається перша

лампа, із третім — включаються всі лампи, а із четвертим — всі лампи люстри вимикаються.

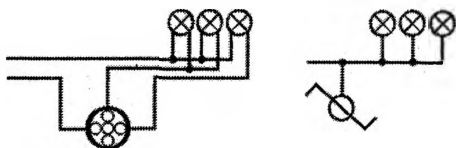


Рис. 6.9. Електрична та монтажна схеми приєднання до мережі ламп розжарювання одним люстровим перемикачем

При необхідності незалежних керувань однією або декількома лампами із двох місць застосовують схему із двома перемикачами, з'єднаними двома перемичками та проводами (рис. 6.10).

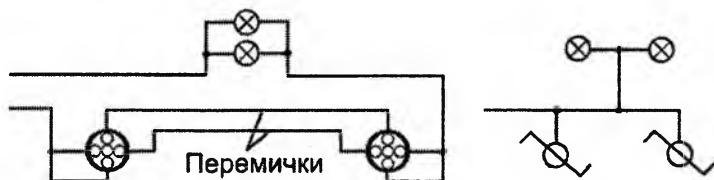


Рис. 6.10. Електрична та монтажна схеми приєднання ламп розжарювання до мережі двома перемикачами

Лампи освітлювальних електроустановок, що живлять від трипровідної системи трифазного струму, включаються між двома фазами мережі, а установки, що живлять від чотирипровідної мережі — між фазним і нульовим проводами (рис. 6.11).

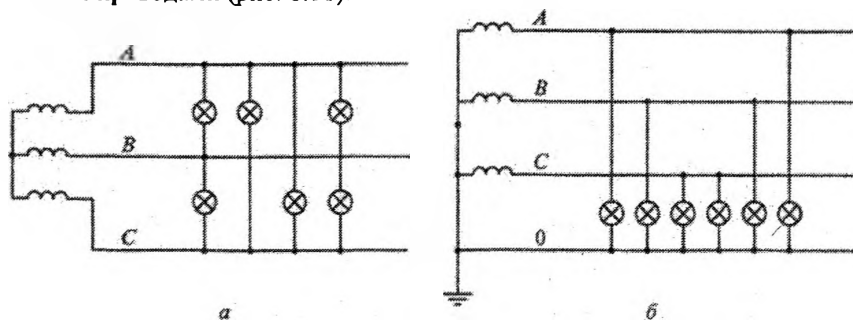


Рис. 6.11. Схеми приєднання ламп розжарювання до мережі з лінійною (а) і фазною (б) напругою

В освітлювальних електроустановках промислових підприємств застосовуються дистанційне та автоматичне керування, якщо це необхідно за умовами роботи або з метою забезпечення безпеки людей.

6.7. Схеми включення люмінесцентних ламп

Люмінесцентні лампи можуть включатися в електричну мережу по стартерній або безстартерній схемах запалювання.

При включенні ламп по стартерній схемі запалювання (рис. 6.12) як стартер використовується газорозрядна неоновая лампа із двома (рухомим та нерухомим) електродами.

Люмінесцентна лампа включається в електричну мережу тільки по-спідовно з баластовим опором, що обмежує зростання струму в ній та у такий спосіб запобігаючи її руйнуванню. У мережах змінного струму як баластовий опір застосовують котушку з великим індуктивним опором — дросель.

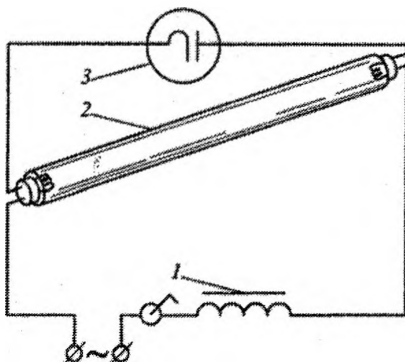


Рис. 6.12. Принципова схема включення люмінесцентної лампи зі стартерним запалюванням: 1 — дросель; 2 — лампа; 3 — стартер

Запалювання люмінесцентної лампи відбувається в такий спосіб. При включенні лампи між електродами стартера виникає тліючий розряд, його теплота нагріває рухомий біметалічний електрод, і при досягненні певної температури нагрівання він, вигинаючись, замикається з нерухомим, створюючи електричний ланцюг, по якому буде протікати струм, необхідний для попереднього підігріву електродів лампи. Цей підігрів полегшує вихід електронів з електродів лампи та початок електричного розряду в її колбі.

Під час проходження струму в ланцюзі електродів лампи розряд у стартері припиняється, внаслідок чого його рухомий електрод остигає та, розгинаючись, повертається у вихідне положення, розриваючи при цьому електричний ланцюг лампи. При цьому до напруги мережі додається ЕРС (електрорухома сила самоіндукції) дроселя, і виниклий у дроселі імпульс підвищеної напруги викликає дуговий розряд у лампі і її запалювання. З виникненням дугового розряду напруга на електродах лампи знижується настільки, що виявляється недостатньою для виникнення

гліючого розряду між паралельно з'єднаними з ними електродами стартера. Якщо запалювання лампи не відбувається, на електродах стартера з'являється повна напруга мережі та весь процес повторюється.

Для включення люмінесцентних ламп застосовуються спіральні стартери та більш надійні безстартерні пускорегулюючі апарати (ПРА), що представляють собою комплектні пристрої, які забезпечують надійне запалювання та нормальну роботу ламп, підвищення коефіцієнту їхньої потужності та зниження пульсацій світлового потоку. У ПРА встановлюються також пристрої, що придушують перешкоди радіоприймача.

6.8. Схеми включення дугових ртутних ламп

ДРЛ включаються в електричну мережу напругою 220 В через підпалювальний пристрій, який подає імпульс високої напруги (рис. 6.13). Підпалювальний пристрій складається з розрядника, селенового випрямляча, зарядного резистора та конденсаторів С1 і С2.

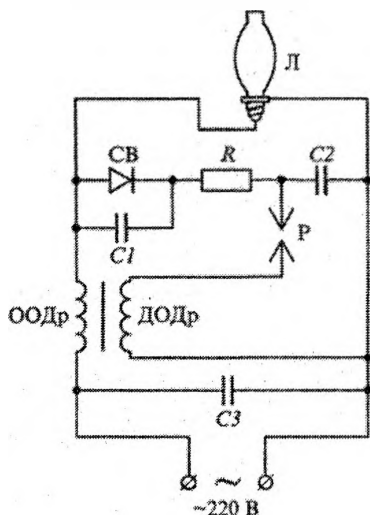


Рис. 6.13. Схема включення ДРЛ:

Л — лампа; СВ — селеновий випрямляч (діод); R — зарядний резистор; C1, C2, C3 — конденсатори; P — розрядник; ООДр — основна обмотка дроселю; ДОДр — додаткова обмотка дроселю

Дросель у схемі служить для запалювання лампи, запобігання різкого зростання струму в лампі, а також для стабілізації режиму її горіння.

Запалювання лампи відбувається таким чином. При включенні лампи струм, проходячи через випрямляч і зарядний резистор, заряджає конденсатор С2. Коли напруга на конденсаторі досягає приблизно 200 В, відбувається пробій повітряного проміжку розрядника та конденсатор С2 роз-

ряджається на додаткову обмотку дроселя, у результаті чого в його основній обмотці створюється підвищена напруга, імпульсом якої і запалюється лампа. Щоб захистити випрямляч від імпульсу високої напруги, використовують конденсатор $C1$, а для придушення перешкод радіоприйому, створюваних підпалювальним пристроєм при запалюванні лампи, — конденсатор $C3$. Чотириелектродна ДРЛ включається в мережу по спрощеній схемі, у якій відсутній підпалювальний пристрій, але є дросель і конденсатор, які виконують ті ж функції, що і у схемі включення двоелектродної ДРЛ.

6.9. Схеми керування освітленням

У виробничих будинках застосовуються місцеве, централізоване, дистанційне та автоматичне керування освітленням. Для окремих приміщень або груп приміщень можуть застосовуватися сполучення цих видів керування.

Місьцеве керування освітленням здійснюється легкодоступними для користування вимикачами, перемикачами або іншими простими апаратами, установлюваними в середині освітлюваних приміщень або біля входів у ці приміщення.

Для протяжних приміщень, наприклад тунелів, галерей, коридорів, що мають два та більше входи, буває необхідно включати та виключати освітлення від кожного із входів. У цих схемах керування (рис. 6.14) використовуються одно- і двополюсні перемикачі на два напрямки без нульового положення.

Для більшого числа місць керування в схему вводяться додаткові перемикачі 2, що включають у розрив ліній, що з'єднують перемикачі 1 та 2.

У великих виробничих приміщеннях установлювати велику кількість вимикачів складно та незручно, тому в таких приміщеннях передбачають централізоване керування освітленням від групових шитків з використанням апаратів керування автоматичних вимикачів шитків, що захищають групові лінії.

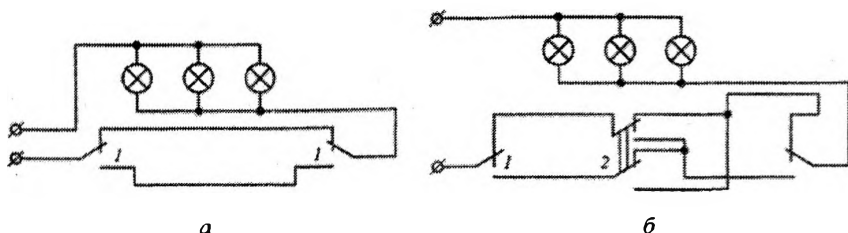


Рис. 6.14. Схеми керування освітленням із двох (а) і трьох (б) місць:
1, 2 — перемикачі

У великих виробничих будинках, де загальне освітлення здійснюється від декількох підстанцій, за умовами виробництва буває недоцільно управляти освітленням окремих ділянок будинку з декількох місць. У цих випадках застосовують дистанційне керування загальним освітленням з одного місця, де постійно чергує обслуговуючий персонал. Дистанційне керування освітленням здійснюється магнітними пускатчами або контакторами, установленими на щитах станцій керування (ЩСК) або в шафах керування (ШК) і включеними у ланцюги лінії живильної освітлювальної мережі. Характерну принципову схему дистанційного керування однією живильною лінією наведено на рис. 6.15.

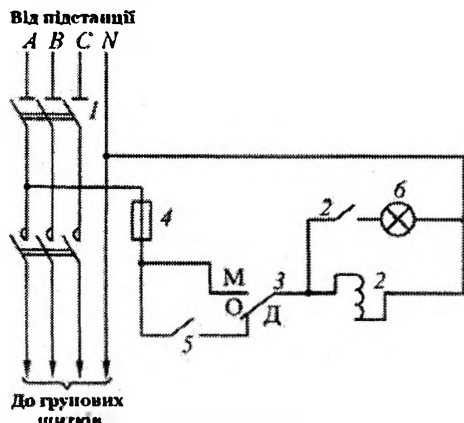


Рис. 6.15. Принципова схема дистанційного керування освітленням:

- О, М, Д — положення вибіркового перемикача; 1 — головний автомат;
- 2 — котушка та контакт магнітного пускача; 3 — вибіркового перемикача;
- 4 — запобіжник; 5 — вимикач дистанційного керування; 6 — сигнальна лампа

Вибірковий перемикач 3 служить для випробування магнітного пускача з місця його установки (положення М) і при необхідності може використовуватись для місцевого керування освітленням, а в положенні О для відключення освітлення.

Для перевodu схеми на дистанційне керування вибіркового перемикача 3 установлюється в положення Д. Дистанційне включення та відключення освітлення з пункту керування виконується вимикачем 5, а про роботу освітлення в пункті керування свідчить горіння сигнальної лампи 6.

У схемі дистанційного керування замість вимикача 5 можна використати реле фотоелектричного автомата, що буде включати або виключати освітлення відповідно до зміни природної освітленості.

Для автоматичного керування освітленням у під'їздах, на сходових клітках, у житлових будинках випускаються увідно-розподільні пристрої з фотоелектричними датчиками.

6.10. Схеми живлення та розподільні пристрої освітлювальних електроустановок

До освітлювальних електроустановок пред'являються наступні основні вимоги: надійність і безперебійна робота всіх елементів, забезпечення необхідного рівня освітленості приміщень і робочих місць, зручність і безпека обслуговування та ремонту приладів, світильників та апаратів. Виконання цих вимог у відомій мері залежить від прийнятої схеми живлення освітлення.

У цехах промислових підприємств, де живлення освітлювальних електроустановок здійснюється від загального трансформатора вбудованої цехової підстанції, використовуються кілька схем. Якщо освітлювальна електроустановка складається з невеликого числа ламп робочого освітлення, то застосовується схема її живлення по одній магістралі.

При необхідності живлення потужної освітлювальної електроустановки по декількох магістралях застосовують схему, наведену на рис. 6.16, у якій живлення від ящика 3 підводять до магістрального щитка 9, а від нього відходять кілька магістральних ліній.

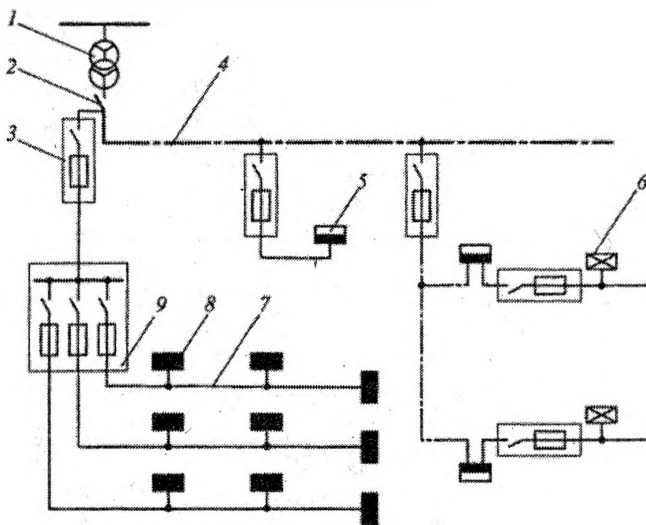


Рис. 6.16. Схема живлення освітлення з магістральним розподільним щитком: 1 — трансформатор; 2 — головний автомат; 3 — ящик з комутаційними та захисними апаратами; 4 — головна магістраль; 5 — силовий розподільний щит; 6 — груповий щиток аварійного освітлення; 7 — магістраль робочого освітлення; 8 — груповий щиток робочого освітлення; 9 — магістральний щиток

Прийом і розподіл електроенергії в освітлювальних електроустановках здійснюється за допомогою спеціальних щитків, шаф та ввідно-

розподільних пристроїв, оснащених апаратами для комутації та захисту магістральних і групових ліній, а також лічильниками для обліку витраченої електроенергії.

Щитки, що застосовуються в освітлювальних електроустановках житлових будинків та встановлюються на стіні, діляться на дві групи: квартирні (ЩК) і поверхові (ЩП).

Відно-розподільний пристрій ШВР-5 являє собою закриту зварену металеву шафу з верхнім і нижнім відділеннями (рис. 6.17), у яких встановлюються апарати захисту (автомати АБ-25), апарати відключення (автомати АЗ163), прилади обліку споживаної електроенергії (лічильник типу СА-4), пристрій автоматичного керування освітленням під'їздів і сходових кліток, що складається з фотовимикачів ФСК-2 і магнітного пускача ПМІ-1. Відно-розподільний пристрій ШВР-5 служить для прийому, розподілу та обліку освітлювальних і силових навантажень у житлових будинках і суспільних будинках, електропостачання яких здійснюється від чотирипровідних електричних мереж 380/220 В та 220/127 В із глухозаземленою нейтраллю.

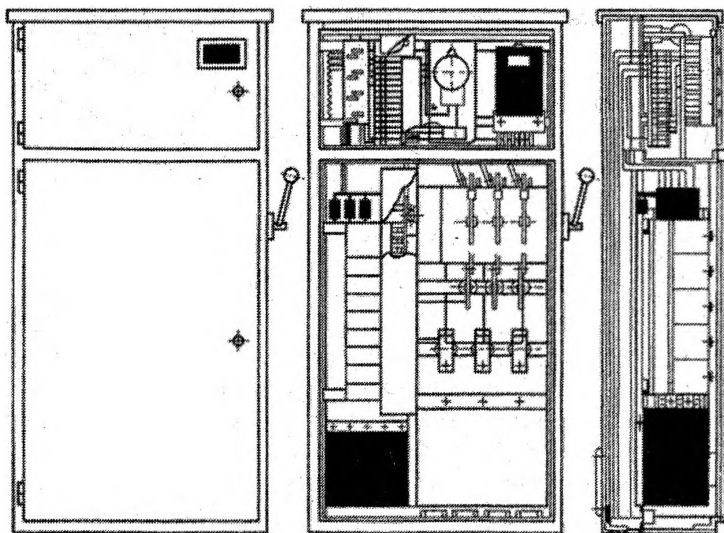


Рис. 6.17. Зовнішній вигляд і розрізи відно-розподільного пристрою ШВР-5 освітлювальної електроустановки житлового будинку

В електроустановках промислових підприємств і суспільних будинків застосовуються щитки промислових серій ОЩВ та ОПВ (рис. 6.18) і конструктивно більш складні відно-розподільні пристрої, розраховані на більші номінальні струми введення.

Щиток ОЩВ являє собою металевий начіпний ящик розміром 500×400×150 мм зі змінною верхньою та нижньою кришками, через які вводяться живильні та виводяться лінії, що відходять. У ящику на змінному шасі встановлені прилади, що відключають, рукоятки яких виступають за межі лицьової панелі. Ящик закривається дверцятами, укріпленими на його фасадній частині.

Щиток виготовляється на 6 та 12 однофазних груп, оснащених автоматичними вимикачами А3163 з тепловими розчіплювачами на 15, 20 або 25 А, до яких приєднуються лінії, що відходять, які живлять окремі групи світильників. До ввідних затисків щитків ОЩВ допускається приєднувати проводи з перерізом до 50 мм², а до затисків ліній, що відходять, — проводи перерізом до 10 мм².

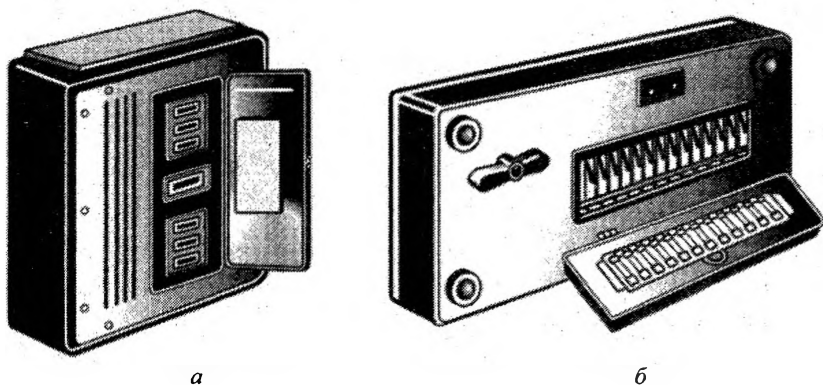


Рис. 6.18. Щитки промислових серій ОЩВ (а) і ОПВ (б)

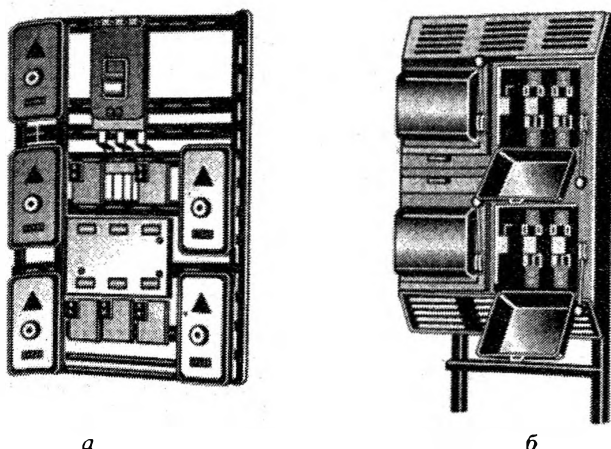
Щиток ОПВ являє собою металевий ящик розміром 500×260×140 мм, укомплектований автоматичними вимикачами АБ-25 і пакетним вимикачем на ввіді, рукоятка якого виведена на фасадну стінку ящика. До ввідних затисків щитків ОПВ допускається приєднувати проводи з перерізом до 50 мм², а до затисків ліній, що відходять, — проводи з перерізом до 6 мм². Такі щитки виготовляються на 6 та 12 однофазних груп.

Як ввідно-розподільні пристрої освітлювальних електроустановок промислових підприємств і суспільних будинків застосовують комбіновані щити, розподільні блокові пункти та шафи.

Комбінований щит типу ЩК (рис. 6.19, а) являє собою зварену металеву підвісну раму, на якій змонтовані щитки та апарати різного призначення. Основним достоїнством комбінованих щитів є можливість легкої заміни кожного із його складових елементів у випадку їхнього виходу з ладу або зміни схеми електроживлення освітлювальних електроустановок.

Блоковий розподільний пункт (рис. 6.19, б) комплектується із блоків запобіжників-вимикачів (БЗВ), що випускають на струми 100, 200, 400,

600, 1000 А. У цих блоках запобіжники ЗН-2 виконують як комутаційні, так і захисні функції.



а
б
Рис. 6.19. Комбінований щит типу ЩК (а)
і блоковий розподільний пункт БРП-4 (б)

Блокові розподільні пункти зручні в експлуатації, тому що не містять складних комутаційних і захисних апаратів, а також безпечні в обслуговуванні завдяки наявності в кожному БЗВ блокування між їхніми дверцятами та рукояткою, тобто дверцята блоку відкриваються тільки при відключеній рукоятці.

У потужних освітлювальних електроустановках великих промислових підприємств застосовуються розподільні шафи серій СП і СПУ (рис. 6.20), які виготовляються з листової сталі товщиною 1,5—2 мм. В середині корпусу такої шафи розташовується знімна рама, на якій монтується вимикач, запобіжники ліній, що відходять, а також розподільної та живильної шини. Розподільні шини розташовуються на ізоляторах горизонтально одна над другою і служать для установки на них верхніх контактних стійок запобіжників однієї фази. Контактні стійки закріплюються на шинах здвоєними гайками та спеціальними притисковими шайбами, що дозволяє в процесі експлуатації підтягувати їх з лицьової сторони шафи.

Нижні контактні стійки запобіжників монтується на ізоляторах, закріплених на поперечках рами. Запобіжники однієї фази в цьому випадку розташовуються горизонтально.

Усередині корпусу на бічних стінках є скоби для кріплення кабелів, а на задніх — профільні конструкції зі спеціальним кріпленням для проводів ліній, що відходять від запобіжників. Внизу корпусу перебувають нульова шина та перфорована поперечка для кріплення підходящих до шафи кабелів або туб із проводами.

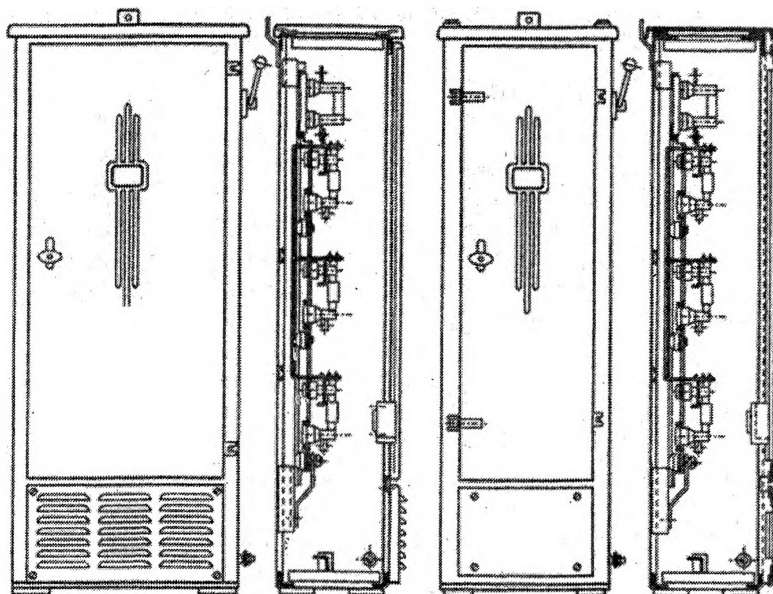


Рис. 6.20. Зовнішній вигляд і розрізи розподільних шаф серій СП і СПУ

Знімно-блокована рукоятка вимикача, виведена через отвір в одній з бічних стінок шафи, знімається тільки при відключеному вимикачі.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке освітлювальні електроустановки?
2. Перелічіть пристрої для приєднання джерел світла до електричної мережі.
3. Яка основна вимога до освітлення?
4. Які види освітлення ви знаєте?
5. На які основні групи підрозділяються джерела світла?
6. Як працює лампа розжарювання?
7. Поясніть принцип роботи ДРЛ.
8. Як працюють люмінесцентні лампи?

Розділ 7. МОНТАЖ СВІТИЛЬНИКІВ, ЕЛЕКТРОУСТАНОВЛЮВАЛЬНИХ ВИРОБІВ ТА ЦИТІВ

7.1. Монтаж світильників

Монтаж світильників, вимикачів, перемикачів, штепсельних розеток та інших приладів здійснюється після виконання в приміщенні всіх оздоблювальних і малярських робіт.

Висока температура лампи розжарювання викликає нагрівання самого світильника та перегрів ізоляції його проводів і може призвести до теплового пробою — явищу теплового руйнування діелектрика (розплавлюванню та ін.). Тому зарядка світильників виконується проводами високої нагрівостійкості (200—250 °С). Ізоляція цих проводів складається із фторопласта або фторопластових стрічок у комбінації з опліткою зі скловолокна.

У деяких конструкціях проводів поверх їхньої основної ізоляції наноситься ще захисна оболонка з капронових або скляних ниток.

Кінці фазних і холостих жил проводів при зарядці світильників приєднуються до голівок, а кінці нульових проводів — до гвинтових гільз лампових патронів.

Зарядні проводи у світильниках не повинні натягатися та піддаватися механічним ушкодженням; повинні бути пропущені через підвісні штанги, кронштейни та ланцюги; сполука їх усередині труб заборонена.

Зарядка світильників, призначених для монтажу у вибухонебезпечних приміщеннях, виконується трьома проводами: два проводи (фазний і нульовий) підключаються до патрона, а третім заземлюється корпус. При цьому фазний провід повинен бути приєднаний до центрального контакту патрона, а нульовий — до обойми з різьбленням.

Заряджати світильники треба проводами з мідними жилами марок ПРКС або ПРЕЗ із перерізом 1,5 мм² і термостійкою ізоляцією. Проводи та кабелі з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією через їхню недостатню теплостійкість застосовувати для зарядки світильників не треба. Довжина проводу, заготовлюваного для зарядки світильника, повинна бути такою, щоб з вільного кінця трубного кронштейна або підвісу виступало не менше 230 мм, а в середину світильника заходило 80 мм.

Освітлювальні арматури жорстко закріплюють на трубних кронштейнах або підвісах, які одночасно служать для захисту проводів. Трубні кронштейни та підвіси із установленими на них світильниками жорстко кріпляться на стінах, колонах і стелях.

При розміщенні та установці світильників особлива увага повинна звертатися на зручність і безпеку їхнього обслуговування.

У кожному разі вони повинні бути доступні для обслуговування зі сходів-драбин, телескопічних підйомників, спеціальних світлотехнічних містків або мостових кранів з дотриманням всіх правил техніки безпеки.

Світильники, що обслуговують зі сходів-драбин, не рекомендується розташовувати над громіздким устаткуванням, відкритими стрічками транспортерів, а також в інших місцях, де утруднена їхня установка, і вище 5 м від підлоги. При використанні мостових кранів світильники не повинні перебувати на відстані менше 1,8 м над настилом крана.

Конструкція самого світильника та спосіб прокладки групової мережі визначає вибір виду кріплення світильників, основними з яких є: підвіска на гак або шпильку; установка на кронштейні, трубчастому підвісі або стійці; установка на освітлювальних коробах і шинопроводах; підвіска на тросі або тросовому проводі; вбудовування в підвісну стелю; закріплення на підрозетнику.

Підвіска світильників на гак або шпильку застосовується в основному в житлових, адміністративних і суспільних будинках. При відкритій і схованій проводках у будинках з пустотними залізобетонними плитами перекриття для підвіски світильників масою до 15 кг застосовуються гаки В623Б і шпильки В632А, а для підвіски блоків світильників масою до 30 кг — шпильки серії ШБП.

Кріплення світильників масою до 5 кг до суцільних плит перекриття здійснюється за допомогою гаків В625 або шпильок В626, що закладають у готові отвори в період будівництва будинку до укладки чорнової підлоги розташованого вище поверху. Якщо в панелях перекриття відсутні отвори для установки наскрізних гаків або шпильок, то замість них можуть використовуватися серги з гаками (виробу МЕЗ), які приварюються до арматур залізобетонних плит (рис. 7.1).

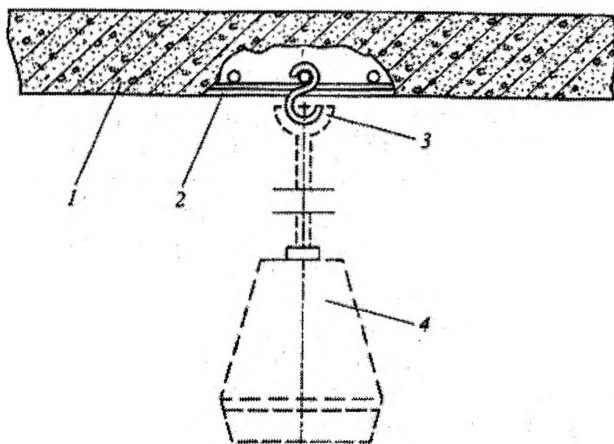


Рис. 7.1. Установка гака приварюванням до арматур перекриття: 1 — перекриття; 2 — арматура металева; 3 — гак; 4 — світильник

У великопанельних житлових будинках з електропроводкою в замоноличених пластмасових трубах для кріплення та підключення світильників масою до 15 кг використовуються стельові коробки ЛД254 з гаками Л249 (рис. 7.2), які замоноличуються, а після підключення світильників закриваються декоративними кришками.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки (квартирах, житлових кімнатах, гуртожитках, невеликих суспільних будинках та ін.) світильники не заземлюються, тому гаки, встановлені в залізобетонних перекриттях, повинні бути ізольовані, а пристосування для підвіски світильників — мати ізолюючі кільця. Ці міри запобігають випадковому з'єднанню металевих неструмоведучих частин світильника із заземленими металевими арматурами плит перекриття.

Після підвіски та приєднання світильника до проводів групової мережі з використанням люстрового затиску отвір закривається стельовою розеткою, що входить у його комплект, а при відсутності останньої — стельовою розеткою серії РС, що закріплюють на гаку або шпильці.

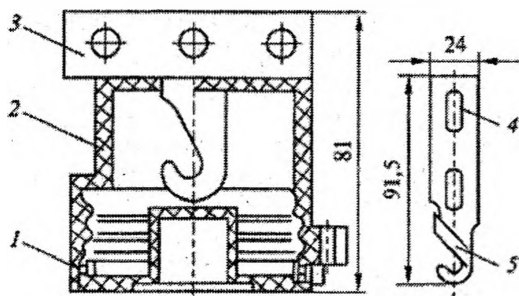


Рис. 7.2. Конструкція стельової коробки ЛД254:
1 — кришка; 2 — корпус; 3 — планка анкерна; 4 — гак Л249;
5 — ізоляційний ковпачок

Одним з розповсюджених способів безпосереднього кріплення світильників з люмінесцентними лампами до стін і стелі є застосування конструкції зі смугової сталі (виробів МЕЗ) із впресованими або привареними до неї болтами, розташованими відповідно до кріпильних отворів світильника, або на дюбелях-гвинтах ДГ-М8.

Підвіска складних багатолампових люстр у високих приміщеннях суспільних будинків виконується до несучих конструкцій перекриття або будівельних конструкцій горища. Страхівка підвіски здійснюється сталевим тросом, що кріпиться до штанги або корпусу люстри.

При обслуговуванні цей трос використовується для підйому та опускання люстри до рівня підлоги за допомогою лебідки, яка встановлюється, як правило, на горіщній площадці.

Установка світильників на кронштейнах, стійках, підвісах. Кріплення світильників на стінах, колонах, фермах і площадках здійснюється за допомогою різних видів кронштейнів і стійок. Наприклад, для установки на стінах і колонах світильників з лампами накаливання та ДРЛ масою до 10 кг застосовуються кронштейни У116. Кріплення основи кронштейну до будівельних конструкцій виконується болтами, приваркою або пристрілюванням. Установка світильників із ДРЛ масою до 6 кг на спеціальних електротехнічних містках у цехах промислових підприємств виконується за допомогою поворотних кронштейнів К290, К291 і К292 (рис. 7.3), які кріпляться до поручнів містка спеціальним тримачем і скобою.

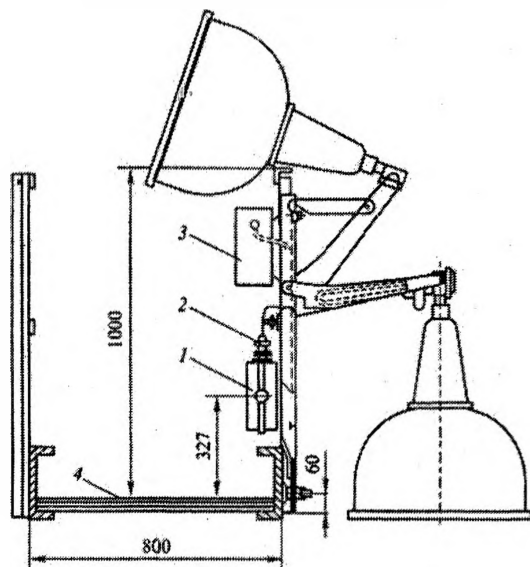


Рис. 7.3. Установка світильника із ДРЛ на містку за допомогою кронштейна К290:
 1 — коробка відгалужуюча; 2 — штепельне рознімання;
 3 — пусковий регулюючий апарат; 4 — настил містка

Для кріплення світильників з нарізним з'єднанням масою до 6 кг до поручнів або огорожень містків, площадок, переходів застосовуються стійки К987 зі сталеві труби висотою 2320 мм.

Особливості монтажу світильників з люмінесцентними лампами. Світильники з люмінесцентними лампами мають значну довжину та відносно невелику потужність, тому їх встановлюють у безперервні освітлювальні лінії або лінії з невеликими розривами. Для зменшення кількості ліній світильники встановлюють у два ряди.

Одиночні люмінесцентні світильники на стінах і колонах встановлюються за допомогою кронштейнів. Також для установки як одиночних,

так і груп світильників застосовуються трубні підвіси, штанги, підвіси із профілів і куточків, типові гнуті перфоровані профілі, що полегшують монтаж, тому що в цьому випадку зменшується число кріплень підвіски та забезпечуються прямотинійність світної лінії та можливість знімання та установки світильника без розбирання.

Більш досконалий спосіб установки люмінесцентних світильників різних типів — це підвіска їх на магістральних освітлювальних коробах. Короба КЛ-1 (рис. 7.4) і КЛ-2 призначені відповідно для однорядної та дворядної підвіски люмінесцентних світильників і прокладки в них проводів живильної мережі. Загнуті в середину краї коробу утворюють канали для проводів. Світильники підвішуються на спеціальних тримачах, що поставляються комплектно з коробом і закріплюються на нижній його частині. Тримачі можна переміщати уздовж короба, що дозволяє підвісити світильник у будь-якому місці. Відгалуження проводів до світильників від живильної магістралі роблять усередині короба в малогабаритних стисках без розрізування магістралі. Введення проводів виконується із крайнього торця через приварені заглушки або знизу короба.

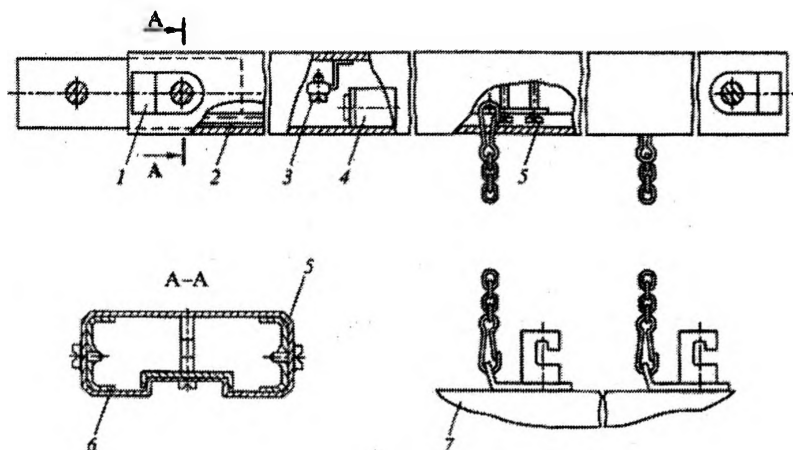


Рис. 7.4. Короб КЛ-1 для однорядної підвіски світильників:
 1 — планка; 2 — кришка; 3 — нульовий затиск; 4 — малогабаритний стиск;
 5 — тримач; 6 — сполучна скоба; 7 — світильник

Окремі секції коробів (по 2 м кожна) за допомогою скоб і гвинтів можна з'єднувати в безперервну лінію необмеженої довжини. Комплектно з коробами поставляються типові деталі для їхньої установки (тросові підвіски, скоби, кронштейни), за допомогою яких вони закріплюються та підвішуються до перекриттів, балок, колон, стін, ферм.

Тримачі світильників у коробах мають ланцюжки або підвіски у вигляді зчеплених дротових ланок, які дозволяють опускати світильники для

обслуговування, зміни ламп, ремонту. Заземлення здійснюється приєднанням заземлюючого проводу до привареного в середині короба затиску.

На рис. 7.5 показано варіант кріплення люмінесцентного світильника за допомогою кронштейна (виробу МЕЗ) на стіні, колоні, площадці та ін.

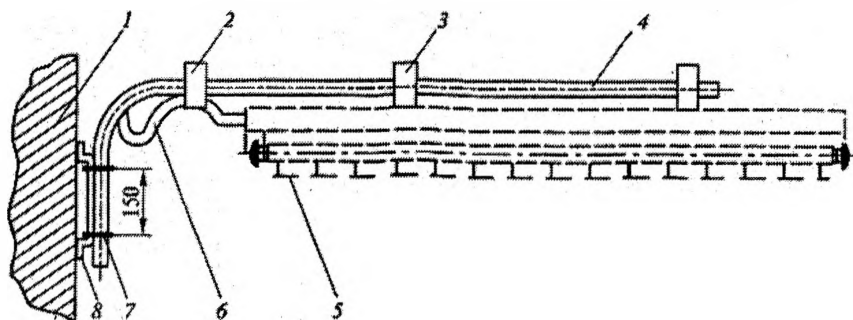


Рис. 7.5. Кріплення люмінесцентного світильника за допомогою кронштейну: 1 — будівельна основа; 2 — перфорована стрічка із кнопкою; 3 — підвіс для кріплення світильника до кронштейну; 4 — кронштейн; 5 — світильник; 6 — провід (кабель) для підключення світильника; 7 — хомут кріплення кронштейну; 8 — трубний тримач

Кронштейн, виконаний із труби, може бути поворотним, що важливо, наприклад, при установці світильників на площадках або в проїздах, тому що при необхідності їх тимчасово можна розвернути уздовж стін і тим самим запобігти можливим ушкодженням.

Кріплення світильників на тросі. При виконанні електропроводок спеціальними проводами марки АРТ з вбудованим несучим тросом світильники масою до 5 кг кріпляться на відгалужуючих тросових коробках У230 або У231 (рис. 7.6, а), а при використанні кабелю на окремому несучому тросі (дроті) — на відгалужуючих коробках У245 або У246 у комплекті з гаком У247.

У випадку виконання тросових електропроводок у виробничих приміщеннях кабелем з використанням відгалужуючих коробок КОР-73 або У409 світильники масою до 15 кг кріпляться на підвісах К354 (рис. 7.6, б). Такий підвіс має дві виштампувані лапки, призначені для закріплення його на тросі діаметром 6—8 мм. Для кріплення на підвісі коробки КОР-73 служать два отвори, розташовані під кутом 45° на відстані 92 мм один від одного, а коробки У409 — два отвори, розташовані по вертикалі на відстані 120 мм. Заміна коробок і світильників виконується без зняття підвісу із троса.

Установка світильників на освітлювальному шинопроводі. До освітлювального шинопроводу ШОС-67 світильники підвішуються за допомогою хомути з гачком К470 (рис. 7.7).

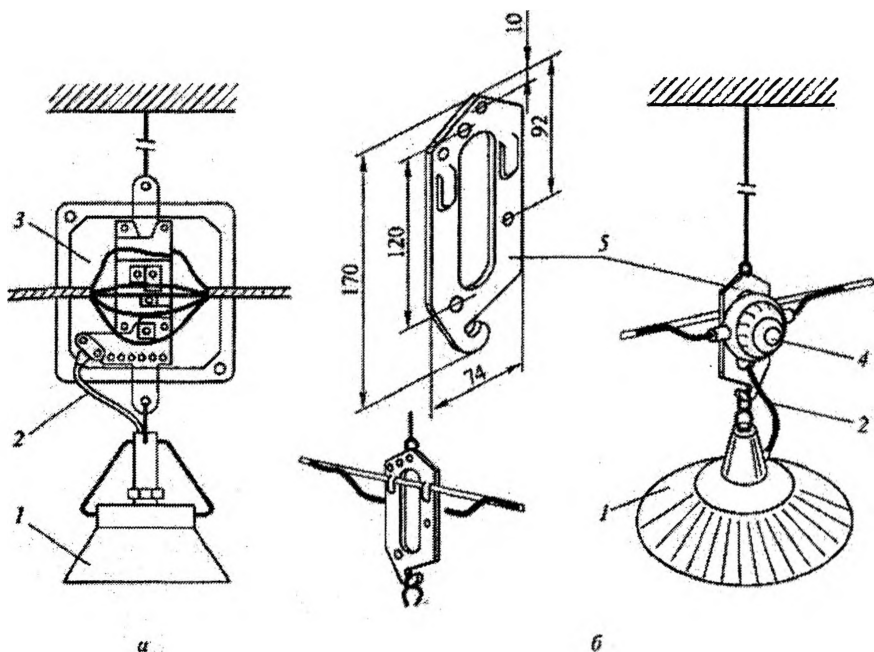


Рис. 7.6. Кріплення світильників на несучому тросі з використанням коробки У230 (а) і підвісу К354 (б):
 1 — світильник; 2 — провід для підключення світильника;
 3 — коробка У230; 4 — коробка КОР-73; 5 — підвіс К354

При прокладці ШОС-67 по стінах і нижньому поясі ферм світильники кріпляться до цих будівельних основ на кронштейнах. Приєднуються світильники до шинопроводу за допомогою штепселів типу У1634-1 та У1634-2 на 10 А, заряджених гнучким шнуром ПВС $3 \times 0,75 \text{ мм}^2$, довжиною відповідно 1 та 2 м. Підключення штепселів до світильників варто виконувати в МЕЗ, при цьому необхідно строго дотримувати маркування на кінцях шнура (фаза, нуль, земля).

До освітлювального шинопроводу ШОС-80 світильники з максимальною масою до 2,5 кг можуть кріпитися як безпосередньо на коробі за допомогою закладеного гака У1922, так і на спеціальному штепселі У1919, призначеному також і для підключення встановленого на ньому світильника. Підключення світильників, що встановлюються на гаках У1922, виконується шнуром ПВС $3 \times 0,75 \text{ мм}^2$ довжиною 0,5 м (цим же шнуром заряджені штепселі У1919).

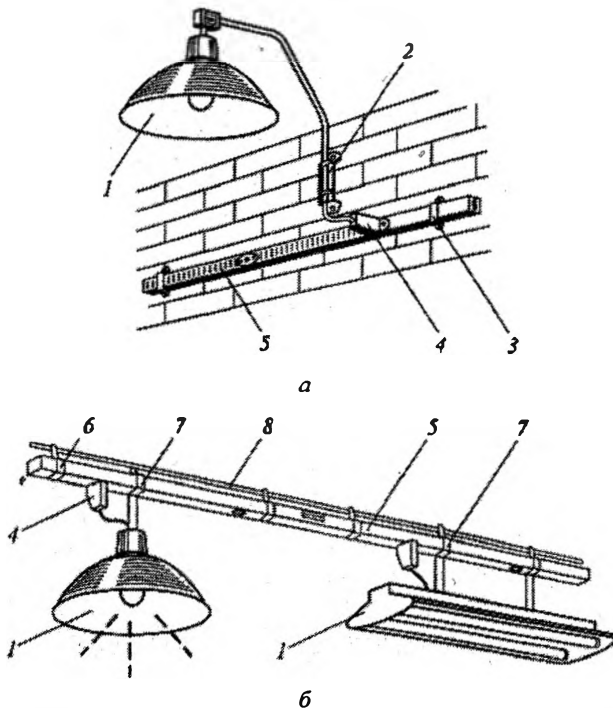


Рис. 7.7. Кріплення шинопроводу ШОС-67 безпосередньо на стіні (а)
і на попередньо натягнутому тросі (б):

- 1 — світильник; 2 — трубний тримач К939; 3 — скоба У474;
4 — штепсель У1634; 5 — ШОС-67; 6 — хомут для підвіски К544;
7 — хомут з гачком К470; 8 — трос

Монтаж світильників у підвісній стелі. Конструкція підвісних стель зазвичай диктується архітектурними міркуваннями, наприклад необхідністю вбудовування в них світильників.

При наявності над підвісною стелею технічного поверху, призначеного для розміщення санітарно-технічних пристроїв і комунікацій та маючого висоту, достатню для проходу людей, монтаж світильників виконується з урахуванням обслуговування їх при експлуатації зверху. При відсутності технічного поверху та наявності над підвісною стелею лише порожнини, достатньої для прокладки мереж і вбудовування світильників, останні встановлюють так, щоб їх можна було обслуговувати знизу.

Для розміщення вбудованих світильників з люмінесцентними лампами в підвісних стелях передбачаються отвори (прорізи) необхідної форми, обрамлені по периметру металевим профілем з куточка або інших конструкцій. Перевірений світильник встановлюють на обрамлення прорізу та

фіксують за допомогою чотирьох регульованих по висоті кріпильних скоб. На рис. 7.8 показано установку світильника стельового (СВС) з лампою розжарювання.

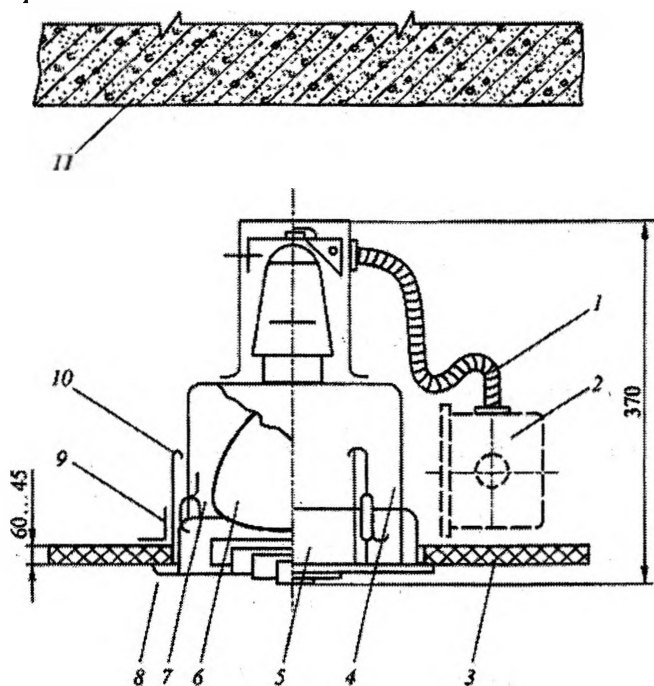


Рис. 7.8. Установка СВС:

- 1 — проводи в металорукаві; 2 — коробка відгалужуюча; 3 — підвісна стеля;
 4 — корпус світильника; 5 — основа світильника; 6 — лампа розжарювання;
 7 — пружинна засувка; 8 — проріз; 9 — куточок;
 10 — скоба з поздовжнім пазом; 11 — перекриття

Для доступу до відгалужуючої коробки, установлюваної на відстані 10—15 мм від краю отвору, досить відвести в крайнє положення пружинні засувки та вийняти корпус світильника через стаціонарно встановлену основу.

Приєднуються світильники до групової мережі гнучким мідним проводом, укладеним у металорукав, що з'єднує корпус світильника з відгалужуючою коробкою.

При виконанні підвісної стелі з тонких декоративних металевих листів вбудовані світильники кріпляться до її несучих конструкцій. У цьому випадку для доступу до відгалужуючої коробки та обслуговування світильників використовуються додаткові отвори, що закриваються знімними кришками з матеріалу підвісної стелі.

Особливості монтажу світильників у приміщеннях із вибухо- і пожежонебезпечними зонами. Вибухозахищені світильники не повинні мати тріщин на скляних захисних ковпаках та у литих корпусах або сальникових гайках ввідних пристроїв, а також раковин або поглиблень на поверхнях, що сполучаються. При прийманні в монтаж необхідно брати до уваги, що до кожної повної (25 шт.) або неповної партії світильників заводом-виготовлювачем повинні додаватися два ключі для їхнього розбирання та зборки.

Всі вибухозахищені світильники в середині ввідного пристрою мають ізоляційну колодку із двома контактними затисками для підключення фазних і робочого нульового проводів і неізольований заземлюючий затиск для підключення нульового захисного та заземлюючого провідників. Від колодки до патрона такі світильники заряджаються термостійким проводами марки ПРКА.

Установлювати ці світильники рекомендується одночасно із прокладкою живильної мережі. Під час монтажу вони разом з підвісами, кронштейнами, трубами та іншими кріпильними конструкціями закріплюються нерухомо на підтримуючих опорах до будівельних елементів будинків.

Вводи у світильники повинні виконуватися неброньованим трижильним кабелем (рис. 7.9) або трьома проводами у водогазопровідних трубах тих же марок, які застосовуються в групових мережах. У люмінесцентні світильники вводи здійснюються гнучким трижильним кабелем з мідними жилами, гумовою ізоляцією та оболонкою (наприклад, марки КПГН). Для ущільнення вводів кабелю світильники укомплектовуються гумовими ущільнювальними кільцями з одним отвором і кільцевими надрізами. Світильники доцільно поставляти для монтажу зі спусками та попередньо зарядженими в МЕЗ. Довжина проводів визначається відстанню від світильника до найближчої відгалужуючої коробки плюс 100 мм, які потрібні для виконання з'єднання.

У приміщеннях з будь-яким класом вибухонебезпечності та середовищем, для якого немає світильників необхідного рівня вибухозахисту допускається виконувати освітлення одним з наступних способів:

— через вікна, що не відкриваються, без фрамуг і кватирок зовні будинку (рис. 7.10), причому при одинарному склінні вікон світильники повинні мати захисне скло. У випадку установки світильників над підлогою або площадкою обслуговування на відстані менше 2,5 м їхня конструкція повинна виключати можливість доступу до лампи без застосування інструмента (викрутки, плоскогубців, спеціального ключа);

— через вентиляційні ліхтарі з подвійним склінням;

— за допомогою комплектних освітлювальних пристроїв (КОП) із щільними світловодами.

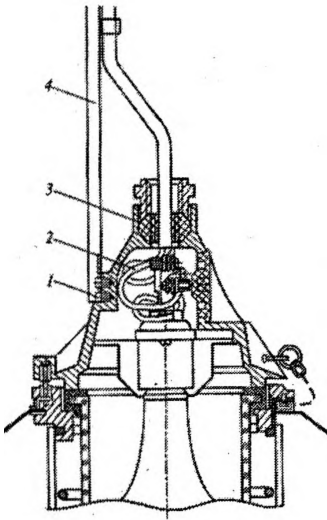


Рис. 7.9. Ввід кабелю у світильник Н4БН-150:
1 — болт кріплення світильника; 2 — жили кабелю; 3 — гумове кільце; 4 — монтажний профіль

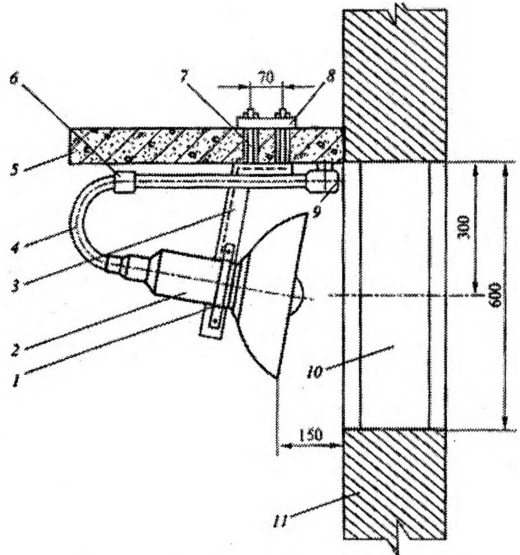


Рис. 7.10. Установка світильника під козирком перед віконним прорізом:
1 — скоба; 2 — світильник; 3 — підтримуюча конструкція; 4 — кронштейн; 5 — козирок; 6 — муфта трубна; 7 — шпилька; 8 — планка; 9 — коробка відгалужуюча; 10 — віконний проріз; 11 — стіна

Застосування КОП, що замінюють численні одиночні світильники, скорочує довжину освітлювальних мереж і значно знижує трудовитрати в зоні монтажу. Занулення та заземлення КОП виконуються відповідно до вказівок заводу-виготовлювача.

7.2. Монтаж пускорегулювальних апаратів

Освітлювальні установки з газорозрядними лампами значно складніше установок з лампами розжарювання. Сукупність всіх елементів схеми включення, що забезпечує запалювання та нормальну роботу лампи, що конструктивно оформлена в єдиний або кілька окремих блоків, називається **пускорегулювальним апаратом** (ПРА).

ПРА повинен забезпечувати надійне запалювання лампи, стабільність та оптимальність її потужності (світлового потоку), певний термін служби, компенсацію коефіцієнта потужності, придушення радіоперешкод, зменшення пульсації світлового потоку та безшумність у роботі. Крім того, конструкція ПРА повинна бути технологічною у виробництві, зручною для монтажу, огляду та ремонту.

За з'єднанням та призначенням розрізняють пускорегульовальні апарати так (у дужках дане їхнє позначення):

— стартерні, що складаються з баласту та пускового елемента — стартера і призначені для запалювання ламп за допомогою імпульсу підвищеної напруги, а також для стабілізації їхнього робочого режиму (УБ);

— безстартерні швидкого пуску, що складаються з баласту та пускового елемента і призначені для запалювання ламп із попередньо нагрітими електродами, а також для стабілізації їхнього робочого режиму (АБ);

— безстартерні миттєвого запалювання, що складаються з баласту та пускового елемента і призначені для запалювання ламп без попереднього нагрівання електродів підвищеною напругою, а також для стабілізації їхнього робочого режиму (МБ).

За конструктивним виконанням ПРА розділяються на вбудовані, призначені для установки в корпусі світильників (В), і незалежні, призначені для роздільної установки (Н).

Також ПРА можуть бути зі зниженим рівнем шуму (П), призначені для експлуатації в промислових адміністративних і житлових приміщеннях, і з особливо низьким рівнем шуму (ПП), використовувані в установках, до яких пред'являються відповідні вимоги.

Надійна робота освітлювальної установки з люмінесцентними лампами багато в чому визначається правильним підбором і ретельною перевіркою всіх її елементів у процесі монтажу, дотриманням правил експлуатації та своєчасним виявленням та усуненням несправностей.

Про наявність несправностей у світильнику в більшості випадків можна судити по режиму горіння ламп, наприклад:

— якщо при включенні світильника лампа не запалюється і на кінцях немає світіння, причинами цього можуть бути несправність у схемі світильника, низька напруга живильної мережі, поганий контакт між штирками лампи або штирками стартеру з контактами патрона або стартеротримача, обрив або перегорання електродів лампи, несправність стартеру;

— якщо катоди лампи розжарені, але лампа не запалюється та не мигає, причинами цього можуть бути помилки в схемі, несправність стартеру, пробій конденсатору придушення радіоперешкод, замикання на корпус, а в безстартерних схемах включення — низька напруга мережі, пробій резонансних конденсаторів або коротке замикання частини витків вторинної обмотки трансформатора, низька температура навколишнього середовища;

— якщо при включенні світильника спостерігається миготіння лампи, але лампа не запалюється, або є світіння тільки одного електрода, причинами цього можуть бути помилки в схемі, шунтування в ланцюзі або патроні з боку несвітлового електрода, замикання виводів електродів лампи;

— якщо лампа мигає та не запалюється, а при її установці в інший світильник з такою ж схемою включення горить нормально, можливими причинами цього можуть бути помилки в схемі, несправність стартеру

(не відповідність його параметрів лампі), низька напруга мережі, низька температура навколишнього середовища;

— якщо запалювання лампи відбувається нормально, а через кілька годин роботи по черзі чорніють її кінці, і вона більше не запалюється, можливе замикання на корпус світильника, несправність ПРА, несправність лампи;

— якщо при включенні лампи спостерігається швидке перегорання її катодів, причинами цього можуть бути несправність ПРА та замикання в схемі на корпус світильника;

— якщо при включенні світильника лампа нормально запалюється та гасне, потім знову запалюється та знову гасне, можливі несправність лампи або несправність стартеру.

7.3. Установка вимикачів, перемикачів, штепсельних розеток, дзвінків і лічильників

Вимикачі, перемикачі та штепсельні розетки встановлюються залежно від їхньої конструкції та прийнятого способу виконання проводки (рис. 7.11).

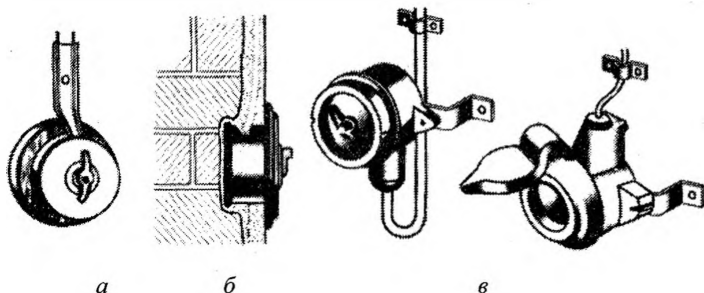


Рис. 7.11. Приклади монтажу настановних приладів:

- а* — вимикача при відкритій прокладці проводів марки АППВ; *б* — штепсельної розетки при схованій прокладці проводів у гумових напівтвердих трубах; *в* — вимикача та штепсельної розетки при проводці кабелем марки ВРГ у сирому приміщенні

Штепсельні розетки встановлюються на висоті 0,8—1 м від підлоги, а плінтусові — не вище 0,3 м. В останньому випадку рекомендується закривати їх захисними пристроями. У школах та інших дитячих установах штепсельні розетки встановлюються на висоті 1,5 м від підлоги. Від заземлених пристроїв (приладів опалення, трубопроводів та інших) штепсельні розетки повинні бути віддалені не менше ніж на 0,5 м.

Вимикачі встановлюються переважно біля дверних прорізів і включаються у фазні проводи мережі. Якщо приміщення відносяться до особ-

ливо сирих, а також пожежонебезпечних і вибухонебезпечних, і іскріння контактів при розриві електричного ланцюга може стати в них причиною пожежі або вибуху, вимикачі встановлюються поза цими приміщеннями.

Вимикачі та перемикачі встановлюються на висоті 1,5 м від підлоги (а в школах і дитячих установах — на висоті 1,8 м) і звичайно біля дверей з урахуванням напрямку їхнього відкривання.

Вимикачі та штепсельні розетки відкритого типу встановлюються на прикріплені до їхньої основи дерев'яних розетках діаметром 55—60 мм і товщиною не менше 10 мм. Вимикачі та штепсельні розетки схованого типу закріплюються в коробках, вмурованих у стіни або в гнізда циліндричної форми, за допомогою розпірних лапок. Для установки вимикачів і штепсельних розеток у стінові панелі та перегородки житлових будинків зашпаровують спеціальні заставні стакани з поліпропілену.

Електричні дзвінки випускаються двох типів:

- З — керовані шляхом включення незалежної (убудованої в магнітопровід котушки) допоміжної обмотки на напругу 36 В;

- ЗП — керовані шляхом прямого включення обмотки в мережу.

Для приєднання дзвінка до електричної мережі та кнопки на його корпусі є отвір для виводу проводів довжиною не менше 150 мм або затиски для їхнього підключення. При виводі проводів через отвір у металевому корпусі дзвінка використовуються ізоляційні втулки. Дзвінок прикріплюється до основи гвинтом або шурупом-дюбелем через наявний в його корпусі отвір. У комплект дзвінків типу З і ЗП, розрахованих на напругу 12, 24 та 36 В входить кнопка на напругу до 36 В, а в комплект дзвінків типу ЗП, розрахованих на напруги 127 та 220 В — спеціальна кнопка на напругу 250 В.

При використанні електричних побутових дзвінків прямого включення ЗП-220 виконання проводки для підключення кнопок треба здійснювати проводами, розрахованими на повну напругу живильної мережі (220 В).

Лічильники для обліку витрат електроенергії встановлюються в сухих опалювальних приміщеннях, доступних для обслуговування.

Електричні лічильники індивідуальних споживачів розміщуються звичайно в місцях введення електроенергії усередині приміщення. Квартирні лічильники встановлюються на сходовій клітці в поверхових щитках і шафах або безпосередньо у квартирах на квартирних щитках.

Лічильники розташовуються на висоті 1,4—1,7 м в середині шаф, що замикаються і мають вікна для зняття показань без відкривання дверей.

В установках комунального господарства лічильники розміщуються на ввідно-розподільних пристроях. Електропроводка до них виконується прихованою під штукатуркою в каналах будівельних конструкцій або відкритою в трубах. Для підключення лічильників залишають вільні кінці проводів довжиною 250 мм.

Для визначення енергії, витраченої за певний проміжок часу, потрібно з показів лічильника в кінці даного проміжку часу відняти його покази спочатку цього проміжку часу.

У колах змінного струму для обліку витраченої електричної енергії використовують однофазні та трифазні лічильники індукційної системи. У колах постійного струму застосовують електродинамічні, феродинамічні й інші лічильники.

Індукційний лічильник є підсумовуючим пристроєм. Основна відмінність його від стрілкового пристрою полягає в тому, що кут повороту його рухомої частини не обмежується пружиною, зростає, і покази лічильника підсумовуються. Кожному оберту диска лічильника відповідає певна кількість витраченої енергії.

На рис. 7.12 показано схему будови однофазного індукційного лічильника. Основними частинами його є алюмінієвий диск 6 з віссю 2, яка спирається на нижній підп'ятник, а зверху входить у підшипник, два електромагніти (послідовний і паралельний), гальмівний магніт 5 і лічильний механізм 4.

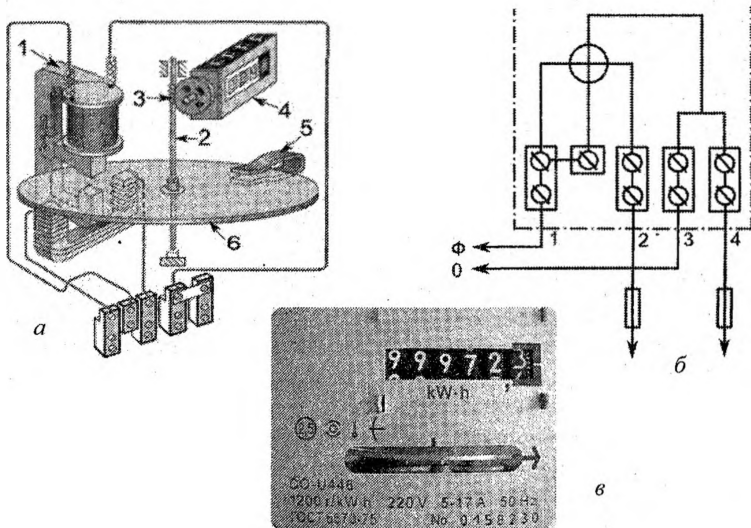


Рис. 7.12. Лічильник електричної енергії:

а — конструкція; *б* — схема; *в* — табличка лічильника;

1 — магнітна система; *2* — вісь; *3* — передаточні шестерні;

4 — лічильний механізм; *5* — гальмівний магніт; *6* — алюмінієвий диск

При вмиканні лічильника змінний струм проходить по обмотках електромагнітів і утворює магнітні потоки, які перетинають алюмінієвий диск й індують у ньому вихрові струми.

Вихрові струми в диску взаємодіють з магнітними полями електромагнітів, внаслідок чого диск обертається. Обертання диска через вісь і черв'ячну передачу передається лічильному механізму. Швидкість обертання диска пропорційна струму і напрузі, а число обертів диска пропорційне швидкості й часу його обертання.

У маркуванні лічильників букви і цифри означають: С — лічильник; О — однофазний; А — активної енергії; Р — реактивної енергії; 3 або 4 — для трипровідної або чотирипровідної мережі відповідно; У — універсальний; И — індукційної системи; 679, 672, 673 і т. д. — конструктивне виконання лічильника; П — прямострумовий (безпосереднього увімкнення); Т — тропічне виконання.

На шкалі лічильника зазначено його тип, номінальні значення струму та напруги. Лічильники випускають в основному на струм 5 А і напругу 127, 220 й 380 В для увімкнення безпосередньо або лише з трансформаторами струму, а також на 100 В для увімкнення з трансформаторами напруги. Тільки для безпосереднього увімкнення призначені лічильники, розраховані на струми 10, 20, 30, 50 А і напругою 127, 220 і 380 В.

У лічильниках затискачі позначаються буквами Г і Н та цифрами. Наприклад, трифазний лічильник типу СА3, схему вмикання якого показано на рис. 7.13, має три затискачі, позначені буквою Г (генератор), три буквою Н (навантаження) і три цифрами 1, 2, 3. Ці позначки нанесені на коробці затискачів. До затискачів, позначених буквою Г (генератор), приєднують проводи, що йдуть від джерела живлення (генератора), а до затискачів з позначкою Н — проводи, що йдуть до електроприймачів (навантаження). При вмиканні лічильника через трансформатор струму «генераторні» проводи підключають до затискачів И1, а «навантаженя» — до затискачів И2 трансформатора струму. Затискачі 1, 2, 3 — це затискачі обмоток напруги, до них приєднують проводи, що йдуть від фаз А, В, С або від затискачів вторинних обмоток трансформаторів напруги, що увімкнені на ці фази.

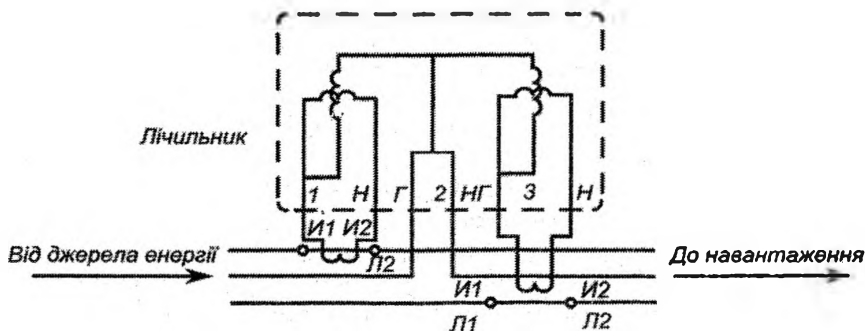


Рис. 7.13. Схема вмикання трифазного лічильника типу СА3

Вимірювання витрат електричної енергії у трифазних чотири провідних колах проводиться триелементним лічильником. Він має три електромагнітні системи (як у однофазного лічильника), які впливають на три диски, закріплені на одній осі з шестернею для приведення в дію лічильного механізму.

Підлягаючі заземленню металеві корпуси вимикачів, перемикачів і штепсельних розеток через заземлюючі гвинти приєднуються окремими проводами до нульового проводу електропроводки (пайкою або зварюванням).

7.4. Монтаж розподільних щитків

Розподільні щитки повинні бути розташовані в місцях, доступних для огляду та заміни запобіжників: у побутових приміщеннях на висоті 1,5—1,8 м, а у виробничих — на висоті 1,2—1,4 м у спеціальних нішах. Відстань від неізольованих струмопровідних частин щитка до неспальних (цегельних, бетонних) стін повинне бути не менше 15 мм, а до дерев'яних — не менше 50 мм. При установці щитків більших розмірів (600×500 мм і більше) відстань від щитка до стіни повинна бути не менше 240—250 мм. Відстань між голими частинами щитка, що перебувають під напругою, і його металевими неструмопровідними частинами повинна бути не менше 12 мм по повітрю та 20 мм по поверхні ізоляції.

Розподільні щитки, як правило, поміщають у сталеві ящики із сталевими або скляними дверцятами, що замикаються. Резервні ввідні отвори цих ящиків повинні бути закриті заглушками.

Установка щитків над віконними та дверними прорізами забороняється. В отвори для проходу проводів на фасадній і бічній панелях щитків вставляються ізолюючі втулки.

На панелях щитків наносяться написи, що вказують номер і призначення кожної лінії, що відходить, наприклад: «Аварійне освітлення шостого цеху», «Освітлення сходової клітки», «Освітлення 2-го поверху заводоуправління» та ін.

Після установки та закріплення щитка на місці до контактів його запобіжників приєднують проводи групових ліній.

Запобіжник — це електричний апарат, що здійснює автоматичне відключення електричного ланцюга при перевантаженні або короткому замиканні в установках низької та високої напруги. Запобіжник складається із плавкого металевого елемента (вставки у вигляді тонкого дроту або пластини) і корпусу з контактним пристроєм. Плавка вставка допускає тривале протікання струму, але при перевантаженні та короткому замиканні нагрівається до температури плавлення металу і, розплавляючись, розриває електричний ланцюг. Після спрацьовування запобіжника в ньому заміняється плавка вставка і він вручну включається в електричний ланцюг.

Плавкі вставки виготовляються зі сплаву свинцю з оловом, міддю та іншими металами (мідні вставки з метою усунення окислювання лудять). Вони мають малий опір і виконуються з малим поперечним перерізом. Більшість запобіжників має дугогасильні засоби в середині корпусу (фібру, кварцовий пісок). Струм, на який розрахована плавка вставка для тривалої роботи, називають номінальним струмом плавкої вставки $I_{вст}$, а на номінальний струм запобіжника I_3 розраховуються струмоведучі, контактні та дугогасильні частини запобіжника.

За конструктивним виконанням запобіжники діляться на трубчасті та пробочні. Для захисту освітлювальних установок застосовуються пробочні запобіжники із закритими корпусами, виконані з газогенерувального матеріалу — фібри, що, розкладаючись при підвищенні температури, виділяє газ, створюючи в трубці великий тиск і сприяючи гасінню дуги. Трубчастий запобіжник складається із плавкої вставки, розрахованої на номінальні струми від 15 до 1000 А і укладеної в середині фібрової трубки. Трубка армована кінцевими латунними кільцями з різьбленням, на які нагвинчуються латунні ковпаки, що замикають контакти.

Проводи живильної лінії, що відходять до споживачів, приєднуються за щитком до контактних виводів запобіжників (фазні проводи — до центральних контактів запобіжників). У мережах напругою 380/220 В для розподілу та обліку електроенергії та у межах одного поверху застосовуються поверхові щитки типу ЩУЕ. Включення та відключення окремих груп, що відходять від них, проводів освітлювальної мережі виконуються пакетними вимикачами, розташованими в окремій секції щитка.

Пакетні вимикачі служать для перемикачів у ланцюгах постійного і перемінного струму (при номінальних значеннях до 100 А) як пускачі електродвигунів малої потужності та для включення навантаження в різних автоматичних схемах. Пакетні вимикачі мають рухомі та нерухомі контакти, що перебувають між ізоляційними дисками. Натискання відбувається за допомогою пружних рухомих контактів. Дуга, що виникає при замиканні та розмиканні контактів, гаситься в закритій кришкою камері. Механізм миттєвого перемикачів, що представляє собою заводну пружину, забезпечує більшу швидкість розмикання контактів.

Пакетні вимикачі випускаються на напругу 250 В постійного і перемінного струму 10, 25, 60 та 100 А і розраховані на 10000—20000 перемикачів без навантаження при швидкості не більше 60 перемикачів у хвилину.

Монтаж розподільних шаф і щитів, що надійшли із заводу повністю зібраними, починають із установки їх на фундаментній рамі, заздалегідь підготовленої в процесі будівельних робіт.

Шафи та щити повинні розташовуватися строго вертикально та міцно прикріплюватися до рами, стіни або інших конструкцій відповідно до проекту та за вказівками заводу-виготловача. На час монтажу розподільних шаф і щитів, оснащених амперметрами, вольтметрами та іншими

приладами, рекомендується ці прилади зняти, щоб уникнути ушкодження їх від струсів, неминучих при установці. По закінченні монтажу раніше зняті прилади встановлюються на місце та перевіряються стан і робота всіх елементів розподільних пристроїв.

Контактні ножі рубильників повинні входити в губки без ударів і із зусиллям, що забезпечує нормальний тиск у контактах. Тиск у контакті вважається нормальним, якщо щуп товщиною 0,05 мм і шириною 10 мм входить у простір між ножем і губкою рубильника на глибину не більше 6 мм.

Губки запобіжників повинні щільно прилягати до контактних частин патронів. Патрони повинні міцно втримуватися в губках для запобігання можливості випадання їх під дією власної маси або електродинамічних зусиль, що виникають при наскрізних коротких замиканнях.

Фіксатори положення приводів рубильників повинні працювати чітко та безвідмовно.

Заземлювальна шина, що йде від контуру заземлення до щита, повинна бути надійно прикріплена до фундаменту (зварюванням) і каркасу розподільного пристрою (зварюванням або болтами).

Опір ізоляції струмопровідних частин розподільного пристрою, перевірений мегомметром на 1000 В стосовно заземленого каркаса, повинен бути не нижче 0,5 МОм.

При задовільних результатах проведеної перевірки всіх елементів розподільного пристрою до нього приєднуються живильні та проводи, що відходять, і кабелі, а потім виконується перевірочний огляд під навантаженням мереж, що відходять, з метою виявлення місцевих нагрівів. При огляді слід дотримуватися діючих правил з охорони праці.

7.5. Монтаж прожекторів

Для освітлення великих площ, спортивних споруджень, зовнішніх технологічних установок, відкритих складів широко застосовуються прожектори світла типів ПЗС, ПЗМ, ПСМ із лампами розжарювання, прожектори типу ПЗР із дуговими ртутними лампами, прожектори типу ПКН із галогенними лампами потужністю 1000 та 1500 Вт, прожектори типу ПЗІ з металогалогенними лампами ДРІ-700 і прожектори типу ПЗН із натрієвими лампами серії ДНаТ. Для освітлення великих відкритих просторів на промислових об'єктах використовують також прожектори СКсН-10000 та ОУКсН-20000 з потужними трубчастими ксеноновими лампами серії ДКсТ потужністю відповідно 10 та 20 кВт, однак їхня світлова віддача та термін служби значно нижче, ніж в інших газорозрядних лампах.

Прожектори встановлюються звичайно групами на прожекторних щоглах, вишках, дахах будинків або спеціальних площадках і кріпляться болтами до металевих конструкцій. Основи прожекторів типу ПЗС, ПСМ, ПЗМ мають по три отвори для кріплення, а інших — по чотири. При гру-

повій установці прожектори розташовують у кілька рядів по вертикалі. Відстані між осями встановлених рядом прожекторів повинні бути 700—1000 мм, а прожекторні площадки повинні захищатися поруччям на висоті 1 м. Групові щитки у водозахищених кожухах рекомендується встановлювати на прожекторних площадках. Живлення прожекторів від щитка виконується груповими лініями (не більше двох-трьох прожекторів у групі) кабелем марки КРПТ уздовж поруччя площадки.

Ввідний ящик з апаратами захисту та керування встановлюється в основі прожекторної щогли. Від нього до групового щитка проводка виконується по щоглі проводами марки АПВ у сталевій трубі. З метою захисту від грозових перенапруг підхід живильної лінії до прожекторної щогли виконується кабелем із заземленою металеву оболонкою або кабелем у металевій трубі, прокладеним у землі довжиною не менше 10 м.

Прожектори типу ПЗС, ПЗМ, ПСМ із лампами розжарювання перед установкою треба зфокусувати шляхом наведення променю з відстані 25—30 м на який-небудь екран, наприклад на побілену ділянку стіни розміром 2×2 м, для одержання рівномірного освітлення.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке пускорегулювальний апарат?
2. Який порядок монтажу світильників?
3. Назвіть способи установки люмінесцентних світильників.
4. У чому складаються особливості занулення та заземлення освітлювальних електроустановок?
5. Які особливості установки вимикачів, розеток і дзвінків при відкритій і схованій проводках?
6. Поясніть особливості монтажу світильників у вибухонебезпечних приміщеннях.
7. Як визначається несправність у світильнику по режиму горіння люмінесцентних ламп?
8. Яке призначення розподільних пристроїв в освітлювальних мережах?
9. Які застосовуються міри захисту від поразки електричним струмом в освітлювальних і побутових електроустановках?

Розділ 8. КОНСТРУКЦІЇ ТА МОНТАЖ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ НА НАПРУГУ ДО 1 кВ

8.1. Основні відомості про кабелі та кабельні лінії

Кабелі розділяють на силові та контрольні. Крім того, випускають кабелі спеціального призначення, наприклад для гірських розробок.

Силові кабелі служать для передачі та розподілу електричної енергії та виготовляються на напругу 0,66; 1; 3; 6; 10 кВ і вище. Вони можуть бути із просоченою паперовою ізоляцією та герметичною оболонкою зі свинцю або алюмінію (ДСТУ 18410-73), з паперовою ізоляцією, просоченою не стікаючою сполукою (ДСТУ 18409-73), з гумовою ізоляцією (ДСТУ 433-73) і пластмасовою ізоляцією в пластмасовій оболонці (ДСТУ 16442-80).

Силовий електричний кабель складається зі струмопровідних жил 1, ізоляції 2 та 4, герметичної захисної оболонки 5 і захисних покривів 6, 7 та 8 (рис. 8.1).

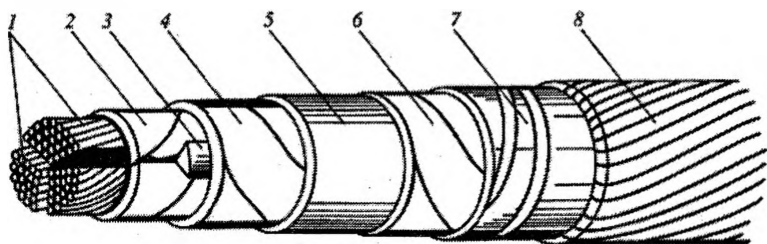


Рис. 8.1. Силовий трижильний кабель марки ААБ:

- 1 — алюмінієва струмопровідна жила; 2 — жильна ізоляція; 3 — паперовий заповнювач; 4 — поясна паперова ізоляція; 5 — захисна алюмінієва оболонка; 6 — захисний покрив оболонки (подушка); 7 — броня із двох сталевих стрічок; 8 — зовнішній захисний покрив

Струмопровідні жили виготовляються з м'якої міді марки ММ або алюмінію марки АТ. Переріз жил може бути круглим, сегментним та секторним. Стандартом передбачені наступні розміри перерізу струмопровідних жил силових кабелів: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625 та 800 мм².

Мідні та алюмінієві струмопровідні жили виготовляють однодротовими та багатодотовими. Переріз однодротових жил з міді може бути до 50 мм², з алюмінію — до 240 мм². У марках кабелів, що мають однодротові жили, додатково вказують: ОЖ.

Силові кабелі можуть мати одну, дві, три та чотири жили. У чотирижильних кабелях всі жили мають однаковий переріз або ж одна з жил може мати менший переріз і використатися як нульова або заземлююча.

Для електропостачання електроустановок використовують трижильні та чотирижильні кабелі: перші — у трифазних системах мережі з ізолюваною нейтраллю живильного трансформатора, другі — у трифазних системах напругою 380/220 В с глухозаземленою нейтраллю.

У більшості випадків живлення освітлювальних установок здійснюється від трифазних систем електропостачання із глухозаземленою нейтраллю та підводиться чотирижильними кабелями, у яких три жили однакового перерізу є струмопровідними, а четверта жила значно меншого перерізу — нульова.

У силових кабелях на напругу до 10 кВ ізолюють кожен жилу окремо (жильна ізоляція) і всі жили разом щодо оболонки (поясна ізоляція). Проміжки між ізолюваними жилами заповнюють паперовим джгутом (заповнювачем).

У багатожильних кабелях для розрізнення фаз верхні стрічки ізоляції кожної жили різних кольорів: червоного, чорного та кольору ізоляційного паперу. Для захистення кабелю від вологи та повітря поверх ізоляції накладають герметичну захисну оболонку, виконувану зі свинцю, алюмінію, полівінілхлориду або негорючої гуми.

На герметичну оболонку кабелю накладають кілька шарів захисного покриву для запобігання їй від корозії та механічних ушкоджень. Захисні покриви виготовляються за ДСТУ 7006-72 і складаються з подушки, броні та зовнішнього захисного покриву.

Подушка, що охороняє оболонку від ушкоджень при накладенні броні та вигинах кабелю, складається з декількох послідовно накладених концентричних шарів: бітумної сполуки, просочених стрічок кабельного паперу та просоченої кабельної пряжі. У кабелях із бронєю зі сталевих стрічок замість пряжі застосовуються просочені в бітумній сполуці сульфатні паперові стрічки, які охороняють металеву оболонку від корозії. Для захисту від корозії алюмінієвої оболонки кабелю додатково накладають нагрітий суцільний полівінілхлоридний шланг або дві полівінілхлоридні стрічки. На подушку намотують броню із двох сталевих стрічок або сталевих оцинкованих дротів прямокутної або круглої форми. Сталева броня охороняє оболонку кабелю від механічних ушкоджень, а дрова — і від розтяжних зусиль.

На броню накладають зовнішній захисний покрив, що складається з бітумної сполуки, просоченої кабельної пряжі та мідного покриття, або шланг із полівінілхлоридного або поліетиленового пластикату. У неброньованих кабелях (наприклад, марки ААШв) шланг із полівінілхлоридного або поліетиленового пластикату накладається на герметичну оболонку.

Контрольні кабелі призначені для приєднання до електричних приладів та апаратів в електричних розподільних пристроях перемінного струму з напругою до 660 В та частою до 100 Гц або постійного струму напругою до 1000 В. Кабелі будь-яких марок можуть прокладатися

на відкритому повітрі за умови забезпечення їхнього захисту від впливу прямих сонячних променів і механічних ушкоджень.

Кабелі прокладають у траншеях, блоках, а також на спеціальних збірних конструкціях та у лотках. Прокладка в траншеях і блоках застосовується при проходженні кабельної траси по території підприємства. Прокладка на опорних конструкціях та у лотках здійснюється при монтажі кабелів у приміщеннях, тунелях, а також по стінах будинків і споруджень.

Прокладка кабелів у траншеях найпоширеніша та легко здійсненна. Недоліком цього способу є можливість механічного ушкодження кабелів, що перебувають у землі, і нещасних випадків з людьми при виконанні земляних робіт поблизу кабельної лінії. Більше захищеною і надійною є кабельна лінія, прокладена в азбестоцементних трубах або бетонних плитах.

При прокладці кабельної лінії в землі глибина закладення кабелю повинна становити 0,7 м. Відстань між кабелем і фундаментами будинків повинна бути не менше 0,6 м. При паралельній прокладці декількох силових кабелів відстань між ними повинна бути не менше 100 мм, а між силовими кабелями та кабелями зв'язку — 500 мм.

Прокладка кабелів паралельно трубопроводам по вертикалі не допускається. Дозволяється прокладати кабелі паралельно трубопроводам у горизонтальній площині за умови, що відстань між ними буде не менше 0,5 м. При прокладці кабелів паралельно нафтопроводам і газопровадам відстань між ними повинна бути не менше 1,0 м. Кабелі, що перебувають від трубопроводів на відстанях менше зазначених (але не менше 0,25 м), повинні бути захищені на всьому протязі азбестоцементними або гончарними трубами.

Кабелі, що прокладають паралельно теплопроводам, необхідно віддаляти від останніх не менше ніж на 2 м. Ця відстань може бути менше, якщо теплопровід буде мати таку ізоляцію, при якій нагрівання ґрунту в місці проходження кабелю в будь-який час року не перевищить звичайну температуру більш ніж на 10 °С.

Кабель, що перетинає теплопровід, повинен бути прокладений від останнього на відстані не менше ніж 0,5 м. При цьому теплопровід на ділянці перетинання та на 2 м у кожную сторону від крайніх кабелів повинен мати таку ізоляцію, при якій температура ґрунту не буде перевищувати вищу літню температуру більше ніж на 10 °С и нижчу зимову — більше ніж на 15 °С.

При перетинаннях з електрифікованими та підлягаючими електрифікації залізницями кабелі необхідно прокладати в ізолюючих блоках і трубах.

Для більш надійного запобігання від можливих механічних ушкоджень кабелі прокладають у кабельних блоках, тобто спорудженнях з каналами для кабелів і колодязями, які до них відносяться. Як правило кабельний блок складається з декількох азбестоцементних труб, внутрішній діаметр яких в 1,5 рази більше діаметра кабелю. Для блокової

прокладки кабелів використовують також гончарні труби. Труби кабельних блоків можуть розташовуватися горизонтально або вертикально в один або кілька рядів. Як кабельні блоки можуть використовуватися і залізобетонні плити з каналами, діаметр яких розрахований на розміщення в них кабелів.

Блокові прокладки кабелів мають істотні недоліки:

- високу вартість спорудження та обслуговування блоків і колодязів;
- неможливість максимального використання перерізу струмопровідних жил кабелів через погані умови охолодження;
- складність обслуговування та ремонту кабелів (при ушкодженні їх в середині блоків доводиться замінити всю ділянку кабелю між колодязями).

В середині приміщень найпоширенішим способом прокладки кабелів, що живлять освітлювальні та силові електроустановки промислових підприємств, є прокладка їх на опорних конструкціях або лотках.

В одному лотку допускається спільна прокладка кабелів, що живлять освітлювальні навантаження, з кабелями, що живлять силові навантаження, але з використанням сталевих роздільників або розділових скоб між ними.

Кожна кабельна лінія повинна бути замаркована, тобто кабель повинен мати бирки з назвою, номером муфти, датою монтажу та прізвищем робітника, що змонтував її. Бирки прикріплюють біля всіх муфт і закладень, а також через кожні 20 м на прямих ділянках лінії.

Роботи з монтажу кабельних ліній дуже трудомісткі і тому повинні бути максимально механізовані. При прокладці кабелів застосовуються механізми та пристосування, які по призначенню можна розділити на дві основні групи: механізми, що використовуються для грабарств (екскаватори, відбійні молотки, пневматичні та електричні трамбування) і механізми та пристосування, що використовуються для транспортування кабелів (кабельні транспортери, кабелеукладачі, лебідки, ролики для розкочування кабелів та ін.).

Запитання для самоконтролю

1. З яких елементів складається силовий кабель?
2. З яких матеріалів виготовляються струмопровідні жили?
3. Який переріз струмопровідних жил кабелів є стандартним?
4. Яка конструкція і призначення захисного покриву кабелів?
5. Які кабелі використовують для електропостачання електроустановок?
6. Які особливості монтажу кабельних ліній у траншеях?
7. Де використовується прокладка ліній на опорних конструкціях?
8. Які особливості монтажу кабельних ліній у блоках?

8.2. Прокладка кабельної лінії в траншеї

Прокладка кабельної лінії в траншеї складається з наступних основних операцій: риття траншеї; доставка, розкочування та укладання кабелів у траншеї; з'єднання жил кабелів; монтаж з'єднувальної кабельної муфти; захист кабелю від механічних ушкоджень і засипання траншеї; кінцеве закладення кабелю.

Риття траншеї. Траншеї великої довжини риють спеціальними ковшовими або роторними землерийними машинами. На ділянках кабельної траси, що проходять у безпосередній близькості від підземних і наземних споруджень, зелених насаджень і розташованих у землі комунікацій, використовуються малогабаритні механізми або відбійні молотки, лопати та лопати.

Траншеї для прокладки кабелів відривають глибиною не менш 700 мм, а розміри їх по дну залежать від числа кабелів, що прокладають. Розміщення в траншеї кабелів і цегли для їхнього захисту від механічних ушкоджень показано на рис. 8.2.

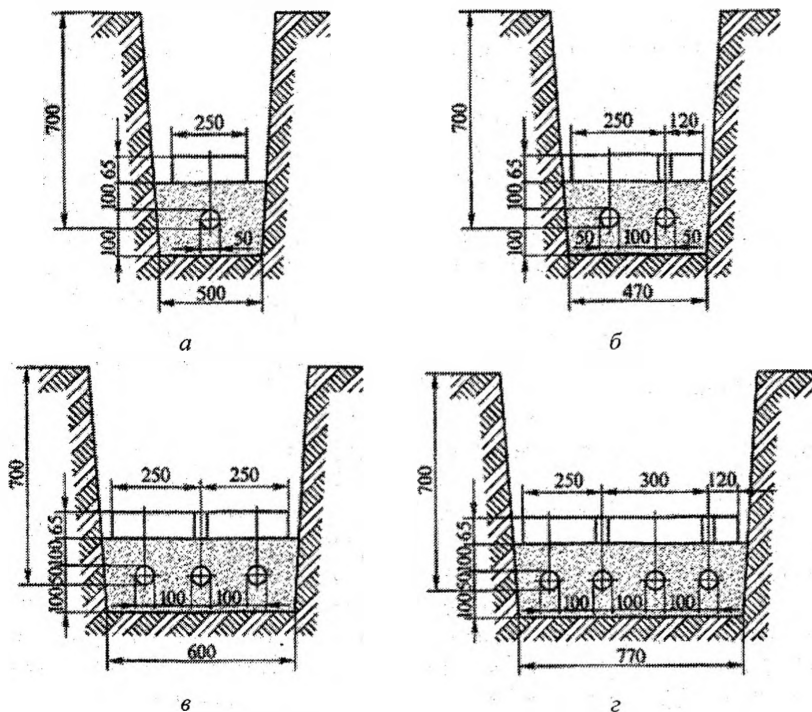


Рис. 8.2. Розміщення в траншеї (а—г) відповідно одного, двох, трьох і чотирьох кабелів

У місцях, де будуть розташовуватися кабельні з'єднувальні муфти, траншею розширюють, утворюючи котлован (для однієї муфти 2,5 м довжиною та 1,5 м шириною плюс 0,4 м для кожної наступної муфти). На дно траншеї насилають шар піску (подушку) товщиною 100 мм.

Доставка, розкочування та укладання кабелів у траншеї. Кабелі доставляють до місця укладання в барабанах на спеціальних кабельних транспортерах або автомашинах, обладнаних пристроєм для їхнього навантаження, транспортування та вивантаження.

Вивантажувати барабан з кабелем треба обережно, щоб не пошкодити кабель і не травмувати працюючих. Категорично забороняється скидати барабани з кабелем з автомашин або кабельних транспортерів. Кабель вивантажують на максимальну близькій відстані від місця розкочування, але так, щоб він не заважав руху робітників і не міг упасти в траншею. Розгортають його, змотуючи з барабана за допомогою транспорту, що рухається, лебідки та роликів, вручну по роликах або без роликів.

Кабель укладають у траншеї хвилеподібно (змійкою), щоб створити деякий запас його по довжині, необхідний для компенсації розтяжних зусиль, які можуть виникнути внаслідок осідання ґрунту або температурних змін. Запас кабелю, необхідний у випадку його ремонту, повинен становити 1—3 % від його загальної довжини. Створювати запас кабелю у вигляді кільцеподібне покладених витків забороняється, оскільки в процесі експлуатації вони будуть перегріватися, і кабель після нетривалої роботи вийде з ладу.

Кабелі з нормальною та збіднено-просоченою паперовою, а також з полівінілхлоридною ізоляцією дозволяється прокладати тільки при температурі навколишнього середовища вище нуля. При температурі нижче нуля кабель, що прокладається, повинен бути прогрітий в опалюваному приміщенні або електричним струмом від спеціального трансформатора.

З'єднання жил кабелів на напругу до 1 кВ містить у собі два етапи: оброблення кінців кабелів і з'єднання жил кабелів пайкою, обпресуванням або зварюванням.

Оброблення кабелю та з'єднання жил кабелів обпресуванням, пайкою, газовим та електрозварюванням докладно розглянуті в розділі 4. Але найбільш якісне з'єднання алюмінієвих жил досягається термітним зварюванням, тому у відповідних інструкціях указується в першу чергу цей спосіб. Газове зварювання та електрозварювання алюмінієвих жил застосовуються у випадках, коли термітне зварювання не може бути здійснено.

Перед термітним зварюванням роблять попередню підготовку жил. У процесі підготовки підбирають термітний патрон по перерізу жил, що зварюють, (зазначено на патроні). Звичайно застосовуються патрони типу А (рис. 8.3, а). Круглі жили кабелю очищають від залишків просочувальної сполуки, а секторним жилам надають круглу форму. На оброблену в такий спосіб жилу кабелю надягають алюмінієву втулку 3 (рис. 8.3, б)

і вводять її в патрон (рис. 8.3, в). Для запобігання витікання розплаву місця входу жил, що з'єднують, у патрон ущільнюють азбестовим шнуром 5 (рис. 8.3, з), користуючись сталевою підбіркою 4 з напівкруглим лезом. Підготовлену до зварювання сполуку (рис. 8.3, д) установлюють на фіксуєчій площадці 2 (рис. 8.4, а) штатива 1, закріплюють на жилах охолоджувальні кліщі 4, захищають жили листовим азбестом 5 і переходять до зварювання.

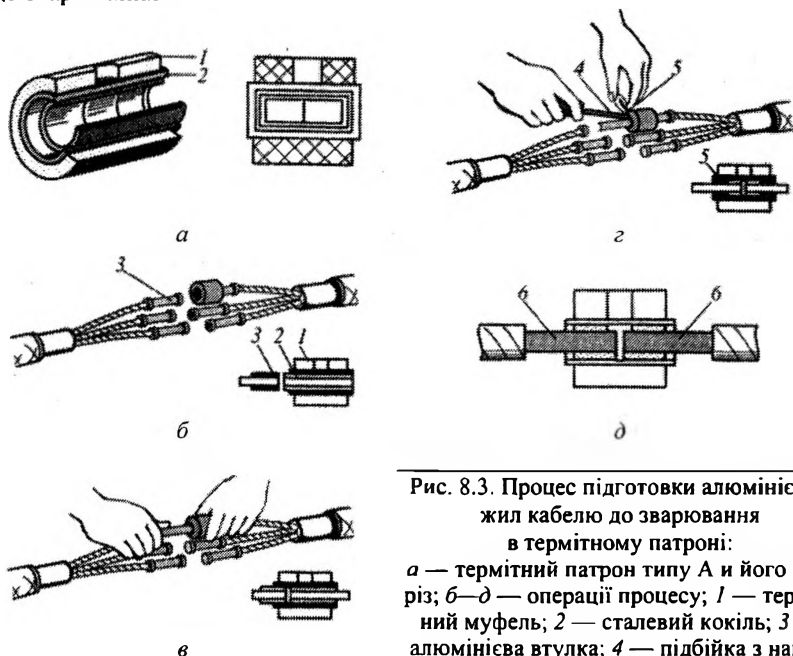


Рис. 8.3. Процес підготовки алюмінієвих жил кабелю до зварювання в термітному патроні:

а — термітний патрон типу А і його розмір; б—д — операції процесу; 1 — термітний муфель; 2 — сталевий кокінь; 3 — алюмінієва втулка; 4 — підбірка з напівкруглим лезом для підбиття азбестового шнура; 5 — шнур; 6 — жила

Зварювання в термітному патроні роблять із застосуванням флюсу марки ВАМІ та у послідовності, показаній на рис. 8.4, б—г. Після остигання ділянки з'єднання муфель сколюють зубилом (рис. 8.4, д) і видаляють із нього сталевий кокінь. По закінченні процесу зварювання залишається ливниковий прибуток (рис. 8.4, е), надлишки якого відкушують кліщами або зрізують ножівкою, поверхню обробляють напилком, надаючи ділянці з'єднання форму циліндричної гільзи (рис. 8.4, ж). Потім промивають гарячою прошпарочною мастикою МП-1 для видалення часток металу та шлаків, що залишилися.

З'єднання алюмінієвих жил кабелів газовим зварюванням виконується у два прийоми: спочатку сплавляють кінці жил, що з'єднують, у монолітний стрижень, а потім зварюють їх. Сплавку роблять у формочці, уста-

новленій на вертикально розташованій струмопровідній жилі (рис. 8.5, *a*); полум'ям пальника 3 розігрівають формочку 1; розплавляють кінець жили; уводячи в полум'я пальника присадний пруток 7, розплавляють його, збільшуючи в такий спосіб кількість розплаву, необхідного для утворення при остиганні монолітного стрижня.

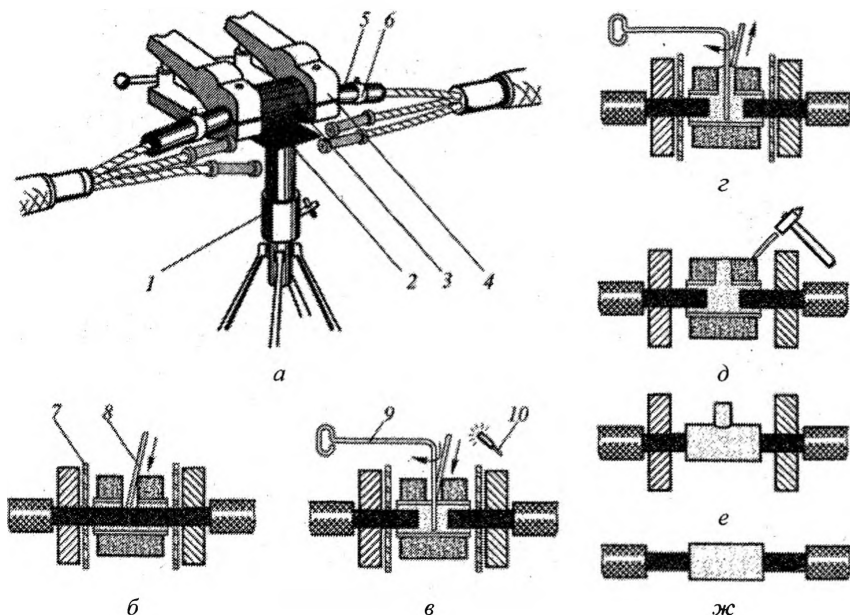


Рис. 8.4. Процес з'єднання алюмінієвих жил кабелів термітним зварюванням:
a—ж — операції процесу; 1 — штатив; 2 — площадка для фіксації термітного патрона; 3 — термітний патрон; 4 — охолоджувальні кліщі; 5 — листовий азбест для захисту жил від полум'я; 6 — скоба для закріплення азбесту на жилах кабелю; 7 — екран; 8 — присадний пруток; 9 — сталевий дровтовий гачок; 10 — сірник для підпалювання термітної суміші

Сплавлені в монолітний стрижень жили поміщують горизонтально в сталеву рознімну форму 10 (рис. 8.5, *б*), що закріплюється на жилах дровтовими бандажами 8, і зварюють, розмішуючи розплав 9 сталевим гачком 6. При сплавці кінців і зварюванню ізоляцію жил захищають екранами 4 та охолоджувачами 5.

По закінченні з'єднання жил роблять заземлення металеві оболонки, броні та муфти кожного з кабелів, що з'єднують, за допомогою мідного багатодровтового провідника з перерізом від 6 до 25 мм². Заземлюючий провідник спочатку прикріплюють до оболонки кабелю бандажами зі сталевого оцинкованого дроту діаметром 1,0—1,5 мм, а потім місця приєднання пропаюють припоєм марки ПОС-30.

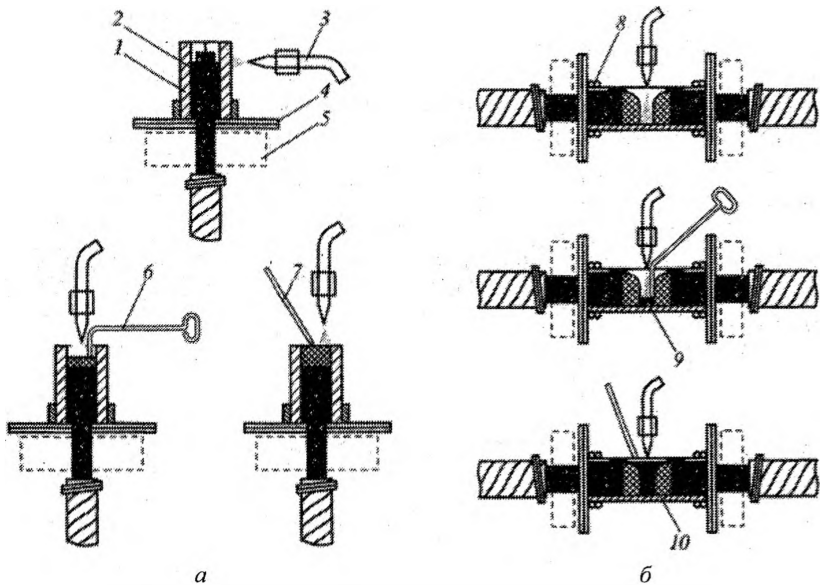


Рис. 8.5. З'єднання алюмінієвих жил газовим зварюванням:

a — сплавка кінців жил у монолітний стрижень; *б* — з'єднання монолітних стрижнів зварюванням; 1 — формочка; 2 — азбестова ізоляція; 3 — газовий пальник; 4 — захисний екран; 5 — охолоджувач; 6 — сталевий гачок (мішалка); 7 — пруток припою; 8 — дрововий бандаж; 9 — розплав металу; 10 — рознімна сталева форма

Ділянки оболонки, до яких припаюють заземлюючий провідник, повинні бути попередньо добре очищені та полуджені (свинцевої — припоєм марки ПОС-30, алюмінієвої — припоєм марки А). Тривалість кожної пайки не повинна перевищувати 3 хвилин, щоб уникнути місцевого перегріву ізоляції кабелю.

На вільні кінці заземлюючих провідників напресовують наконечники для зручності приєднання їх до муфти, після чого приступають до монтажу сполучної муфти.

Монтаж з'єднувальної кабельної муфти. З'єднувальні кабельні муфти служать для герметизації ділянок з'єднання і захисту їх від механічних впливів.

З'єднування трижильних і чотирижильних кабелів, розрахованих на напругу до 1 кВ, герметизують і захищають чавунними або епоксидними муфтами. З'єднувальні чавунні звичайні (СЧо) або малогабаритні (СЧм) муфти випускаються чотирьох типорозмірів. Вибираються вони залежно від перерізу жил кабелів, що з'єднують.

Монтаж чавунних муфт починають із очищення обох її половинок від бруду та іржі та попереднього примірювання на ділянці з'єднання.

Встановивши під з'єднаними жилами нижню половину муфти, відзначають на кабелі ділянки, де будуть розташовані її горловини, і накладають на ці ділянки підмотування з декількох шарів просмоленої стрічки для створення необхідного ущільнення в місцях входу кабелів у муфту.

Далі, встановивши нижню половину муфти так, щоб підмотування зі смоляної стрічки виявилися над її горловинами, приєднують до контактних площадок наконечники заземлюючих провідників (рис. 8.6). Потім, уклавши в паз нижньої половини муфти ущільнювальну прокладку із провареного в бітумній масі прядив'яного канатика, накривають її верхньою половиною та міцно скріплюють болтами, затягуючи їх рівномірно, щоб уникнути перекосу.

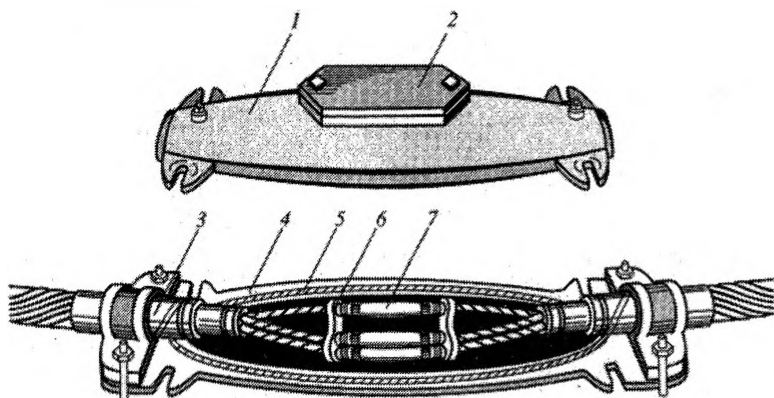


Рис. 8.6. З'єднання кабелю напругою 1 кВ у чавунній муфті:

1, 4 — відповідно верхня та нижня половини муфти; 2 — кришка заливального отвору; 3 — горловина муфти; 5 — ущільнювальна прокладка; 6 — розпірна порцелянова пластина; 7 — ділянка з'єднання жил кабелів

Як ущільнюючу прокладку в муфті можна використовувати маслостійку гуму або проварену в бітумній масі пряжу подушки, зняту з кабелю при його обробленні.

Дуже важлива заключна операція монтажу муфти — заливання її кабельною масою. Неправильне заливання служить найбільш частою причиною пробоя ізоляції між жилами кабелю в місці з'єднання внаслідок скупчення вологи в муфті.

Виконують заливання після розігріву муфти та кабельної маси, тобто газовим пальником підігрівають муфту до 60—70 °С, підносять до неї в спеціальному цебрі розігріту до 160—180 °С кабельну масу МБ-70 або МБ-90 і заливають нею внутрішню порожнину муфти спочатку на 1/3 та 3/4, а потім повністю. Коли кабельна маса охолоне до 35—30 °С (при цьому трохи зменшиться її об'єм — відбудеться усадка), роблять

остаточну доливку. Після доливки кабельної маси укладають у паз, що проходить по периметру заливального отвору, проварений у бітумній масі канатик, закривають заливальний отвір кришкою та кріплять її гвинтами. Для збільшення герметичності з'єднувальну муфту двічі обливають бітумною масою.

Епоксидні муфти застосовують переважно для з'єднання кабелів, розрахованих на напруги 1, 6 та 10 кВ, і для виконання відгалужень кабелів, розрахованих на напругу тільки до 1 кВ.

У порівнянні із чавунними епоксидні з'єднувальні муфти мають такі переваги: більш низьку вартість, менші розміри та масу, їхнє виготовлення та монтаж менш трудомісткі, а також завдяки гарному зчепленню компаунду з металами вони спрощують процес герметизації кабелю.

Для з'єднання високовольтних кабелів, розрахованих на напругу 6, 10 кВ і вище, застосовують свинцеві муфти. Їх виготовляють зі свинцевих груб відповідного діаметра шляхом обробки в процесі монтажу.

Захист кабелю від механічних ушкоджень і засипання траншеї. Прокладений у траншеї кабель засипають шаром м'якої просіяної землі (пушенки) або піску товщиною 100 мм, поверх якого кладуть в один шар цеглу (не силікатну) або залізобетонні плити для захисту кабелю від механічних ушкоджень при розкопках. Траншеї засипаються витягнутою з них землею, якщо вона не містить каменів, шматків шлаків, будівельного сміття, шарами 200—250 мм, кожний з яких змочують водою та ущільнюють трамбуванням.

У зимовий час траншеї засипають сухим піском або дрібно просіяною землею, тому що вийнята із траншеї змерзла земля утворює великі брили, які, падаючи в траншею, можуть зашкодити кабелю, а при настанні теплої погоди, розмерзшись, дадуть велику усадку ґрунту по всій трасі кабелю, що прокладається.

Засипання верхньої частини траншеї ґрунтом і зачищення траси роблять механізованим способом; зруйновані асфальтові та брукові покриття відновлюють.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть основні операції при прокладці кабелів у траншеях.
2. Які механізми та інструменти використовуються при ритті траншей?
3. Які основні розміри траншей для прокладки кабелів?
4. Як з'єднуються струмоведучі жили кабелів?
5. Як виконується термітне зварювання?
6. Як виконується газове зварювання?
7. Які правила прокладки кабелю в траншеї при низьких температурах?
8. Які елементи та послідовність монтажу чавунної муфти?
9. Як кабель захищають від механічних ушкоджень?

8.3. Кінцеві закладення кабелів

Кінцеве закладення здійснюється для герметизації кабелю в безпосередній близькості від місця приєднання його струмопровідних жил до апаратів, шинопроводів розподільних пристроїв та інших елементів електроустановки. У наш час застосовують наступні види кінцевого закладення кабелів на напругу до 10 кВ: у сталевій лійці, гумовій рукавичці, епоксидні, а також з полівінілхлоридних стрічок.

Кінцеве закладення кабелів у сталевих лійках (типове позначення КВБ) дотепер широко використовується для електроустановок з напругою до 10 кВ, розташовуваних у сухих опалюваних і неопалюваних приміщеннях. Таке закладення може бути трьох виконань:

КВБм — з овальною малогабаритною лійкою, що не має кришки та монтується без порцелянових втулок;

КВБк — із круглою лійкою, на виході якої жили кабелю розташовуються по вершинах рівностороннього трикутника (під кутом 120°);

КВБо — з овальною лійкою, на виході якої струмопровідні жили кабелю розташовуються в один ряд.

Закладення кінців кабелів у сталевій лійці використовують частіше всього тому, що матеріали, необхідні для виготовлення та заливання лійок, завжди є в будь-якому електрогосподарстві. Для закладення трижильних кабелів на напругу до 1 кВ із перерізом до $3 \times 120 \text{ мм}^2$ і чотирижильних кабелів з перерізом до $4 \times 95 \text{ мм}^2$ застосовуються переважно овальні малогабаритні сталеві лійки КВБм. Закладення роблять у наступному порядку.

Сталеву лійку очищають від бруду, надягають на кабель (рис. 8.7, а) і зрушують по ньому (попередньо обмотавши його папером для запобігання лійки від забруднення). Виконавши оброблення кінця кабелю, розігрівають масу марки МП-1 до $120\text{—}130^\circ\text{C}$ і ретельно прошпарюють оброблену ділянку. Ізолюють жили липкою полівінілхлоридною стрічкою (рис. 8.7, б), накладаючи її з напівперекриттям витків.

Насувають лійку на оброблений кінець кабелю (рис. 8.7, в), розводять у ній жили. Потім, відзначивши місце розташування на кабелі горловини лійки, її знову зрушують. Далі, прикріпивши дротовим бандажем проводи заземлення до оболонки та броні кабелю, припаюють його (рис. 8.7, г—е). Видаливши кільцевий пасок, що залишився, над ізоляцією, а потім на броні кабелю (у місці, де повинна перебувати горловина лійки), підмотують конусоподібне кільця шарів смоляної стрічки (рис. 8.7, ж) для більш щільної насадки горловини лійки. Через середину підмотування (після 3—4 шарів) пропускають проводи заземлення. Лійку насувають на місце, із зусиллям насаджуючи на підмотування, і закріплюють на конструкції вертикально хомутами, до яких потім кріплять проводи заземлення (рис. 8.7, з).

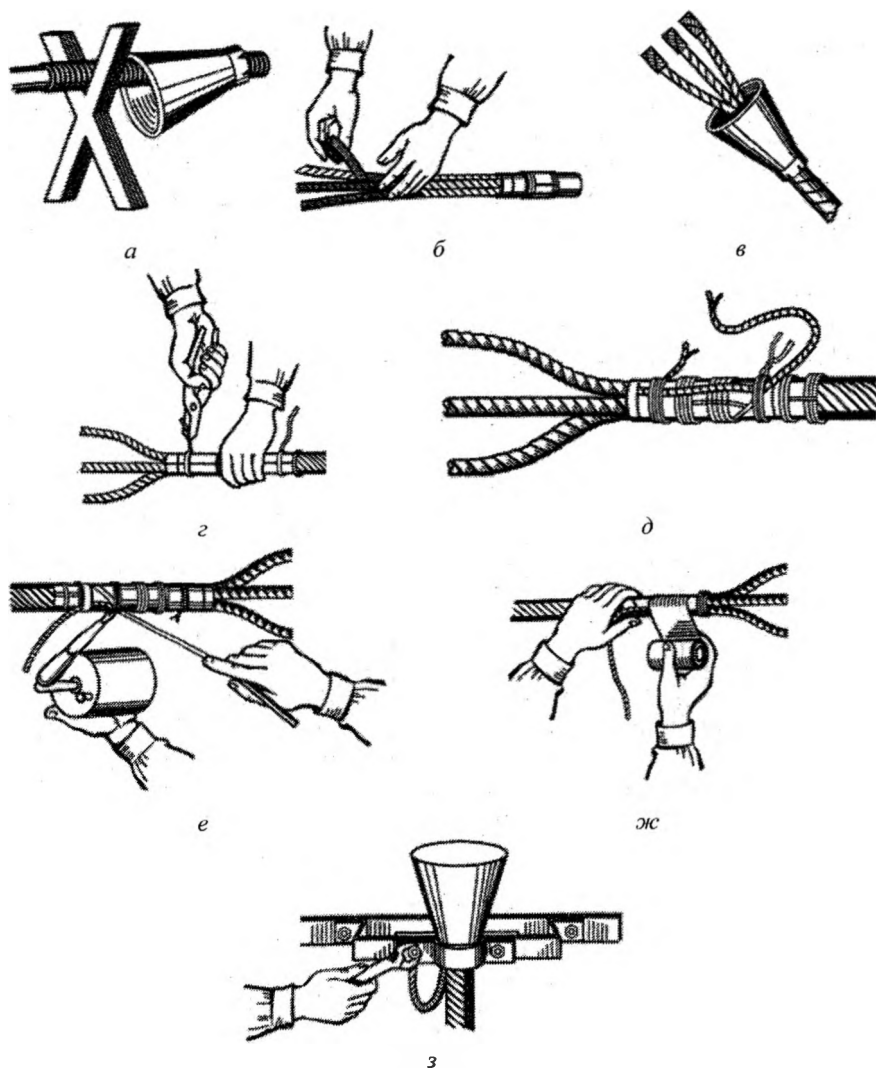


Рис. 8.7. Послідовність операцій закладення кабелю в сталевій лійці

До кінців жил кабелю припаюють або приварюють наконечники, вигинають жили кабелю так, щоб вони були віддалені один від одного та від стінок лійки на рівні відстані, а потім, підігріваючи лійку до 35—50 °С, заливають її гарячою кабельною масою. У міру остигання та усадки кабельну масу в лійку доливають так, щоб її остаточний рівень був нижче краю лійки не більше ніж на 10 мм.

Для запобігання від корозії лійку, хомут і підтримуючу конструкцію фарбують емалевою фарбою. Лійку маркують, указуючи на ній номер і переріз кабелю.

Кінцеве закладення кабелів у гумові рукавички (типове позначення КВР) допускається в приміщеннях з нормальним середовищем при різниці рівнів розташування кінців кабелів не більше 10 м і застосовуються для трижильних кабелів, розрахованих на напругу до 1 кВ, з перерізом жил до 240 мм² і чотирижильних кабелів з перерізом жил до 185 мм².

Монтаж закладення КВР (рис. 8.8) роблять у наступному порядку. Спочатку на оброблені жили кабелю 4 накладають врозбіг кілька шарів підмотування 2 з липкої полівінілхлоридної стрічки для закріплення паперової ізоляції та скруглення її гострих країв з метою полегшення їхнього проходження через трубки 3 і відростки (пальці) 14 рукавички. Відгинають плоскогубцями в кілька прийомів корпус (тіло) 15 рукавички по всій окружності на ділянці, рівній приблизно ширині хомута 6 (25—30 мм залежно від типорозміру рукавички). Ділянку оболонки 9 кабелю між двома кільцевими надрізами видаляють і на оголену ділянку поясної ізоляції 12 накладають бандаж 13 із суворих ниток, потім створюють шорсткість на відігнутій ділянці корпусу 15 рукавички, для чого, протерши його ганчіркою, змоченою в бензині, обробляють драчовим напилком або щіткою з кардострічки. Ділянка оболонки, на яку буде приклеєна рукавичка, зачищають до блиску, а потім протирають ганчіркою, змоченою бензином.

Далі відігнуту частину корпусу рукавички та ділянку оболонки покривають тонким шаром клею № 88Н. Якщо діаметр оболонки менше внутрішнього діаметра рукавички, на оболонку намотують стрічку з маслостійкої гуми, кожен шар якої теж промащують клеєм. Через 5—7 хвилин, необхідних для підсихання клею, загинають корпус рукавички на підмотування зі стрічки. Глибина насадки рукавички на оболонку *E* повинна бути 30—35 мм.

Закріплюють корпус рукавички на оболонці спеціальним хомутом або двома бандажами із чотирьох витків мідного або м'якого сталевого оцинкованого дроту діаметром 1 мм (попередньо намотавши на корпус у місцях їхньої установки два шари прогумованої стрічки).

Перев'язавши тимчасово бавовняною або прогумованою стрічкою гумові трубки безпосередньо біля рукавички, щоб охоронити поясну паперову ізоляцію від ушкоджень, розводять і вигинають жили кабелю.

Відгинають кінці трубок, що ізолюють жили, на ділянці, рівній довжині трубкової частини наконечника 1 плюс 8 мм, підготовляючи в такий спосіб жили кабелю для окінцівки. Щоб полегшити відгинання трубок, зовнішні поверхні цих ділянок змазують вазеліном або мастилом.

Напресовують, наварюють або напаюють наконечники на кінці струмопровідних жил, а потім протирають їх циліндричну (трубчасту) частину ганчіркою, змоченою бензином.

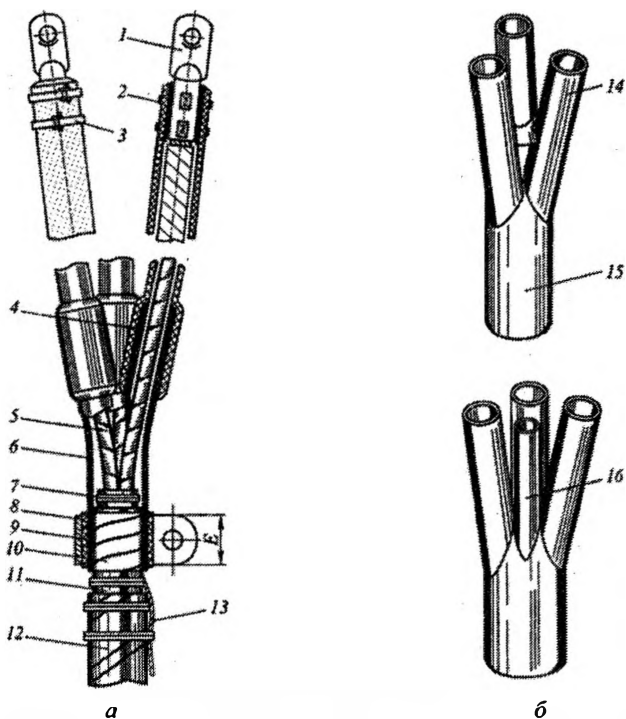


Рис. 8.8. Конструкція закладення КВР(а) і вид гумових рукавичок для трижильних і чотирижильних кабелів (б):

1 — наконечник; 2, 11 — підмотування з полівінілхлоридної стрічки; 3 — гума трубка з найриту; 4 — жила кабелю; 5 — рукавичка; 6 — хомут; 7 — проводи заземлення; 8 — броня; 9 — оболонка кабелю; 10 — ущільнення масло-стійкою гумовою стрічкою; 12 — поясна ізоляція; 13 — бандаж; 14 — палець рукавички; 15 — тіло рукавички; 16 — відросток для четвертої жили чотирижильного кабелю

Надають драчовим напилком або сталеву щіткою шорсткість відігнутої частині трубки, попередньо протерши її ганчіркою, змоченою бензином, а потім наносять на неї тонкий шар клею № 88Н.

Зкладають валики, змотані з маслостійкої гумової стрічки та промазані клеєм № 88Н, у лунки наконечників, утворені при обпресуванні способом місцевого вдавлення. Для ущільнення відвертають трубку на циліндричну частину наконечника.

Кінцеве закладення кабелів епоксидним компаундом (КВЕ) відрізняється простотою виконання, надійністю, високою електричною та механічною міцністю, безпекою та термостійкістю (робоча температура такого закладення від -50 до $+90$ °С) та застосовується для окінцівки силових кабелів, розрахованих на напругу до 10 кВ, які використовуються в середині будь-яких приміщень, а також у зовнішніх електроустановках за

умови захисту від безпосереднього впливу атмосферних опадів і сонячних променів. Корпус епоксидного закладення утворюється після затвердіння епоксидного компаунду, залитого в кінчну форму, що надягається тимчасово на кінець кабелю.

Кінцеве закладення кабелів полівінілхлоридними стрічками (КВВ) застосовується для кабелів з паперовою ізоляцією, розрахованих на напругу до 10 кВ, які використовуються в середині приміщень, а також у зовнішніх установках при температурі навколишнього повітря не вище 40 °С і за умови захисту від безпосереднього впливу атмосферних опадів і сонячних променів.

Закладення КВВ (рис. 8.9) виконується липкою або нелипкою полівінілхлоридною стрічкою із застосуванням відповідно сполук № 1 (покривного) або № 2 (заповнюючого).

Кабельні наконечники приварюють, припаюють або напресовують на кінці жил кабелю.

Монтаж закладень КВВ роблять при навколишній температурі не нижче 5 °С. Для підвищення вологостійкості зовнішню поверхню закладення покривають асфальтовим лаком або кольоровою емалеву фарбою.

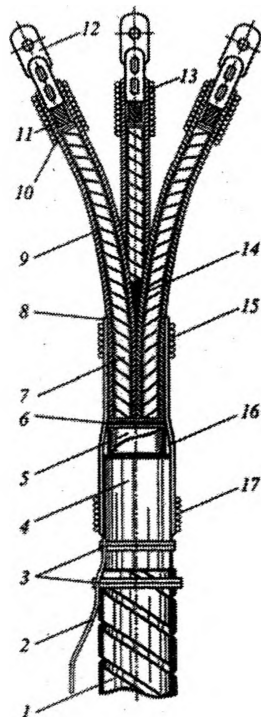


Рис. 8.9. Кінцеве закладення КВВ:

- 1 — броня кабелю; 2 — проводи заземлення;
- 3 — дротові бандажі на броні та оболонці;
- 4 — оболонка кабелю; 5 — ізоляція заводського виготовлення; 6 — бандаж з бавовняної пряди на пояській ізоляції; 7 — жила в заводській ізоляції;
- 8 — поясне стаканоподібне підмотування;
- 9 — підмотування жил; 10 — бандаж з бавовняної пряди на жильній ізоляції; 11 — оголена ділянка жили; 12 — кабельний наконечник;
- 13, 15, 17 — бандажі; 14 — з'єднання, що заповнює; 16 — підмотування, що вирівнює

Запитання для самоконтролю

1. Для чого виконуються кінцеве закладення кабелів?
2. Які інструменти, пристосування та матеріали застосовуються при кінцевому закладенні кабелів?
3. Що являє собою закладення кінців кабелю за допомогою епоксидного компаунду?
4. Що являє собою закладення кінців кабелю за допомогою полівінілхлоридної стрічки?

8.4. Прокладка кабельних ліній у блоках

Кабельним блоком називають спорудження або пристрій, призначений для захисту кабелів, що прокладають у землі, від механічних ушкоджень. Блок звичайно складається з декількох труб (азбестоцементних, керамічних та ін.) або залізобетонних елементів (панелей) і з'єднаних з ними колодазів.

При прокладці кабельної лінії в блоках їх розставляють уздовж траси. Дані про блокові пристрої із залізобетонних плит наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

Розміри кабельних блоків із залізобетонних панелей

Блоки	Тип блоку	Число каналів			В, мм	Н, мм
		По вертикалі	По горизонталі	Усього		
Для сухих ґрунтів 	ББ-1/3	3	1	3	150—180	480—490
	ББ-2/2	2	2	4	150—180	345—355
	ББ-2/3	3	2	6	150—180	510—520
	ББ-2/4	4	2	8	300—320	675—685
	ББ-2/6	6	2	12	300—320	1005—1015
	ББ-2/8	8	2	16	300—320	1335—1345
Для вологих і насичених водою ґрунтів 	ББ-3/3	3	3	9	450—480	510—520
	ББ-3/4	4	3	12	450—480	675—685
	ББ-3/5	5	3	15	450—480	840—850
	ББ-3/6	6	3	18	450—480	1005—1015
	ББ-3/8	8	3	24	450—480	1335—1345
	ББ-4/4	4	4	16	615—645	675—685
	ББ-4/5	5	4	20	615—645	840—850
	ББ-4/6	6	4	24	615—645	1005—1015
ББ-5/5	5	5	25	765—795	840—850	
ББ-5/6	6	5	30	765—795	1005—1015	

Примітка: 1 — цегельна кладка; 2 — панель; 3 — цементний розчин; 4 — фарбувальна бітумна ізоляція; 5 — бетонна підготовка; 6 — ізоляція; 7 — цегельна стінка.

Кожен кабельний блок може мати до 10 % резервних каналів (але не менше одного). Глибина кладки в землі кабельних блоків приймається виходячи з місцевих умов, але вона не повинна бути менше припустимої глибини прокладки кабелів у траншеях.

У місцях зміни напрямку траси або розгалуження кабельних ліній, прокладених у блоках, і в місцях переходу кабелів із блоку в землю повинні споруджуватися кабельні колодязі, що забезпечують зручне протягання кабелів, які прокладають знову, і можливість легкої та швидкої заміни їх у процесі експлуатації.

При прокладці кабельних ліній у блоках повинні дотримуватися ті ж вимоги, що і при прокладці в траншеях, а також ряд додаткових вимог, викликаних особливими умовами блокової каналізації.

Перед прокладкою кабелю оглядають кабельні колодязі та очищають отвори блоків, прокладених між ними, для чого із двох колодязів одночасно проштовхують назустріч один одному сталеві дроти з гачками на кінцях. При зустрічі в каналі блоку дроти зчіплюються гачками, а потім їх витягають із однієї сторони настільки, щоб місце зчеплення вийшло назовні. Один із дротів відчіплюють, до кінця іншого дроту, що виходить з отвору блоку, прикріплюють сталевий калібрований циліндр і йорж, а до йоржа прикріплюють сталевий трос діаметром не менше 12 мм, який служить для затягування кабелю в блок. Дріт з каліброваним циліндром, йоржем і тросом протаскують за допомогою лебідки через всі отвори (кабельні канали) блоку по черзі, руйнуючи наявні в них виступи, калібруючи та очищаючи отвір від будівельного сміття та бруду.

Кабель затягують у блоковий канал тросом, закріплюючи на кінці за допомогою дротової панчохи (рис. 8.10, а) або кабельного затиску (рис. 8.10, б).

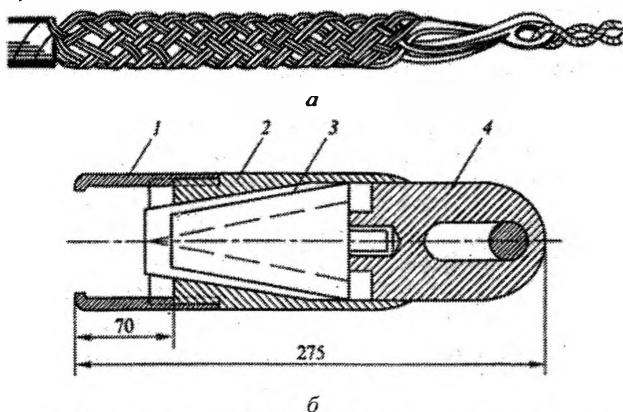


Рис. 8.10. Пристосування для затягування кабелів у блок:

а — дротова панчоха; б — кабельний затиск (розріз); 1 — захисний корпус; 2 — зовнішній корпус; 3 — конічна зірочка; 4 — сталева голівка з вушком для троса

Для закріплення затиску на жилах кінець кабелю на відстані близько 200 мм звільняють від броні, оболонки та поясної ізоляції, а потім знімають ізоляцію з жил кабелю та, очистивши їх від просочувальної сполуки, вводять у попередньо розібраний затиск. Далі вставляють у корпус конічну зірочку, попередньо підібрану за перерізом струмопровідних жил, і вручну вгвинчують голівку в зовнішній конус. Зібраний затиск вводять у хомут і закріплюють у ньому за допомогою стопорного болта. Захисний корпус нагвинчують на зовнішній конус, а потім, вставивши в голівку сталевий вороток, угвинчують її доти, поки жили кабелю не виявляться міцно затиснутими в корпусі.

Для затягування кабелю в блок барабан з кабелем встановлюють біля колодязя. Перш ніж приступитися до протягання кабелю на каналі блоку встановлюють відповідного розміру сталеву рознімну лійку з розтрубом, а на край горловини колодязя — жолоб, виготовлений зі шматка труби або листової сталі. До жолоба повинні бути приварені скоби, якими можна кріпити його до горловини люка колодязя.

Кабель варто простягати в блоки зі швидкістю, що не перевищує 5 км/год, і без зупинок, щоб уникнути ушкодження при руханні його з місця. Для полегшення затягування в трубу кабель змазують тавотом (з розрахунку 6—10 г тавоту на 1 м кабелю).

По закінченні затягування кабель відрізають від барабана і кінець його опускають у колодязь, попередньо напаявши свинцевий ковпачок (капу).

8.5. Прокладка кабельних ліній на опорних конструкціях та у лотках

Опорні кабельні конструкції застосовуються переважно при прокладці декількох кабелів у цехах промислових підприємств і по стінах будинків. Виготовляються вони з листової сталі товщиною 2,5 мм у вигляді стійок із кронштейнами, стійок зі скобою та настінними полицями (рис. 8.11).

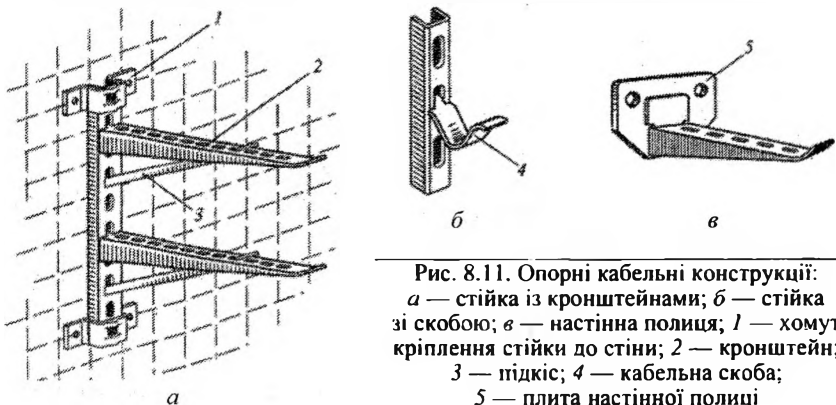


Рис. 8.11. Опорні кабельні конструкції:
a — стійка із кронштейнами; *б* — стійка зі скобою; *в* — настінна полиця; 1 — хомут кріплення стійки до стіни; 2 — кронштейн; 3 — підкіс; 4 — кабельна скоба; 5 — плита настінної полиці

У плитах 5 настінних полиць і стійках є вирізи (вікна), а на хвостовиках кронштейнів 2 і кабельних підвісних скоб 4 — фігурні вирізи (Т-подібної форми), якими вони скріплюються один з одним. На кронштейнах зроблені овальні вирізи розміром 20×10 мм, які служать для кріплення кабелів на полках у місцях зміни траси кабельної лінії, наприклад на поворотах або переходах з однієї горизонтальної відмітки на іншу. Стійки та настінні плити кріплять до бетонних і цегельних поверхонь хомутами (або без них), що пристрілюють дюбелями з будівельного монтажного пістолета.

Для прокладки неброньованих кабелів у сухих приміщеннях опорними конструкціями служать лотки. По цегельних і бетонних стінах виробничих цехів, машинних залів та аналогічних їм приміщень лотки прокладають на висоті не менше 2 м.

Приклади установки кабельних лотків докладно розглянуто в розділі 5.3.

Лотки заземлюються не менше ніж у двох найбільш віддалених друг від друга місцях. Незалежно від цього кожен лотковий отвір додатково заземлюється наприкінці. При з'єднанні лотків між собою повинен утворюватися електрично безперервний ланцюг.

В одному лотку без улаштування розділових перегородок, але із просвітами в 20 мм між пучками або пакетами допускається прокладка всіх силових ланцюгів одного агрегату, а також силових і контрольних ланцюгів декількох машин, панелей і щитів одного технологічного процесу.

Спільна прокладка в лотках кабелів силових, освітлювальних і контрольних ланцюгів сильного струму із проводами та кабелями інших ланцюгів (наприклад, сигналізації, дистанційного керування) допускається тільки за умови відділення кожного із цих ланцюгів сталевими розділниками або розділовими обоймами.

Кабелі, що прокладають у лотках, з'єднуються муфтами, установлюваними в спеціальних лотках. Оброблення кабелів, що прокладають по лотках, а також їхню сполуку та кінцеве закладення виконують у тій самій послідовності, що і кабелів, які прокладають у землі.

8.6. Продзвонка та фазування кабелів

Для правильного підключення кабелів до контактів електричних машин, приладів та апаратів проводять їх продзвонку.

Найпростіша продзвонка виконується за допомогою лампи та батарейки (рис. 8.12, *а*), тобто жили одного кінця кабелю (на малюнку — лівого) довільно маркірують і до першої з них підключають проводи від батарейки. Потім приєднують до лампи провідник та їм по черзі торкаються жил на іншому кінці кабелю. Якщо при торканні лампа загоряється, значить це жила, до якої приєднаний провід від батарейки.

Також продзвонку можна виконати без провідника, що з'єднує обидва кінці кабелю (рис. 8.12, *б*). Такий саме принцип продзвонки із застосу-

ванням мегомметра, якщо він виявляється приєднаним до кінців, що належать одній та тій же жилі, його стрілка показує нуль.

Розглянуті способи продзвонки зручні в тому випадку, якщо обидва кінці кабелю розташовані недалеко один від одного та її може виконати одна людина. Якщо кінці довгого відрізка кабелю перебувають у різних приміщеннях будинку або в різних будинках, застосовується більш універсальний спосіб продзвонки за допомогою двох слухавок (рис. 8.12, в). Для цього телефонні та мікрофонні капсули в трубках з'єднують послідовно, і в цей ланцюг включають сухий елемент або акумулятор з напругою 1—2 В. Цей спосіб зручний також тим, що монтери можуть погоджувати свої дії, переговорюючись по телефону. На одному кінці кабелю монтер приєднує один провідник трубки до оболонки кабелю, а інший — до кожної з його жил. На іншому кінці кабелю другий робітник приєднує один провідник трубки до оболонки кабелю, а інший — по черзі до його жил. Якщо в трубці чується щиглик і монтери чують один одного, значить провідники трубки приєднані до однієї жили кабелю.

У деяких випадках продзвонка виконується за допомогою спеціального трансформатора з декількома відводами від вторинної обмотки (рис. 8.12, з). У цьому випадку початок обмотки підключають до заземлених оболонок кабелю, а відводи — до його жил. Далі записують напругу, подану на кожну з жил. Вимірюючи напругу між жилами та оболонкою на протилежному кінці кабелю та використовуючи записані значення напруги, неважко визначити приналежність кінців до тієї або іншої жили та виконати маркування.

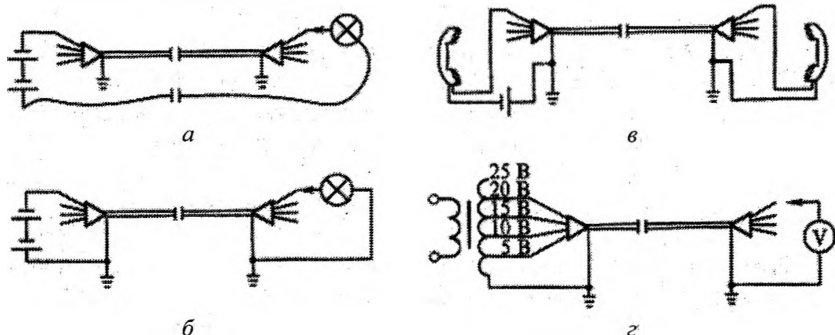


Рис. 8.12. Схеми продзвонки кабелів:

а, б — за допомогою лампи; в — за допомогою слухавок; з — з використанням спеціального трансформатора

Для маркування жил силових кабелів використовують відрізки вінілових трубок або спеціальні окінцювання, на яких незмивним чорнилом роблять написи.

Фазування кабелів. Для підвищення надійності електропостачання споживачів, а також у випадку, якщо потужності одного живильного кабелю недостатньо для нормальної роботи електроустановки, застосовують кілька паралельно прокладених кабелів. При цьому вони повинні підключатися до електроустановки з дотриманням порядку чергування фаз. Якщо ця умова не буде дотримана, то включення живлення викличе коротке замикання.

Визначення порядку чергування фаз при паралельному підключенні кабелів називається *фазуванням кабелів*.

Нехай шини двох розподільних пристроїв (рис. 8.13) зв'язані між собою кабелем 1, по якому електроенергія передається від РУ-1 до РУ-2. Для більшої надійності електропостачання паралельно працюючому кабелю прокладений кабель 2, причому його жили також повинні бути підключені до збірних шин так, щоб шина *A* в РУ-1 виявилася з'єднаною із шиною *A* в РУ-2. Ця вимога ставиться і до шин *B* та *C*. В установках напругою 380/220 В кабель фазують за допомогою вольтметра, розрахованого на лінійну напругу мережі, тобто кабель 2 у РУ-1 підключають до шин за допомогою рубильника, а в РУ-2 вольтметром вимірюють напругу між однією з жил цього кабелю та тією шиною, до якої передбачається її приєднати. Якщо вольтметр показує лінійну напругу, це означає, що жила кабелю та шина розподільного пристрою належать до різних фаз, і з'єднувати їх не можна. Нульове показання вольтметра свідчить про те, що жила кабелю та шина мають однаковий потенціал і, отже, належать до однієї та тієї ж фази, а тому їхнє з'єднання можливе. Так само фазують дві інші жили кабелю. При відсутності вольтметра можна скористатися двома послідовно з'єднаними лампами розжарювання з номінальною напругою 220 В (жила та шина, при включенні між якими лампи не горять, належать до однієї фази).

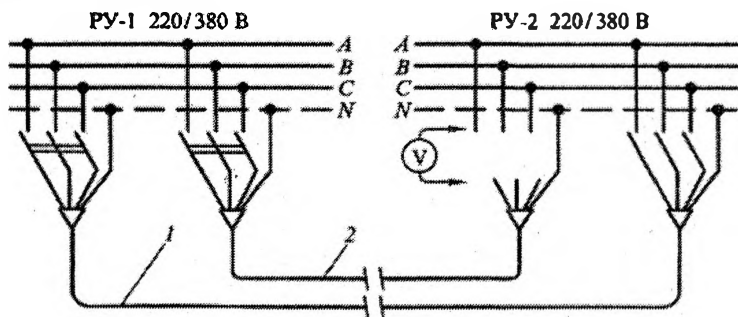


Рис. 8.13. Схема фазування кабелів 1 та 2

Варто пам'ятати, що тому що кабелі являють собою значну ємність, після фазування, продзвонки та випробування на їхніх жилах зберігається

значна напруга, викликана залишковим ємнісним зарядом. Тому після кожної подачі напруги на кабель його необхідно розряджати шляхом з'єднання кожної жили із системою заземлення.

Запитання для самоконтролю

1. Дайте визначення кабельного блоку.
2. Як виконується затягування кабелів у блок?
3. Що являють собою опорні кабельні конструкції?
4. Чи дозволяється використовувати лотки як заземлюючі провідники?
5. У чому полягає підготовка кабелю для прокладки в блоках?
6. Які правила монтажу електропроводок на лотках ви знаєте?
7. Дайте порівняльну характеристику схем продзвонки кабелів.
8. Для чого застосовується фазування кабелів та яка його схема?

Розділ 9. МОНТАЖ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ НА НАПРУГУ ДО 1 кВ

9.1. Загальні відомості про повітряні лінії

Електричні повітряні лінії (ПЛ) призначені для передачі та розподілу електричної енергії по проводах, розташованих на відкритому повітрі та прикріплених до різних опорних конструкцій. Повітряні лінії електропередачі можуть бути з напругою до 1 кВ включно та вище 1 кВ (3, 6, 10 кВ і вище по шкалі стандартної напруги).

Для кожного типу місцевості ПУЕ встановлені нормовані відстані підняття проводів над землею, а також від об'єктів, які перетинаються ними або паралельно розташовані з ними, іменовані відповідно габаритами проведення, габаритами перетинання та габаритами зближення.

Габаритом проведення ПЛ називається відстань по вертикалі від точки найбільшого його провисання до землі.

Габаритом перетинання називається найкоротша відстань по вертикалі від проведення до об'єкту, що перетинається ним. При перетинанні об'єктів, розташованих під повітряною лінією (доріг, рік), габарит перетинання визначається відстанню від нижнього проводу до об'єкта, а при перетинанні об'єктів, розташованих вище ПЛ (мостів, ліній електропередачі з більш високою напругою), — від верхнього проводу до об'єкта.

Габаритом зближення називається найкоротша відстань, що допускається, від нижніх проводів лінії до об'єктів (будинків, естакад, надземних комунікацій та ін.).

Відстань від проводів до землі або проїзної частини вулиці при найбільшій стрілі прогину повинна бути не менше 6 м. У важкодоступній місцевості її дозволяється зменшувати до 3,5 м, а в недоступній місцевості (скелі, стрімчаки) — до 1 м. Якщо відгалуження від ПЛ перетинає тротуар або пішохідну доріжку, відстань від проведення до землі також може бути зменшена до 3,5 м.

Якщо траса ПЛ проходить населеним пунктом, проведення підвішують не ближче 1,5 м від вікон, терас і балконів і не ближче 1 м від глухих стін. Проходження проводів над будинками (за винятком пристанційних службових будов і будиночків шляхових обхідників) взагалі не дозволяється. Опори можуть бути розташовані не ближче 1 м від трубопроводів і кабелів, не ближче 2 м від колодязів підземної каналізації та водорозбірних колодязів, не ближче 10 м від бензоколонок. Від підземних кабельних ліній зв'язку та сигналізації опори ПЛ варто встановлювати якнайдалі, і навіть у стиснутих умовах відстань між опорою та кабелем не повинна бути менше 0,5 м.

Дуже важливо правильно виконувати перетинання ПЛ. Перетинання двох ліній з напругою до 1 кВ найчастіше роблять на перехресних опорах. При перетинанні ПЛ різних класів проведення лінії з напругою вище 1 кВ

повинні розташовуватися над проводами лінії з напругою нижче 1 кв. Відстань між найближчими проводами, що перетинаються, повинна бути не менше 2 м для ліній з напругою 6—10 кВ і не менше 3 м — для ліній з напругою 35—110 кВ.

При перетинанні ПЛ з лінією зв'язку вертикальна відстань між їхніми проводами повинна бути не менше 1,5 м (проведення лінії зв'язку розташовують нижче проводів ПЛ).

Запитання для самоконтролю

1. Що являє собою ПЛ?
2. Які переваги ПЛ?
3. Що таке габарит проведення?
4. Що таке габарит перетинання?
5. Що таке габарит зближення?
6. Які габарити ПЛ, що проходить по населеному пункті?

9.2. Опори повітряних ліній

Опори служать для підвіски проводів на певній (залежно від напруги) висоті над рівнем землі або води.

Опори ліній виконуються дерев'яними, металевими або залізобетонними.

Деревина є найбільш дешевим матеріалом для спорудження опор і застосовується в основному в лісових районах країни. Для дерев'яних опор використовують сосну, модрина, ялину і ялицю. Істотним недоліком деревини є схильність її до загнивання. Однієї з найбільш стійких порід деревини є модрина. Сосна поступається модрині по міцності та гнило-стійкості, однак вона легко піддається просоченню спеціальними антисептиками, що перешкоджають гниттю деревини.

Просочення дерев'яних опор водорозчинними антисептиками може виконуватися як перед установкою їх на лінії, так і безпосередньо на лініях, що перебувають в експлуатації.

Для виготовлення металевих опор застосовуються звичайна вуглецева сталь марки Ст3 і низьколегована сталь марок 14Г2 і НЛ-2, а в рідких випадках алюмінієві сплави. Основним недоліком металевих опор є схильність їх до корозії: незахищена поверхня опори під дією вологи та повітря покривається шаром іржі, що приводить до втрати міцності конструкції.

Кращим способом захисту металевих опор від корозії є їхнє гаряче оцинкування. Крім того, для захисту опор застосовують різні антикорозійні лаки та фарби.

У наш час при спорудженні ліній став широко застосовуватися залізобетон. Застосування залізобетонних опор досить ефективно, тому що

вони не піддаються корозії та гниттю, тобто експлуатація їх значно простіше, ніж дерев'яних і металевих. Металеві деталі, які застосовуються при виготовленні залізобетонних опор, повинні бути оцинковані гарячим способом або захищені антикорозійними покриттями.

Залізобетонні опори за способом ущільнення бетону можуть бути вібровані та центрифуговані. Опори з віброваного бетону у свою чергу розрізняються за профілем на двотаврові, квадратні та прямокутні (рис. 9.1, а, б) і застосовуються для ліній з напругою до 35 кВ і ліній зв'язку. Центрифуговані залізобетонні опори виготовляються з високоміцного бетону, ущільнення якого відбувається за рахунок обертання їх навколо поздовжньої осі в спеціальній формі (центрифугі) при досить великій швидкості. Переріз центрифугованих опор кільцеподібні (рис. 9.1, в), тобто вони можуть мати конічну або циліндричну форму.

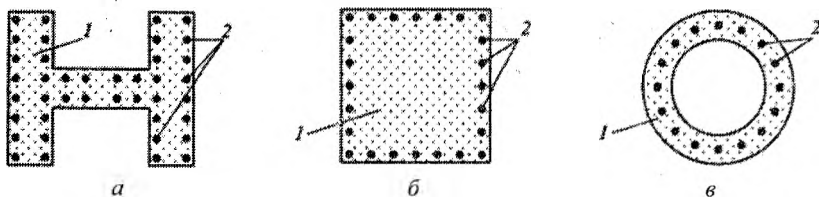


Рис. 9.1. Поперечний переріз стійок залізобетонних опор:
 а — двотаврове; б — квадратне; в — кільцеподібне;
 1 — бетон; 2 — сталевий стрижень і поздовжня арматура

Як арматури для залізобетонних опор використовуються сталеві стрижні та дріт. Для запобігання утворення тріщин при виготовленні залізобетонних опор до частини поздовжніх стрижнів арматури прикладаються розтяжні зусилля. Після затвердіння бетону ці стрижні створюють у ньому попередні напруги стиску. У таких опорах тріщини утворюються при значно більших навантаженнях, ніж в опорах з ненапруженими арматурами.

Типи опор. За призначенням розрізняють такі типи опор: проміжні, анкерні, кутові та спеціальні.

Проміжні опори (рис. 9.2), які є найчисленнішими на лінії, призначені для підтримування проводів на прямих ділянках траси.

Проведення кріпляться до опор через підтримуючі гірлянди ізоляторів. У нормальному режимі опори цього типу сприймають навантаження від ваги суміжних напівпрольотів проводів і тросів, ваги ізоляторів, лінійних арматур та окремих елементів опор, а також вітрові навантаження, обумовлені тиском вітру на проведення, троси та саму опору. В аварійному режимі проміжні опори повинні витримувати напруги, що виникають при обриві одного проводу або тросу. Відстань між двома сусідніми проміжними опорами називається **проміжним прольотом**.

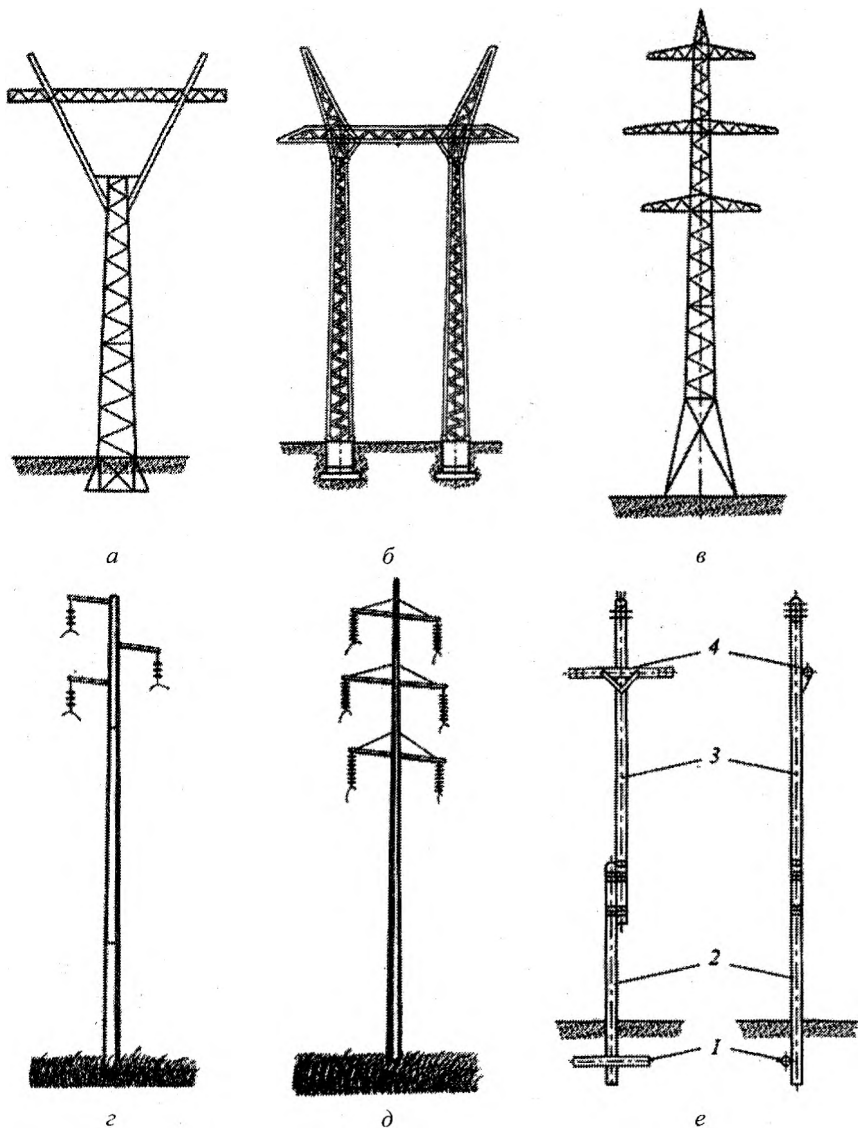


Рис. 9.2. Конструкції проміжних опор:

a — металева типу «чарки» з горизонтальним розташуванням проводів; *б* — металева портална з горизонтальним розташуванням проводів; *в* — металева для дволанцюгової лінії з розташуванням проводів «бочкою»; *г* — залізобетонна центрифугована для проводів з напругою 35 кВ; *д* — залізобетонна центрифугована для проводів з напругою 110 кВ; *е* — дерев'яна проміжна одностійкова типу «свічки»;
1 — ригель; *2* — пасинок-паля, *3* — стійка; *4* — траверса

Куткові опори можуть бути проміжними та анкерними. Проміжні куткові опори (рис. 9.3) застосовують звичайно при невеликих кутах повороту траси (до 20°).

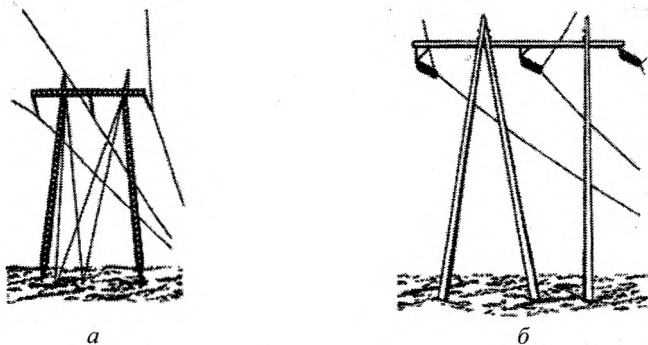
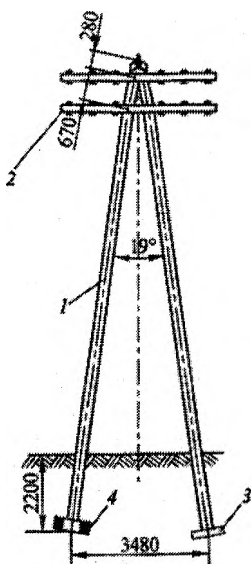


Рис. 9.3. Конструкції проміжних куткових опор:
 а — одноланцюгова портална з відтягненнями;
 б — дерев'яна для кутів повороту траси до 20°

Установлюються анкерні або проміжні куткові опори на ділянках лінії, де міняється її напрямок.

Проміжні куткові опори в нормальному режимі, крім навантажень, що діють на звичайні проміжні опори, сприймають сумарні зусилля від тяжіння проводів і тросів у суміжних прольотах, прикладені в точках їхнього підвісу на опори по бісектрисі кута повороту лінії.



Число анкерних куткових опор (рис. 9.4) становить звичайно невеликий відсоток від загального числа опор на лінії (10—15%). Застосування їх обумовлюється умовами монтажу ліній, вимогами, необхідними до перетинань ліній з різними об'єктами, природними перешкодами, тобто вони застосовуються, наприклад у гірській місцевості, а також коли проміжні куткові опори не забезпечують необхідної надійності.

Рис. 9.4. Анкерна кутова опора ПЛ з напругою до 1 кВ:
 1 — стійка; 2 — траверси; 3 — опорна плита;
 4 — анкерна плита

Використовуються анкерні кутові опори і як кінцеві опори, з яких проведення лінії йдуть у розподільний пристрій підстанції або станції. На лініях, що проходять у населеній місцевості, число анкерних кутових опор також збільшується. Проведення до анкерних кутових опор кріпляться через натяжні гірлянди ізоляторів. У нормальному режимі на ці опори, крім навантажень, зазначених для проміжних опор, діють різниця тяжіння по проводам і тросам у суміжних прольотах і рівнодіючі сил тяжіння по проводам і тросам.

Відстань між двома сусідніми анкерними опорами називають **анкерним прольотом**.

Відгалужуючі опори призначені для виконання відгалужень від магістральних повітряних ліній при необхідності електропостачання споживачів, що перебувають на деякій відстані від траси. **Перехресні опори** застосовуються для виконання на них схрещування проводів ПЛ двох напрямків. **Кінцеві опори** встановлюються на початку та кінці повітряної лінії. Для повітряних ліній застосовуються також **анкерні опори**, що мають підвищену в порівнянні з перерахованими вище типами опор міцність і більш складну конструкцію.

Для повітряних ліній з напругою до 1 кВ в основному застосовуються дерев'яні та залізобетонні опори.

Конструкції дерев'яних опор. Всі елементи дерев'яної опори діляться на основні — пасинки, стійки, траверси, і допоміжні — розкоси, розпірки, підтраверсні бруси, ригелі та підкоси.

Пасинок — нижня частина опори, що заглиблюється в землю. При великих розрахункових навантаженнях на кожен стійку опори встановлюють по два пасинок. Пасинки є однією з найбільш підданих загниванню деталей опор, тому найчастіше виготовляються із залізобетону.

Стійка — верхня частина опори, до якої кріпиться траверса. Кожна стійка з'єднується з пасинком двома дротовими бандажами. Стійка та пасинок утворюють ногу опори. Вони сприймають вплив основних навантажень при нормальному та аварійному режимах роботи лінії.

Траверси служать для підвіски проводів на гірляндах ізоляторів. На проміжних опорах без троса (див. рис. 9.2, е) траверсу кріплять на відстані 0,25 м від вершини стійки, на опорах із тросом — на відстані 2—2,5 м від вершини, що визначається умовами захисту лінії від грози.

Розкіс і розпірка служать для зміцнення основних елементів дерев'яних опор. Зусилля, що діють на розпірки та розкоси, незначні. Розкоси проміжної опори збільшують її жорсткість і знижують згинальні моменти, що діють на стійки. Розкоси та розпірки анкерних кутових опор утворюють разом з основними деталями жорстку конструкцію, що добре сприймає зусилля, спрямовані уздовж траверси.

Підтраверсні бруси встановлюються тільки на анкерних кутових опорах і служать для кріплення траверси до стійок. Кількість підтраверс-

них брусів залежить від навантажень на опору та коливається від чотирьох до восьми.

Грозозахисні троси підв'язуються безпосередньо до стійок опори. При недостатній довжині стійок застосовують металеві спеціальні тросостійки, які кріпляться на кінці основної стійки.

Ригелі служать для підвищення міцності установки опор у ґрунті. Розмір, число та глибина закладення ригелів залежать від навантаження на опору та властивостей ґрунту, у якому вона встановлюється.

У вільно розташованій одностійковій проміжній опорі (рис. 9.5, а) дерев'яна стійка 3 за допомогою дровових бандажів 2 закріплена на пасинку 1.

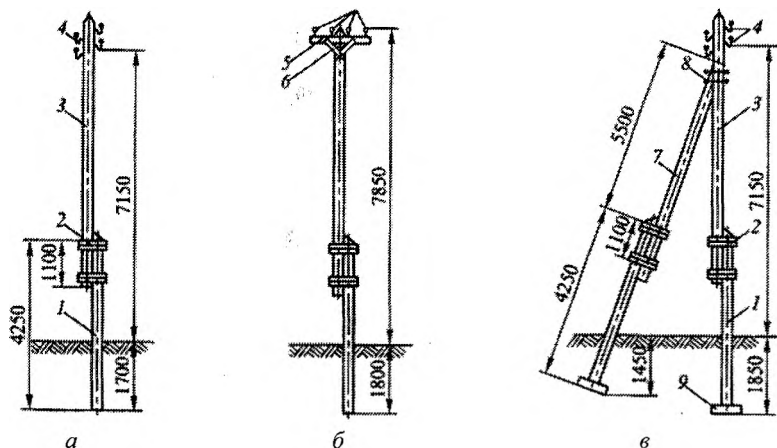


Рис. 9.5. Дерев'яні опори для ПЛ з напругою до 1 кВ:

- а — одностійкова з гаком; б — одностійкова із траверсою; в — анкерна;
 1 — пасинок; 2 — бандаж; 3 — стійка; 4 — гак; 5 — траверса; 6 — розкоси;
 7 — підкіс; 8 — болт; 9 — ригель

В основному застосовуються залізобетонні пасинки типу ПТО із трапецієвидним перерізом і довжиною 3,25 або 4,25 м, значно рідше — дерев'яні пасинки довжиною 4,5 м. Довжина з'єднання стійки із залізобетонним пасинком повинна бути 1,1 м, а з дерев'яним — 1,3 м. Довжина стійки для підвіски п'яти проводів повинна бути не менше 7,5 м при пасинку 3,25 м і не менш 6,5 м при пасинку 4,25 м. У верхній частині опори в шаховому порядку на відстані 200 мм вкручені гаки 4; такої ж відстані дотримуються між верхнім гаком і скосом стійки. Замість гаків на опорі може бути змонтована траверса 5 (рис. 9.5, б) з розкосами 6 для ізоляторів.

У дерев'яній анкерній опорі на пасинках (рис. 9.5, в) стійка 3 опори закріплена на пасинку 1 дрововими бандажами 2. Для сприйняття зусиль від однобічного тяжіння проводів опора має дерев'яний підкіс 7, що має пасинок. Підкіс зі стійкою з'єднаний врубкою і двома болтами 8 або металевими накладками. У верхній частині опори встановлені гаки 4.

Для міцності закріплення анкерних та особливо кутових опор у ґрунті до пасинків стійки та підкоса кріпляться дерев'яні або залізобетонні ригелі 9.

Запитання для самоконтролю

1. Для чого служать опори?
2. Із чого виготовляються опори?
3. Які матеріали застосовуються для виготовлення металевих опор?
4. Як підрозділяються залізобетонні опори?
5. Які типи опор ви знаєте?
6. Чим обробляється деревина?
7. Дайте визначення пасинка.
8. Для чого служить траверса?
9. Для чого служать розкіс і розпірка?
10. Де та для чого встановлюються підтраверсні бруси?

9.3. Ізолятори, проводи та троси

Ізолятори призначені для підвіски проводів до опор і створення необхідного електричного опору між проводами, що перебувають під напругою, і опорною. Умови роботи ізоляторів визначають вимоги до їхнього матеріалу та конструкції.

Лінійні ізолятори виготовляють із високоміцної електротехнічної порцеляни, основною сировиною для якої служить біла глина — каолін.

Замість порцелянових ізоляторів іноді застосовуються ізолятори зі спеціального загартованого скла. У скляних ізоляторів механічна міцність вище, а розміри та маса менше. Крім того, скляні ізолятори не мають глазури, на якій згодом з'являються тріщини, тому вони відрізняються більшим терміном служби. До того ж скло є більш дешевим матеріалом.

Для ПЛ з напругою до 1 кВ використовують також штирові ізолятори типу ШН і ШЛН. Штирові ізолятори типу ШС і ШД (рис. 9.6) встановлюють на сталевих гаках. Проводи ПЛ розташовуються на головці або шийці штирових ізоляторів і прикріплюються до неї сталевим оцинкованим дротом.

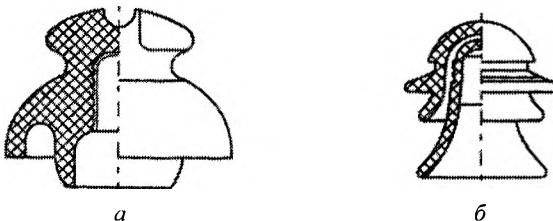


Рис. 9.6. Штирові лінійні ізолятори типів ШС (а) і ШД (б)

Гаки та штирі для кріплення ізоляторів показано на рис. 9.7. Для ПЛ з напругою до 1 кВ використовуються гаки типу ГН, що виготовляють із круглої сталі діаметром 12—18 мм, або типу ГВ залежно від типу ізолятора.

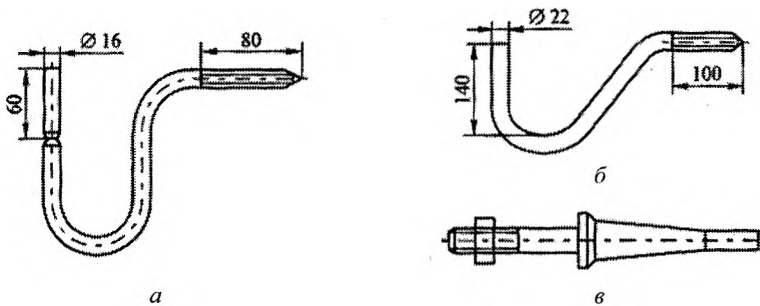


Рис. 9.7. Деталі для кріплення ізоляторів:
 а — гак ГН-16; б — гак ГВ-22; в — сталевий штир типу ШН або ШУ

Проводи є одним з основних елементів ліній електропередачі. Від правильного вибору матеріалу, перерізу та конструкції проводів і тросів залежать техніко-економічні показники електропередачі та вартість спорудження лінії.

Для виготовлення проводів застосовуються наступні матеріали: мідь, бронза, алюміній і його сплави, сталь.

Сталеві проводи при високій механічній міцності мають великий електричний опір, тому використовуються при передачі невеликої електричної потужності на малі відстані (у невеликих містах і селищах). Для ПЛ застосовуються проводи сталеві однодротові (ПСО) діаметром 3—5 мм і сталеві багатодотові проводи із присадкою міді (0,2 % — ПС або 0,4 % — ПМС). На відміну від однодротових проводів обміднені сталеві проводи розрізняються не за діаметром, а за перерізом (наприклад, проводи ПС-50, ПСМ-70).

Застосування однодротових проводів для повітряних ліній обмежується їхньою низькою надійністю. Однодротові проводи з великим перерізом не виробляються. Багатодотові проводи можуть мати різне число дротів з одного або різних мегалів.

Особливим видом багатодотових проводів є комбіновані проводи — сталеві бронзові та сталеві алюмінієві. Внутрішні витки таких проводів виконуються з високоміцного сталевих дроту, а зовнішні — із бронзового або алюмінієвого. Сталевий сердечник збільшує міцність проводу. У сталевих алюмінієвих проводах вдало поєднується досить висока провідність алюмінію з високою механічною міцністю сталі. Сталеві алюмінієві проводи в наш час є основним видом проводів, які застосовуються при спорудженні ліній.

У маркуванні проводів вказуються матеріал, з якого вони виготовлені, і номінальний переріз їхньої провідної частини. Мідні проводи маркуються буквою М, алюмінієві — А, сталєалюмінієві — АС, АСО, АСУ (відповідно нормальні, полегшені та посилені, що відрізняються один від одного різним співвідношенням перерізу алюмінію та стали).

За умовами механічної міцності для повітряних ліній з напругою до 1 кВ застосовуються однодротові та багатодотові проводи з перерізом не менше: алюмінієві — 16 мм², сталєалюмінієві та біметалічні — 10 мм², сталеві багатодотові — 25 мм², а також сталеві однодротові проводи з діаметром 4 мм.

Розплетені проводи, а також однодротові сталеві проводи з діаметром вище 5 мм та однодротові біметалічні проводи з діаметром вище 6.5 мм застосовувати забороняється. Грозозахисні троси виготовляються з оцинкованих високосортних сталевих дротів, звитих у загальний трос.

Запитання для самоконтролю

1. Для чого застосовуються ізолятори?
2. З яких матеріалів виготовляються ізолятори?
3. Що являють собою однодротові та багатодотові проводи, які особливості їхнього застосування?
4. Що таке комбіновані проводи, які їхні переваги та особливості застосування?
5. Які види ізоляторів ви знаєте?
6. Які деталі використовуються для кріплення ізоляторів?

9.4. Монтаж повітряних ліній електропередачі

Технологічний процес монтажу лінії електропередачі (ЛЕП) містить у собі:

- підготовчі роботи, у ході яких знайомляться із районом проходження траси, розбивають трасу, рубають просіки, риють котловани під опори, підготовляють різного роду виробничі, господарські та комунальні приміщення;
- основні будівельно-монтажні роботи, у ході яких розвозять по місцях, збирають і встановлюють опори, доставляють і монтують ізолятори, проводи, троси.

Розбивка траси повітряних ліній і риття котлованів під опори. Розбивкою траси називають комплекс робіт з визначення на місцевості проектних напрямків повітряної лінії та місць установки опор.

Траса повинна бути прокладена на місцевості так, щоб після спорудження лінії забезпечувалися нормальні умови руху транспорту та пішохідів, а також зручність обслуговування та ремонту всіх елементів лінії.

Мінімально припустимі відстані від опор і проводів лінії до підземних трубопроводів, каналізаційних труб і кабелів — 1 м, до пожежних гідрантів, водорозбірних колонок, колодязів (люків) підземної каналізації — 2 м, до бензороздавальних колонок — 5 м.

Опори ПЛ, розрахованої на напругу до 1000 В, як правило, не вимагають фундаментів, їх встановлюють безпосередньо в ґрунт, тому після розмітки осі траси та центрів опор риють котловани під опори. Для риття котлованів під опори, встановлювані безпосередньо в ґрунт, застосовують спеціальні землерийні машини на автомобільному або гусеничному ході. Використання бурових машин виключає важку та малопродуктивну ручну працю та гарантує надійне закріплення опори в ґрунті.

Вручну котловани риють у місцях, де є численні та розгалужені підземні комунікації (кабельні лінії, трубопроводи, тунелі, колектори та ін.).

Дерев'яні та залізобетонні опори вивозять на трасу на автомашинах. Залізобетонні опори дуже чутливі до ударів, тому їхнє навантаження, перевезення та вивантаження варто робити з великою обережністю. Зокрема, забороняється скидати опори із платформи при розвантаженні та тягті їх волоком по землі при переміщенні.

Ізолятори та арматури перевозять по трасі в міцних дерев'яних ящиках або контейнерах, а барабани із проводами або тросами вантажать і перевозять із застосуванням механізмів, аналогічних тим, які використовуються при кабельних роботах.

Зборка та оснащення опор виконуються до підйому та установки їх у котловані, що дозволяє застосовувати різні механізми та у такий спосіб набагато полегшити працю монтажників

Підйом та установка опор. Установка зібраної опори в котловані — це операція, пов'язана з підйомом і переміщенням великогабаритного вантажу зі значною масою, тому при монтажі повітряних ліній широко застосовуються канати, троси, пристосування для стропування, шарніри, поліспасти та ін.

Одностійкові дерев'яні або залізобетонні опори встановлюють за допомогою піднімального крана або бурокранової установки в наступному порядку. Зібрану опору підтаскують до котловану та укладають так, щоб її центр ваги приблизно збігався із центром котловану. Такелажний строп кріплять на відстані 1—1,5 м від центра ваги опори ближче до вершини (щоб після підйому нижня частина опори була спрямована униз під дією сили ваги). До нижньої частини опори (або пасинка, якщо він є) на відстані близько 3 м від кінця прив'язують мотузкове відтягнення довжиною 10—15 м. Піднімальний кран або буро-кранову установку закріплюють на виносних опорах на відстані 0,5 м від краю котловану, потім опускають гак кранової лебідки та на нього надягають петлю такелажного стропа. Після підйому низ опори направляють у котлован, а під час спуску стійку розвертають так, щоб гаки або траверси на опорі були спрямовані стропо

перпендикулярно осі траси. Після повного занурення положення опори вивіряють по виску та між стінками котловану і тілом опори або пасинка забивають дерев'яні клини для тимчасового закріплення.

Далі котлован засипають наполовину, знімають такелажний строп, відводять піднімальну установку та остаточно засипають котлован.

При відсутності необхідних механізмів допускається встановлювати вручну невелике число одностійкових опор за умови дотримання необхідних запобіжних заходів. Для підйому одностійкової опори вручну її попередньо піднімають на руках настільки, щоб вершина перебувала на висоті 2,5—3 м від землі, після чого її починають підтримувати баграми та рогаками. Поступово, перебираючи баграми та рогаками, опору піднімають, при цьому нижня частина опори, сковзаючи по вертикально встановленій у котловані дошці, опускається в котлован. Коли нижня частина опори встане на дно котловану, її вирівнюють по виску та перевіряють, чи перебуває вона в створі лінії, чи спрямовані уздовж лінії площини сполучних стійок із приставками та чи немає виступаючої кривизни опори.

Техніка безпеки при установці опор. Вирішальною умовою безпечної роботи при монтажі опор є справний стан такелажу. Всі піднімальні механізми (лебідки, блоки, поліспасти) повинні бути зареєстровані, тобто в документах повинні бути записи про щорічні огляди та випробування.

До початку робіт весь такелаж незалежно від дати останніх випробувань перевіряють, установлюючи наявність тріщин у гаків, блоків, ступінь зношеності осей роликів, порушення цілості звивок тросів і пасом канатів.

При будь-яких несправностях елементів такелаж не можна використовувати для роботи.

Перед початком підйому перевіряють надійність закріплення гальмових тросів і розчалувань, міцність кріплення тягових тросів опори, піднімальних тросів до автокранів і тракторів.

Особливо ретельно перевіряють справність стріл і надійність їхньої установки. Для більш рівномірного розподілу тиску на ґрунт під ноги стріл підкладають дошки або колоди.

Під час підйому опори ніхто із працюючих не повинен перебувати безпосередньо під опорою, тросами або в котловані, а також у районі можливого падіння опори або стріли. Всі робітники повинні бути розставлені по робочих місцях і перебувати в полі зору бригадира.

Опора після підйому повинна бути негайно закріплена. Біля опор, тимчасово закріплених розчалуваннями, ставлять охорону.

Влазити на опору дозволяється тільки після повного її закріплення. Під час роботи на опорі під нею не повинен ніхто перебувати, щоб уникнути нещасного випадку в результаті падіння інструментів, деталей такелажу та ін.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке розбивка траси ПЛ?
2. Які припустимі відстані від ЛЕП до різних споруджень?
3. Який порядок розбивки траси?
4. Які механізми застосовуються для риття котлованів?
5. Які ви знаєте способи підйому та установки опор?
6. У чому полягає техніка безпеки при установці опор?

9.5. Монтаж проводів і тросів

Монтаж проводів і тросів складається з їхнього розкочування, з'єднання, натягування, кріплення та заземлення.

Розкочування проводів. Барабан з проводом установлюють на трасі ПЛ з таким розрахунком, щоб намотаний на нього провід використати повністю без додаткового переміщення. Розташування барабану повинне відповідати умовам розкочування та конструкції розгортальних механізмів. Розкочування проводів для ПЛ можна виконувати двома способами — волочінням і з барабана, що рухається.

Волочіння застосовується при відсутності розгортальних транспортних засобів і у випадках, коли ці засоби не можуть бути використані за умовами місцевості. Під час волочіння по землі можливе ушкодження проводу, тому цей спосіб найкраще використовувати при монтажі коротких ліній і на ділянках, де є м'який ґрунт, трав'яний або сніжний покрив. Як правило, розкочування волочінням суміщають із підйомом проводів на проміжні опори. Барабан із проводом установлюють за 10—15 м до опори, з якої починають розкочування. Якщо відсутні кабельні домкрати або спеціальні розгортальні верстати, у землі риють котлован, у який можна вільно опустити барабан до половини. За допомогою вала, покладеного на краї котловану, барабан підвішують, щоб він міг вільно обертатися. Після цього відмотують 25—30 м проводу, піднімають його на опору та надягають на розгортальний ролик, підвішений до гака.

На кінець проводу, що звисає з опори, надягають клиновий монтажний затискач (рис. 9.8), що складається з обойми 1, крізь верхню частину якої проходить провід 3, а в нижній частині вільно переміщається сталевий клин 2, що має в площині, зверненій до проводу, невелику насічку. В обоймі є отвір 4 для приєднання тягового троса. Для закріплення затискача на проводі досить просмикнути його у верхню частину обойми, вручну підсунути клин у бік його меншого кута (до дотику насічки із проводом), а потім сильно потягнути в ту ж сторону провід. Після закінчення натяжки затискач легко знімається із проводу (для цього досить не сильно вдарити молотком по обоймі з боку, протилежного напрямку натяжки).

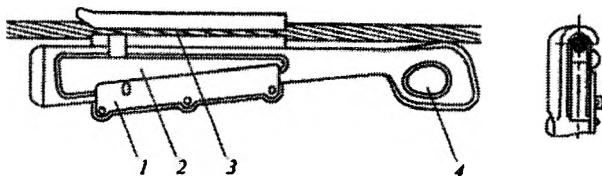


Рис. 9.8. Монтажний клиновий затискач:
1 — обойма; 2 — клин; 3 — провід; 4 — отвір

Коли затискач закріплений на проводі, до нього кріплять тяговий трос і за допомогою лебідки (при невеликих прольотах і малому перерізі проводів — вручну) роблять розкочування проводу з барабана. Після того як кінець проводу досяг наступної опори, на неї також підвішується ролик і розкочування триває. У цей час барабан злегка пригальмовують, щоб провід з нього не збігав. Застосування розгортальних роликів збільшує схоронність проводів при волочінні. При розкочуванні з барабана, що рухається, кінець проводу закріплюють на початку ділянки, а барабан установлюють на транспортний засіб. З початку руху останнього по трасі провід плавно сходить із барабана, не волочачись по ґрунті, і його ушкодження практично виключене. Після розкочування провід піднімають на опори та надягають на розгортальні ролики.

Для підвищення продуктивності праці часто розгортають кілька проводів одночасно. З'єднання проводів ПЛ може виконуватися скручуванням, обтисненням або обпресуванням в овальних з'єднувачах, термітним зварюванням, за допомогою болтових з'єднань та інших способів.

Натягування проводів. Розкатані уздовж лінії проводи піднімають тичинами та закидають на гаки опор. Щоб не поплутати проводи, рекомендується підняти та натягнути спочатку один (самий верхній) з них, а потім по черзі інші.

При підвішуванні проводів необхідно дотримувати певний порядок їхнього розміщення на опорах ПЛ. Ця вимога викликана тим, що при зміні температури навколишнього середовища стріли прогину проводів з різних матеріалів змінюються неоднаково: найбільші зміни стріли прогину при мінімальній і максимальній температурах властиві алюмінієвим проводам. При найбільш несприятливих умовах (наприклад, при температурі навколишнього середовища, близької до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) алюмінієві проводи, розташовані у прольоті нижче мідних або сталевих проводів, можуть наблизитися до них на небезпечно близьку відстань і навіть торкнутися їх. Щоб виключити можливість порушення нормованих відстаней між проходами при вертикальному розташуванні на опорі проводок з різних металів, алюмінієві проводи містяться вище інших проводів, а сталеві — нижче.

Стріла прогину — це вертикальна відстань від прямої, що з'єднує точки підвісу проводу або тросу на сусідніх опорах, до будь-якої точки

проводу або тросу в прольоті (рис. 9.9). Якщо точки підвісу проводу перебувають на одному рівні, то найбільша стріла прогину буде в середині прольоту.

До натягування проводів необхідно перевірити справність розгортальних роликів, а також подивитися, чи немає перехрещування проводів у прольоті. Проводи натягають між двома анкерними опорами, тобто в межах одного анкерного прольоту. Після розкочування та підйому на проміжні опори проводу, надійно закріпивши його на першій анкерній опорі, витягають по всьому анкерному прольоті через розгортальний ролик, закріплений на другій анкерній опорі.

Після того як проводи витягнуть приблизно до необхідної стріли прогину, відзначивши поблизу другої анкерної опори місце установки монтажного клинового затискача, його опускають на землю, установлюють затискач, а до затискача кріплять трос тягового пристрою. Потім проводи знову піднімають на опору, накидають на розгортальний ролик і приступають до натягування.

Необхідна стріла прогину методом візування в будь-якому прольоті відомої довжини (рис. 9.10) установлюється в такий спосіб. По монтажних кривих або таблицях визначають необхідну стрілу прогину та на відстані H від точок підвісу проводу A і B на опорах 1 та 6 установлюють спеціальні візирні рейки 2 та 5 . Нижня точка проводу в прольоті повинна збігтися з візирною прямою 3 .

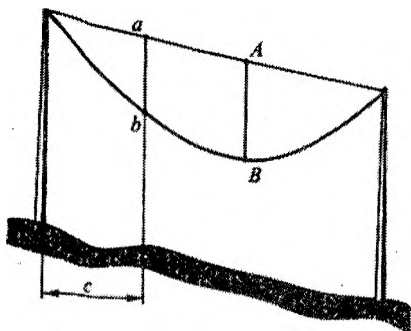


Рис. 9.9. Положення проводу в прольоті:
 AB — найбільша стріла прогину;
 ab — стріла прогину проводу на відстані c від опори

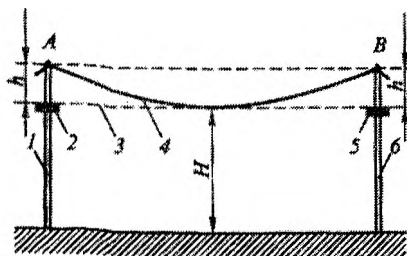


Рис. 9.10. Установка необхідної стріли прогину методом візування:
 $1, 6$ — опори; $2, 5$ — візирні рейки;
 3 — візирна пряма; 4 — проводи;
 h — стріла прогину; H — максимальна відстань між проводом і землею

Після установки візирних рейок витягають проводи 4 тяговим пристроєм. Для зручності візування провід спочатку трохи перетягають, піднімаючи його на $0,3$ — $0,5$ м вище візирної лінії, і в такому положенні

витримують кілька хвилин, щоб він витягнувся під дією власної ваги. Потім по команді монтера, що перебуває на одній з опор і виконує візування, провід плавно опускають до лінії 3. Як тільки нижня точка проводу в прольоті збіжиться з візирною лінією, монтер, що візує стрілу прогину, подає сигнал зупинки тягового пристрою, отримана стріла прогину і буде відповідати необхідній за умовами монтажу.

Після досягнення необхідної стріли прогину тяговий трос від монтажного затискача від'єднують. Монтер, що перебуває на анкерній опорі, кріпить проводи до ізолятора в'язальним дротом, що повинен бути однорідним з матеріалом проводу. Так само натягають і інші проводи лінії.

При вертикальному розташуванні проводів на опорі стрілу прогину починають установлювати з верхнього проводу, а при горизонтальному — із середнього.

Кріплення проводів. Якщо навантаження проводів на ізолятор не перевищує його механічної міцності, на проміжних опорах застосовують одинарне кріплення їх на шийку ізолятора (рис. 9.11, а).

При підвищених навантаженнях, а також у населеній місцевості використовують проміжне подвійне кріплення проводів (рис. 9.11, б). Для цього над основним ізолятором 3, до якого прив'язаний провід 1, встановлюють додатковий ізолятор 5 і за допомогою плашкових затискачів 2 і додаткового відрізка проводу 4 закріплюють провід вдруге.

Якщо кут повороту ПЛ не перевищує 60° , то проводами обгинають ізолятори із зовнішньої сторони кута повороту (рис. 9.11, в), якщо кут повороту перевищує 60° , то на опорі встановлюють додаткові ізолятори. Дуже часто на кутових опорах виконують подвійне кріплення проводів.

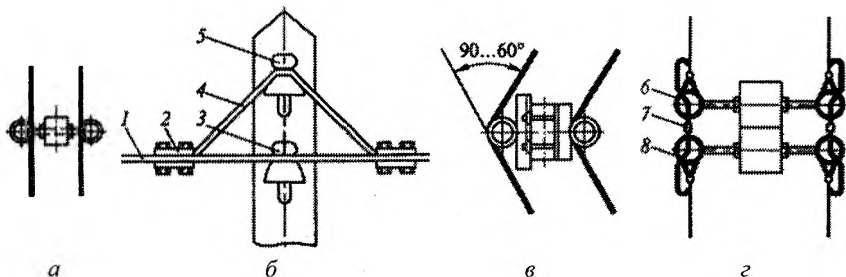


Рис. 9.11. Способи кріплення проводів на ізоляторах:

а — одинарне на шийку; б — проміжне подвійне;

в — огинаючи із зовнішньої сторони; г — анкерне одинарне;

1 — провід; 2 — плашковий затискач; 3 — основний ізолятор; 4 — додаткова ділянка проводу; 5 — додатковий ізолятор; 6, 8 — ізолятори; 7 — анкерна петля

Проводи на ізоляторах анкерних опор кріпляться наглухо петлею за допомогою болтових плашкових затискачів. При такому анкерному одинарному кріпленні проводів (рис. 9.11, г) електричний контакт між

проводами різних анкерних прольотів відсутній, тому для створення безперервного електричного ланцюга монтують перемичку (анкерну петлю). Точно так само виконується одинарне кріплення проводів на кінцевій опорі (але без анкерної петлі). При виконанні відгалужень на опорах установлюють багатощийні ізолятори типу РФО, і на одній із шийок проводу використовують одинарне кріплення, а на іншій — анкерне. Електричний зв'язок між лінією та відгалуженням здійснюється через додаткову перемичку, що приєднується до проводів за допомогою затискачів.

Анкерне кріплення проводу за допомогою плашкових затискачів виконується досить просто та швидко. Кінець проводу, що виходить із монтажного затискача, на якому продовжує триматися натягнутий анкерний проліт, згинають петлею, обидві сторони якої закладають у канавки затискача. Потім петлю надягають на шийку ізолятора, а сам затискач установлюють на відстані 80—120 мм від нього, і в такому положенні затягують болти затискача. Після цього можна послабити тяговий трос і зняти із проводу монтажний затискач, тому що анкерний проліт по обидва боки вже закріплений на ізоляторах. Якщо вільний кінець проводу має значну довжину і йде в наступний анкерний проліт з ізолятора 6, залишають досить вільну анкерну петлю 7, а потім на ізоляторі 8 роблять наступне анкерне кріплення. Якщо вільний кінець проводу короткий, починають розкочування наступного барабана із проводом і після анкерного кріплення нового проводу на ізоляторі 8 з'єднують кінці двох проводів в анкерну петлю термітним зварюванням.

На анкерних опорах при необхідності виконують перехід з однієї марки проводу на іншу. Для цієї мети застосовуються петльові перехідні затискачі типу ПП, за допомогою яких кінці проводів різних марок з'єднують в анкерну петлю.

Після закріплення проводу на анкерних опорах прив'язують проводи на ізоляторах всіх проміжних опор. Ця операція може виконуватися з гідропідійомників або телескопічних вишок, а при монтажі ПЛ з напругою до 1 кВ найчастіше безпосередньо з опори. Для в'язання алюмінієвих або сталевих алюмінієвих проводів використовують алюмінієвий дріт діаметром 3,5 мм, а для в'язання сталевих проводів — м'який сталевий оцинкований дріт діаметром 2—2,7 мм. Довжина відрізка дроту для в'язання повинна бути не менше 300 мм. Найчастіше при кріпленні проводів на проміжних опорах використовують метод бічного в'язання на шийку ізолятора.

Розташування фазних проводів на опорі може бути будь-яким, а нульовий провід повинен перебувати нижче фазних. Над нульовим проводом розміщують проводи лінії зовнішнього освітлення.

Заземлення повітряних ліній. Заземлення є останньою операцією монтажу повітряних ліній.

Штирові ізолятори, установлювані на опорах, при нормальних умовах роботи забезпечують надійну ізоляцію проводів від елементів опори.

Однак досить часто напруга на лінії в сотні та навіть тисячі разів може перевищувати номінальну напругу, на яку розрахована її ізоляція, тобто може відбутися пробій ізоляторів і вихід лінії з ладу. Напруга, що створює небезпеку для ізоляції ПЛ, називається *перенапругою*.

Щоб обмежити перенапругу та забезпечити безпеку людей, варто зменшити опір розтіканню струму в землі. Для цієї мети встановлюється захисне заземлення ПЛ.

Гаки та штирі залізобетонних опор у мережах із заземленою нейтраллю, а також арматури цих опор заземлюють шляхом приєднання до заземленого нульового проводу провідниками діаметром не менше 6 мм. Гаки та штирі на дерев'яних опорах не заземлюють, за винятком випадків, коли лінія проходить по населеній місцевості з одно- і двоповерховою забудовою та не екранована високими трубами, деревами і т. ін. Така лінія повинна мати захист від атмосферних перенапруг у вигляді заземлюючих пристроїв з опором не більше 30 Ом, встановлюваних на відстані 100—200 м один від одного залежно від середньорічного числа гроз у даній місцевості. Обов'язково заземлюють опори з відгалуженнями до введень у будинки та кінцеві опори, що мають відгалуження до введень (на цих же опорах рекомендується встановлювати вентиляльні розрядники).

Після монтажу контуру заземлення на опорі виконують заземлюючий спуск. Матеріалом для нього служать сталеві смуга або прутки такі ж, які застосовувалися для з'єднання між собою заземлювачів. Унизу спуск з'єднують із контуром заземлення, угорі — з металевими частинами опори. На рис. 9.12, *а* показано контур заземлення, що складається із заземлювачів 2, смуги або прута 1, що їх з'єднує, і спуска 3. Через кожні 300 мм спуск закріплюється на опорі скобами. Верхня частина спуска виступає над вершиною опори на 100 мм і служить блискавковідводом. Для заземлення металевих арматур опори (рис. 9.12, *б*) до спуска 3 приєднують болтовими затискачами або зварюванням перемички 4, що передають нульовий потенціал землі на гаки 6 і нульовий провід 5.

Згідно з ПУЕ в електроустановках із глухозаземленою нейтраллю нульові проводи насамперед повинні бути заземлені на початку ПЛ біля джерела живлення (електростанції або трансформаторної підстанції). При цьому монтувати контур заземлення біля першої опори немає потреби. Крім того, через кожен кілометр лінії на опорах встановлюється повторне заземлення. Опір кожного з повторних заземлювачів повинен бути не більше 10 Ом для ПЛ потужністю понад 100 кВА и не більше 30 Ом для ПЛ потужністю до 100 кВА.

Повітряним введенням називають ділянку повітряної лінії, призначену для подачі електроенергії від ПЛ до споживачів в середині будинку. Таке введення можна виконувати неізольованими та ізольованими мідними, алюмінієвими та сталевими проводами. Розташування лінії введення щодо елементів будинку може бути будь-яким, відстань від проводів вве-

дення до виступаючих і близько розташованих деталей будинку повинна бути не менше 200 мм, а кут між проводами та стіною будинку — не менше 45°. Для будь-якої конструкції введення габарит його проводів повинен бути не менше 2,75 м (як виняток для ізольованих проводів 2,5 м).

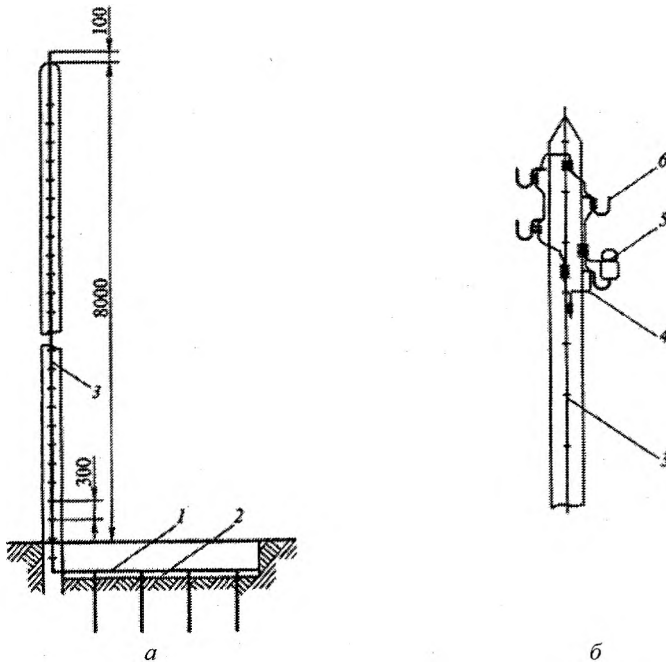


Рис. 9.12. Контур заземлення на дерев'яній одностійковій опорі:
а — загальний вид; *б* — заземлення арматур;
 1 — сполучна смуга; 2 — заземлювач; 3 — спуск; 4 — перемичка;
 5 — нульовий провід; 6 — гак

Довжина повітряного введення, тобто відстань від осі траси ПЛ до місця входу проводів у будинок, не повинна перевищувати 25 м. Переріз мідного проводу введення повинен бути не менше 4 мм², алюмінієвого — не менше 10 мм². Якщо відстань від ПЛ до будинку перевищує 25 м, потрібна додаткова проміжна опора. У цьому випадку повітряне введення розглядається вже як ділянка ПЛ, тому тут можливе застосування мідних проводів з перерізом від 6 мм², а алюмінієвих — від 16 мм².

Проміжні опори встановлюють і у тому випадку, якщо натягування введення по прямій лінії неможливо (наприклад, якщо кут при введенні проводів у найближчу стіну менше 45° або за якимись причинами введення повинно бути виконане на стороні будинку, розташованій перпендикулярно осі ПЛ).

Монтаж повітряного введення через стіну будинку (рис. 9.13) ведеться в наступному порядку. У стіні з дотриманням монтажних відстаней закріплюють гаки з ізоляторами (відстань між гаками 200—300 мм).

На 100—150 мм нижче гаків у стіні пробивають проходи для проводів, у які закладають відрізки ізоляційної трубки. Краї отворів оформляють втулкою зсередини та коронкою зовні. Отвір для проводів може бути загальним, але проводи при цьому повинні бути прокладені в окремих трубках. У кам'яні стіни можна вмазувати вертикальні або горизонтальні металоконструкції із закріпленими на них штирями або гаками для армування ізоляторів.

Якщо будинок має малу висоту і габарит, обумовлений нормами, витримати неможливо, введення монтують через дах (рис. 9.14), використовуючи трубчасту стійку.

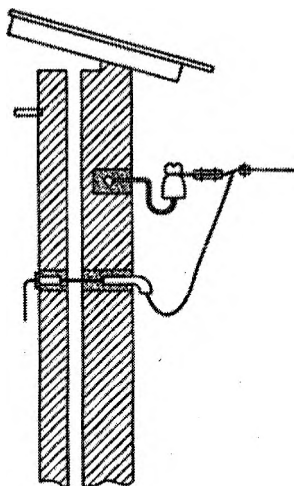


Рис. 9.13. Повітряне введення в будинок через стіну

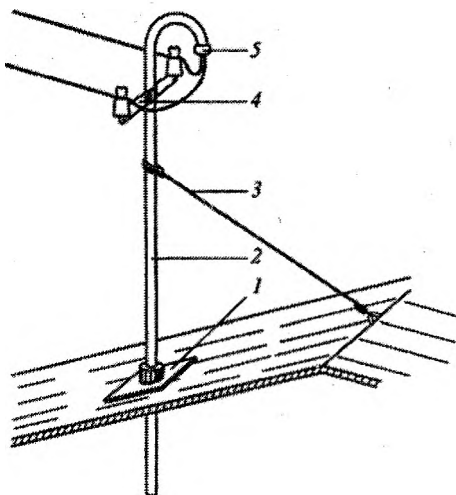


Рис. 9.14. Повітряне введення через дах:
1 — під'ятник; 2 — труба; 3 — відтягнення; 4 — траверси; 5 — ізоляційна втулка

На водогазовій товстостінній трубі 2 зміцнюють під'ятник 1 для кріплення труби до даху та металеву траверсу 4 із установленими на ній ізоляторами. Верхній кінець стійки, призначений для введення проводів, згинають під кутом 180° з радіусом вигину, необхідним для даного діаметра труби. У вигнутий кінець труби вставляють ізоляційну втулку 5. Стійку надійно закріплюють на даху під'ятником і відтягненням 3 зі сталевї катанки (діаметром не менше 4 мм). При монтажі стійки потрібно, щоб напрямок відтягнення збігався з лінією тяжіння проводів введення. Відстань від ізоляторів до даху повинна бути не менше 2,5 м.

При здачі лінії в експлуатацію перевіряють: всі елементи лінії (оглядом із землі); міцність кріплення траверс, підкосів пасинків, ізоляторів і проводів (верховий огляд); глибину установки опор (вибірково, але не менше 10 %); стрілу прогину проводів; відстань від нижчої точки провисання проводів до землі; габарити проводів, зближень і перетинань.

Запитання для самоконтролю

1. Які основні етапи монтажу проводів і тросів?
2. Які правила установки барабана із проводом на трасі?
3. У чому складаються особливості розкочування проводів способами волочіння та з барабана, що рухається?
4. Як використовується клиновий затискач при розкочуванні проводів?
5. Як піднімаються на опори та натягаються проводи ПЛ?
6. Як установлюється необхідна стріла прогину проводу в прольоті?
7. Що являє собою проміжне подвійне кріплення проводів?
8. Як виконується заземлення ПЛ?
9. Як виконуються повітряні введення в будинки?

Розділ 10. МОНТАЖ КОМПЛЕКТНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ

10.1. Основні відомості про комплектні трансформаторні підстанції на 10 кВ

Комплектна трансформаторна підстанція (КТП) складається із трансформаторів і блоків, що поставляються у зібраному або повністю підготовленому для зборки виді.

В експлуатації КТП надійні та безпечні, тому що їхня конструкція виключає можливість випадкового дотику до струмоведучих частин. Ревізія та заміна ушкодженої комутаційної апаратури здійснюються швидко, без складних демонтажних або монтажних робіт і відключення інших електроприймачів, що живляться підстанцією.

Застосовуються вони головним чином як понижуючі трансформаторні підстанції для електропостачання промислових і комунальних споживачів. Для електропостачання промислових підприємств використовують КТП внутрішньої та зовнішньої установки на напругу до 10 кВ включно потужністю від 160 до 2500 кВА.

Комплектні трансформаторні підстанції внутрішньої (КТП) і зовнішньої (КТПЗ) установки складаються із блоку введення високої напруги 6 (10) кВ, силового трансформатора (одного або двох) і комплектного розподільного пристрою низької напруги (0,4 кВ) з передбаченою проектом захисно-комутаційною апаратурою, приладами виміру, сигналізації та обліку електроенергії.

Високовольтні блоки виконуються у вигляді короба зі знімними дверима на лицьовій стороні (для КТП потужністю до 630 кВА) або шафи з листової сталі із зовнішніми (верхньою та нижньою) і внутрішньою (верхньою сітчастою) дверима та комплектуються триполюсними роз'єднувачами із сітчастим огороженням і запобіжниками типу ПК або без них. Сітчасті двері шафи мають блокування із приводом від роз'єднувача. Шафові введення високої напруги (для КТП потужністю 630—2500 кВА) комплектуються вимикачем навантаження ВВП-17 з ножами заземлення та двома приводами (до вимикача та ножів заземлення). Між вимикачем і сітчастими дверима є блокування, що не дозволяє включати вимикач при відкритих сітчастих дверях.

Трансформатори від високої напруги при холостому ході або номінальному навантаженні відключаються вимикачами навантаження, а при перевантаженні або короткому замиканні — запобіжниками.

Силві трансформатори серії ТМЗ із бічними введеннями, що застосовуються в КТП, мають герметичний бак підвищеної міцності з азотним захистом, а також електроконтактні вакуумметри (для контролю внутрішнього тиску), реле тиску, термосигналізатори та термосифонні фільтри

(у ТМЗ від 1 кВ). Поряд із трансформаторами серії ТМЗ із природним маляним охолодженням у КТП використовують трансформатори серії ТНЗ із совтоловим заповненням і сухі — зі скловолокнистою ізоляцією.

Комплектний розподільний пристрій на 0,4 кВ складається із шафи введень і шаф ліній, що відходять, з вбудованими висувними автоматами втичного виконання, вимірювальними, захисними та сигнальними приладами та апаратами. Двотрансформаторні підстанції мають додатково ще одну шафу введення низької напруги та секційну шафу. Кожна шафа складається із шинної та комутаційної частин, розділених металевими перегородками.

Загальний вид комплектної підстанції КТП-630/6-10/0,4, що складається із силового трансформатора 2, шафи 3 введення високої напруги та шафи 1 розподільного пристрою низької напруги, показано на рис. 10.1.

Введення високої напруги розміщується в спеціальному сталевому кожусі на баці трансформатора. Прхідні ізолятори високої напруги входять усередину кожуха з масляного бака. У кожусі можуть також розміщатися два кінцеві закладення силових кабелів. Контактний пристрій дозволяє підключати дві жили кабелів до кожної фази, що забезпечує можливість з'єднання декількох КТП ланцюжком або в кільце.

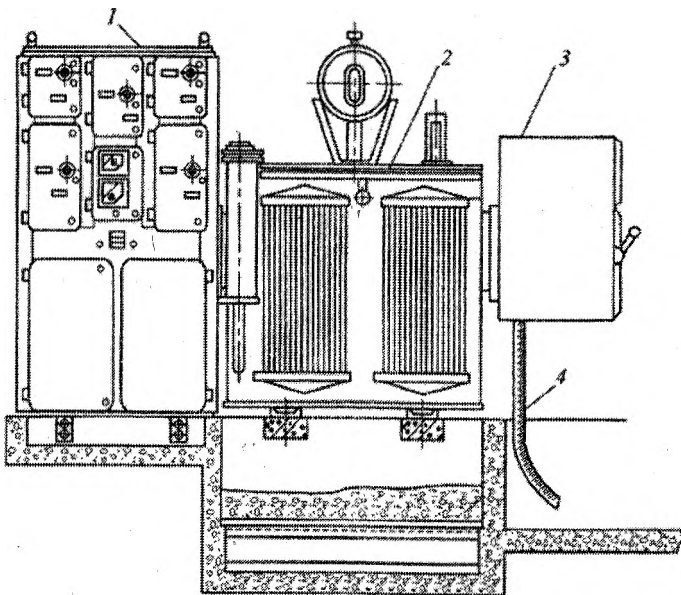


Рис. 10.1. Однотрансформаторна підстанція КТП 630/6-10/0,4:
1 — шафа розподільного пристрою НН; 2 — силовий трансформатор потужністю 630 кВА; 3 — шафа введення ВН (високовольтний блок);
4 — високовольтний кабель

Блок розподільного пристрою низької напруги змонтований у сталевій шафі та складається із ввідного автомата, шести запобіжників (вимикачів) на струми до 200 А і двох запобіжників (вимикачів) на струми до 400 А. До запобіжників усередині шафи приєднуються лінії низької напруги, що відходять.

КТП для внутрішньої установки із двома трансформаторами потужністю по 630 кВА на напругу 10/0,4 кВ і закритими шафами показано на рис. 10.2.

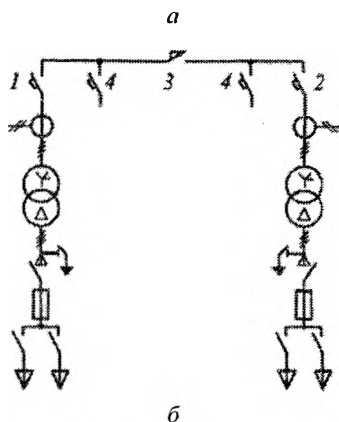
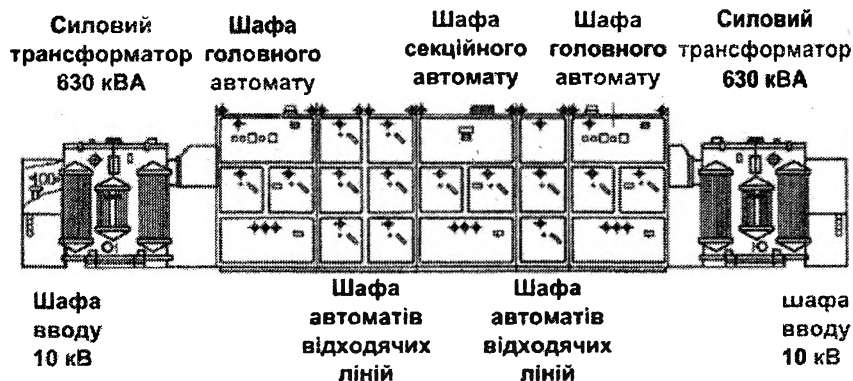


Рис. 10.2. Загальний вид (а) і схема (б)

комплектної трансформаторної підстанції КТП-630/10:

1, 2 — головні автомати; 3 — секційний автомат; 4 — автомати ліній, що відходять

Шафи виконані з листової сталі та з'єднані між собою встик. У крайніх шафах введення встановлюються шини із двома триполюсними роз'єднувачами для приєднання кабелів і вимикачі навантаження із запобіжниками ВМПЗ-17, а за ними розташовуються силові трансформатори.

У наступних шафах розміщуються прилади, головні автомати та автомати ліній, що відходять, і секційний автомат.

Секційний повітряний автомат 3 нормально відключений. При зникненні напруги, наприклад на трансформаторі лівої секції, відключається головний автомат 1 і включається секційний автомат 3, відновлюючи напругу в секції.

Комплектні трансформаторні підстанції для зовнішньої установки випускаються промисловістю на високі напруги. Потужності їхніх трансформаторів становлять 25—1000 кВА при напрузі 6 (10) кВ та 630—16000 кВА при напрузі 35 кВ.

10.2. Об'ємні підстанції

Новим технічним рішенням, що забезпечує подальше підвищення рівня індустріалізації монтажу, скорочення строків спорудження об'єктів, поліпшення якості будівництва, є застосування об'ємних підстанцій на напругу 10 кВ одно- і двотрансформаторного виконання.

Будівельна частина такої підстанції складається з окремих об'ємних блоків, що виготовляють на заводі залізобетонних виробів. Всі необхідні отвори та монтаж внутрішнього устаткування підстанції виконуються також на заводі. Для кріплення електроустаткування в блоки закладають спеціальні металеві деталі. Окремі елементи (панелі) підстанції з'єднують між собою металевими деталями за допомогою зварювання або болтів в об'ємні блоки.

Заводи поставляють підстанцію цілком або окремими об'ємними секціями, які збирають при монтажі. Об'ємні КТП оснащуються пристроями, що забезпечують їхню вентиляцію, опалення, освітлення та зв'язок. Крім того, у конструкції передбачаються всі приєднувальні елементи, необхідні для підведення зовнішніх комунікацій.

Об'ємна підстанція на два трансформатори потужністю по 400 кВА (рис. 10.3) складається із двох об'ємних залізобетонних блоків 2 та 4, що виготовляють на заводі, і розміщених у них трансформаторів і розподільних пристроїв.

Електроустаткування у всіх блоках монтується на заводі. Маса повністю змонтованого блоку без трансформаторів становить близько 14 т. Зовнішні поверхні такої підстанції фарбують, а двері роблять сталевими.

Об'ємні трансформаторні підстанції із залізобетонних панелей все частіше стали витіснятися підстанціями з металевим каркасом, що обшитий сталевим оцинкованим гофрованим листом. Така підстанція виготовляється також поза будівельним майданчиком, тобто на заводі або в монтажних майстернях у ній монтується все електроустаткування (крім трансформаторів) і в готовому виді вона доставляється на об'єкт і встановлюється на фундамент.

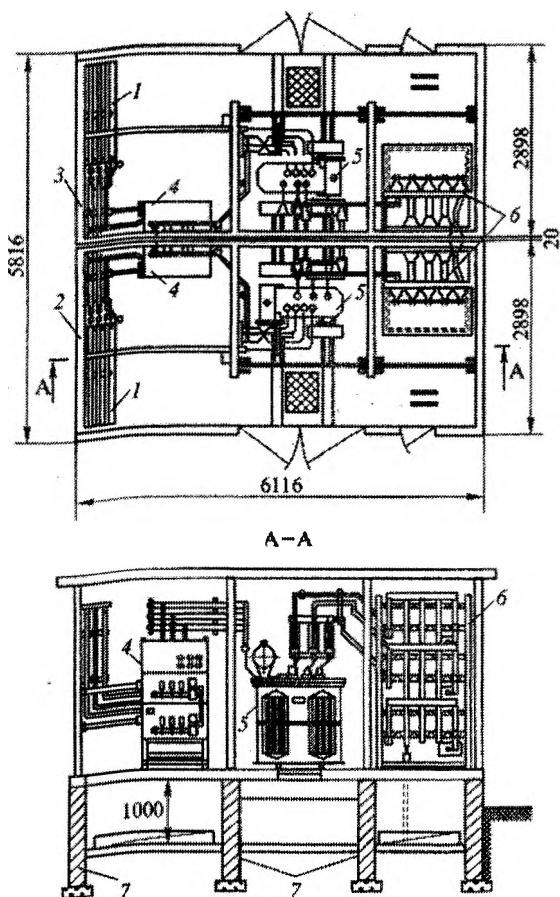


Рис. 10.3. Комплектна об'ємна трансформаторна підстанція із двома трансформаторами потужністю по 400 кВА
 1 — розподільний пристрій на 0,4 кВ; 2, 3 — об'ємні блоки;
 4 — контакторна станція; 5 — силовий трансформатор;
 6 — зборка 6 (10) кВ на 5 місць; 7 — фундамент

Об'ємна металева підстанція дешевше та менш матеріаломістка, ніж підстанція із залізобетонних панелей і тим більше цегельна. Маса такої підстанції без трансформатора не перевищує 5 т.

10.3. Об'ємні електротехнічні приміщення

Індустріальні панельні електротехнічні приміщення (ІПЕП) призначені для розміщення в них щитів (розподільних, релейних, станцій керу-

вання), комплектних трансформаторних підстанцій, шаф і камер розподільних пристроїв, перетворювальних агрегатів та іншого електроустаткування.

ПЕП являє собою просторову збірно-розбірну конструкцію (рис. 10.4), що складається зі сталевго каркаса 1 і тришарових стінових 3 і покрівельних 4 панелей, що обгороджують, зі сталевго оцинкованого листа з пінополіуретановим заповнювачем з добавками, які гасять полум'я.

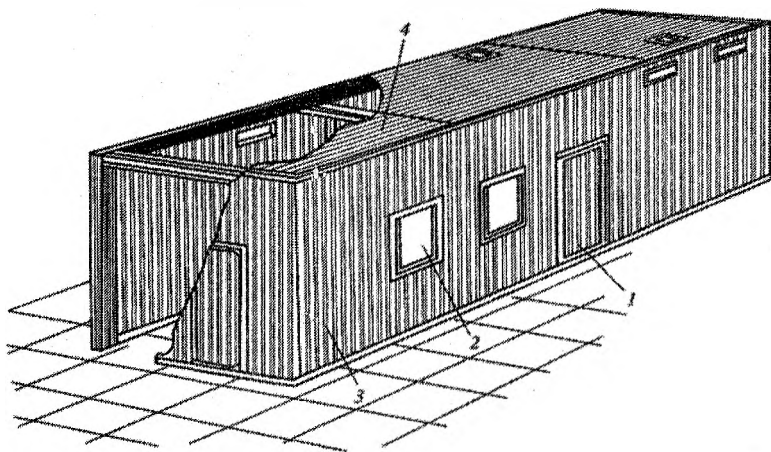


Рис. 10.4. Індустріальне панельне електротехнічне приміщення:
1 — каркас; 2 — вікна; 3, 4 — відповідно стінові та покрівельні панелі

Стінові панелі товщиною 60 мм виконуються глухими, із зашкленним вікном, дверима та прорізами для електричних і сантехнічних комунікацій. Прорізи для введення кабелів, шинопроводів і приєднання вентиляційних основних коробів шириною 1000 мм і висотою 400 мм розташовуються в стінових панелях на відстані 200 мм від низу перекриття. Прорізи для введення кабелів і шинопроводів передбачаються також по периметру покрівельних панелей. Всі прорізи закриваються заглушками зі сталевго листа, у яких роблять вирізи для проходу комунікацій.

Панелі можуть бути уніфікованими, що забезпечує їхню взаємозамінність і полегшує установку. Панель із дверима можна встановлювати в будь-якому місці по периметру приміщення, крім кутів з бічних сторін і біля стійок каркаса. Панелі із прорізами можна розміщати в ряді не частіше ніж через одну глуху панель.

Приміщення можуть мати підвісну стелю, використововану для розміщення пристроїв освітлення та вентиляції, при цьому висота приміщення повинна бути не менше 3000 мм.

Збирають ПЕП безпосередньо на місці їхньої установки на чистій бетонній підлозі без використання закладних елементів. До моменту

зборки ІПЕП при необхідності виводу кабелів униз у підлозі приміщення повинні бути підготовлені канали для їхнього підведення.

10.4. Монтаж комплектних трансформаторних підстанцій

Монтаж КТП зводиться до доставки зібраних блоків або всієї підстанції до місця розміщення, підйому та установки їх на фундамент.

У приміщенні або на площадці, де встановлюється КТП (КТПН), необхідно повністю закінчити основні та оздоблювальні будівельні роботи.

До початку монтажу обов'язково перевіряють закладні основи під трансформатори. Вони повинні бути встановлені за рівнем і точно відповідати кресленню проекту. Несучі поверхні обох швелерів повинні бути в одній строго горизонтальній площині та виступати із чистої підлоги на 10 мм. Не менше ніж у двох місцях швелери необхідно приєднати до контуру заземлення смуговою сталлю 40×4 мм.

Монтаж КТП містить у собі наступні операції: доставку блоків устаткування на місце, їхню установку на закладні основи, вивірку по шнури та виску, стягування болтами, приварку до основи, електричне з'єднання блоків одного з іншим або прокладку збірних шин, підключення кабелів, ревізію та регулювання апаратів.

Навантаження та вивантаження блоків КТП і трансформаторів виконують тільки за допомогою піднімального крана вантажопідйомністю 20 т. При стропуванні в місцях вигинів стропів необхідно встановлювати надійні розпірки, що захищають фарбування устаткування від ушкодження. Блоки в приміщенні встановлюються лебідками на котках спеціальних візків і пристосувань. Перед остаточною установкою на напрямні швелери блоки розпаковують.

При зборці підстанцій з'єднують виводи обмоток низької напруги трансформатора з розподільним пристроєм, встановлюють автомати, монтуєть заземлення. Шини з'єднують звичайно за допомогою стискуючих плит. При цьому контактні поверхні шин не можна зачищати сталевими щітками та наждаковою шкуркою, щоб уникнути ушкодження протикорозійного покриття, тому для їхнього очищення використовують чисту тканину, змочену в бензині. Блоки встановлюють по черзі, попередньо знявши спеціальні заглушки, що закривають виступаючі кінці шин, і піднімальні скоби з опорних швелерів. Перевіряють збіг вертикальних і горизонтальних осей втичних контактів і ножів, а також висувних автоматичних вимикачів низької напруги, визначають за допомогою динамометра зусилля натискання, що у кожного втичного контакту повинне бути 100 Н. Крім того, перевіряють збіг осей симетрії рухомих і нерухомих допоміжних контактів, які повинні мати провал 1,5—2 мм.

Установку об'ємних комплектних трансформаторних підстанцій проводять у такий спосіб. Риють котлован і будують із цегли або залізо-

бетонних блоків фундамент. На фундаменті розміщують блоки зі змонтованим на заводі устаткуванням, за винятком силових трансформаторів, які привозять окремо та встановлюють пізніше.

Після установки силових трансформаторів виконують роботи із приєднання кабелів високої та низької напруги до пристрою зовнішнього контуру заземлення.

Монтаж завершується перевіркою справності проводок і приладів, надійності кріплення болтових з'єднань, справності електричної ізоляції, приєднанням кабелів високої напруги до трансформаторів і кабелів ліній, що відходять, а також приєднанням до мережі заземлення металевих частин конструкції.

Запитання для самоконтролю

1. Що являє собою КТП?
2. Як підрозділяються КТП?
3. З яких елементів комплектується КТП?
4. Охарактеризуйте комплектну трансформаторну підстанцію зовнішньої установки.
5. Що являє собою об'ємна підстанція?
6. Які основні елементи об'ємної трансформаторної підстанції?
7. Поясніть послідовність монтажу трансформаторної підстанції з об'ємних елементів.
8. Що являє собою об'ємне електротехнічне приміщення?

Розділ 11. МОНТАЖ КОМПЛЕКТНИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИБОРІВ

11.1. Конструкція комплектних РП на 10 кВ

Комплектні розподільні пристрої внутрішньої (КРП) і зовнішньої (КРПЗ) установок призначені для прийому та розподілу електричної енергії трифазного перемінного струму промислової частоти та застосовуються на різних електростанціях, підстанціях енергосистем і промислових підприємств, а також в електропостачанні сільськогосподарських та інших об'єктів.

Розподільні пристрої набираються з окремих шаф з вбудованими в них електричними апаратами, приладами виміру, релейного захисту, автоматики, сигналізації та керування.

Комплектні розподільні пристрої на 6(10) кВ за способом установки в них апаратів і приладів можуть бути двох типів: КСО — це пристрої з камерами, у яких електроустаткування, апарати та прилади змонтовані стаціонарно без висувних елементів із частковим огороженням, і КРП — пристрої на викотному візку з висувними елементами та у шафах, що є одночасно їх суцільним захисним огороженням.

Перевага КРП полягає в можливості забезпечення безперебійного електропостачання споживача завдяки простоті заміни апарата, що вийшов з ладу, встановленого на висувному елементі, резервним.

Комплектні розподільні пристрої майже повністю витиснули РП старого типу, устаткування яких поставляється розсипом і збирається на місці монтажу.

КРП та КСО виготовляють і збирають на заводах повністю з усією необхідною апаратурою та устаткуванням. Надійність роботи та безпека експлуатації електроустановок, складених з великих блоків заводського виготовлення, також значно вище, ніж установок, зібраних з окремих апаратів, приладів та устаткування і конструктивно не пристосованих для компактного монтажу та взаємного блокування.

Монтаж КРП складається з установки в підготовленому приміщенні готових комплектних камер, з'єднання їх між собою в певних сполученнях відповідно до проектних схем і виконання зовнішніх з'єднань. Використання КРП та КТП може служити зразком індустріальних методів монтажу.

Викотна частина у всіх однотипних КРП однакова, що дуже зручно при експлуатації, оскільки забезпечує взаємозамінність, тобто, маючи запасний викотний елемент, можна швидко зробити ревізію, профілактичний огляд, а також при необхідності замінити електроустаткування (вимикач, трансформатор напруги, розрядник) у будь-якій камері.

КРП та КСО випускаються різних серій і типів, перелік їхніх конструкцій дуже великий, тому тут розглядаються тільки основні принципи їхньої конструкції.

КРП, призначені для прийому та розподілу електроенергії між окремими приєднаннями, виконуються у вигляді шаф. Шафи КРП різних серій відрізняються габаритними розмірами, конструкцією апаратури, що вбудовується, і її технічними характеристиками, а також ошиновками та проводками вторинних ланцюгів. Шафи обладнуються вбудованими вимикачами високої напруги, штепсельними роз'єднувачами, трансформаторами струму або напруги, запобіжниками високої напруги, розрядниками, апаратами релейного захисту, приладами обліку та виміру електроенергії.

Шафи КРП будь-якого типу складаються з корпусу, викотної частини (візка) і релейної камери (шафи). На візках установлюються вимикачі, трансформатори напруги та розрядники. Викотна частина приєднується до нерухомої частини камери за допомогою рознімних (штепсельних) контактів. Збірні шини монтуються на малогабаритних опорних ізоляторах.

Вимірювальні прилади та прилади керування, релейного захисту та сигналізації розміщуються у верхній фасадній частині релейної камери, а вимірювальні трансформатори струму та кабельних введень — у задній нерухомій її частині.

Розглянемо конструкцію шафи КРП серії К-ХІІ (рис. 11.1), що складається з корпусу 4, викотного візка 3 і релейної шафи 2. Корпус шафи виконаний зі сталі, що забезпечує необхідну міцність та обмежує руйнування при виникненні коротких замикань і викиді газів. Конструктивне виконання шаф КРП для однобічного та двобічного обслуговування однакове.

У шинному відсіку, розміщеному у верхній частині шафи, розташовані збірні шини з відпайками, пофарбовані в кольори, що відповідають фазуванню. Для огляду та ревізії збірних шин та ізоляторів у шинному відсіку (при знятій напрузі) є знімна або відкидна кришка. Під відсіком збірних шин розташовуються шинні роз'єднувачі, які відокремлюють апарати від збірних шин у момент відсутності струмового навантаження та створюють видимий розрив ланцюга приєднання, дозволяючи операторові працювати на відключеному апараті.

Відсік викотного візка є основним. На викотному візку встановлюють устаткування, підлягаюче ревізії без зняття напруги, наприклад масляні вимикачі із приводами, розрядники, запобіжники та ін. З'єднання апаратів, змонтованих на візку, зі збірними шинами та іншими елементами схеми здійснюється штепсельними контактами втичного виконання, що грають роль шинного та лінійного роз'єднувачів.

Викотний візок може займати три положення: робоче, контрольне (іспитове) і ремонтне. Робочим називається таке положення візка в корпусі шафи, коли ланцюги первинних і вторинних з'єднань включені в схему та забезпечують нормальну роботу шафи. У контрольному положенні візка ланцюги первинних з'єднань відключені штепсельними роз'єднувачами, а ланцюги вторинних з'єднань включені в схему та забезпечують можливість випробування роботи привода вимикача.

У ремонтному положенні візок перебуває поза корпусом шафи і всі його штепсельні контакти розімкнуті.

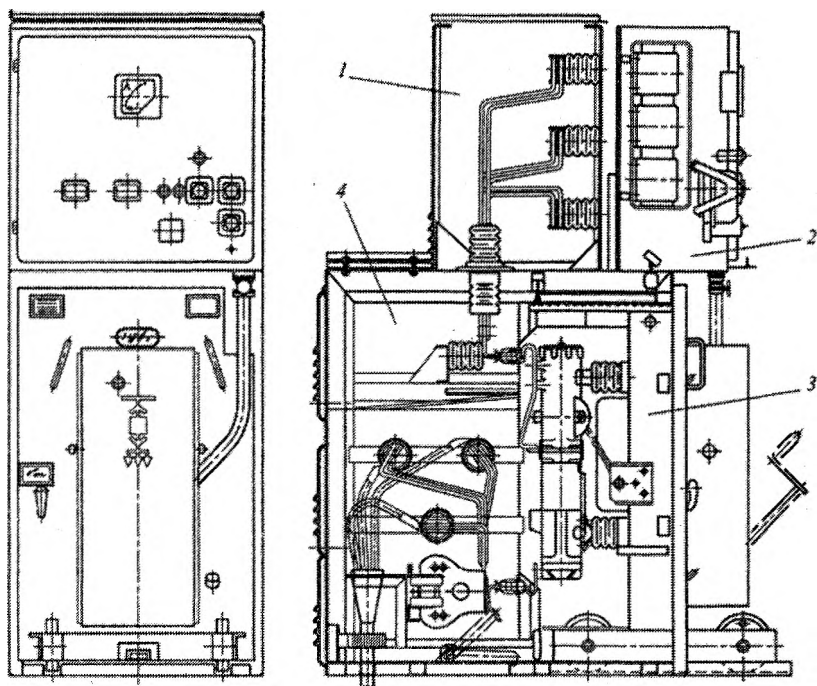


Рис. 11.1. Шафа КРП серії К-ХІІ з масляним вимикачем:
1 — шинний відсік; 2 — релейна шафа; 3 — викотний візок;
4 — корпус із апаратурою

Релейна шафа являє собою зварену металеву конструкцію із дверима і знімною верхньою кришкою. У ній розміщуються прилади виміру та обліку електроенергії, апарати керування, захисту та сигналізації.

Всі частини устаткування, розташованого у відсіках шафи, що нормально не перебувають під напругою, але які можуть виявитися під напругою через порушення ізоляції, заземлюють на корпус шафи, з'єднаний зварюванням із закладними швелерами, приєднаними до контуру заземлення.

Для візуального огляду апаратури високої напруги, встановленої в шафі, без зняття напруги за суцільними двостулковими дверима є сітчасті двері.

КРП з електромагнітними вимикачами широко застосовуються на блокових теплових та атомних електростанціях з енергоблоками потужністю 300, 500, 800, 1000 і 1200 МВт; плавучих електростанціях; підстанці-

ях метрополітену та металургійних комбінатів, тому що вони пожежо- і вибухобезпечні, не вимагають масла або іншого дугогасильного середовища, гарантують низький рівень комутаційних перенапруг.

Комплектні розподільні пристрої серії К-XXV з електромагнітними вимикачами призначені для прийому та розподілу електричної енергії на власні потреби теплових та атомних електростанцій з електроблоками потужністю 300 МВт і вище, а також для використання на електропідстанціях із трансформаторами потужністю 63 МВА і вище.

Шафа такого КРП (рис. 11.2), що складається з корпусу 1, висувного елемента 2 і релейної шафи 3, має всі сучасні блокування, включаючи оперативні блокування зовнішніх приєднань висувного елемента та привода заземлюючого роз'єднувача.

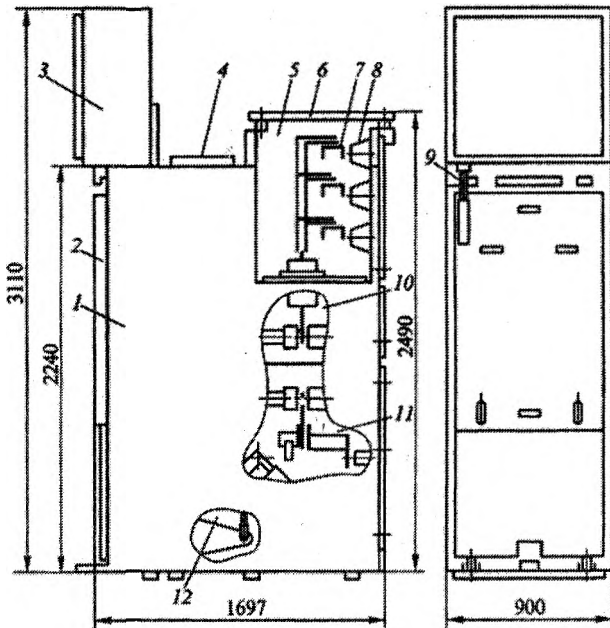


Рис. 11.2. Шафа КРП серії К-XXV:

1 — корпус; 2 — висувний елемент; 3 — релейна шафа; 4 — розвантажувальний клапан; 5, 6 — відповідно відсік і кришка збірних шин; 7 — алюмінієва шина; 8 — опорний ізолятор; 9 — гнучкий зв'язок; 10, 11 — відповідно відсіки шинних і лінійних рознімних контактів головної частини ланцюга; 12 — відсік висувного елемента

Корпус шафи розділений на чотири відсіки: відсік 5 збірних шин, відсіки 10 та 11 відповідно шинних і лінійних рознімних контактів головного ланцюга та відсік 12 висувного елемента.

У відсіку збірних шин на опорних ізоляторах 8 прокладені алюмінієві шини 7, від яких відходять відводи на всі номінальні струми. Для зручності монтажу збірних шин зверху відсік має кришку 6.

Нерухомі шинні рознімні контакти встановлені на опорних ізоляторах. У відсіку лінійних рознімних контактів розташовані вимірювальні трансформатори струму та трансформатори захисту від замикань на землю, ножі заземлюючого роз'єднувача та шини кабельної зборки.

У відсіку висувного елемента розміщаються: приводний пристрій для підйому шторок і заземлюючого роз'єднувача із блокуваннями, направляючі для вкочування та швелери з отворами для фіксації висувного елемента, а також контакти захисного заземлення. На висувному елементі можуть бути встановлені: вимикач, трансформатор напруги або розрядники. Зверху відсік закритий розвантажувальним клапаном 4.

У наш час крім шаф КРП, призначених для внутрішніх установок, широко застосовуються шафи для зовнішніх установок (КРПЗ) на напругу до 10 кВ, які можуть бути трьох типів: викотні, стаціонарні, об'ємні (з однорядним і дворядним розташуванням комірок).

Викотні КРПЗ розділяються на відсіки та компонуються так само, як і викотні КРП внутрішньої установки.

Стаціонарні КРПЗ не мають викотних візків, оснащених штепсельними роз'єднувачами, що визначає необхідність застосування окремих роз'єднувачів із приводами. Такі шафи розділяються перегородками на відсіки. Як основні апарати в них застосовуються масляні вимикачі ВМГ-10 і роз'єднувачі РВ-10, а отже, є відповідне механічне блокування від неправильних дій.

Об'ємні КРПЗ виготовляються нормального та малого габаритів з однорядним і дворядним розташуванням комірок. До об'ємного відносяться КРПЗ серії К-37 (рис. 11.3).

КРПЗ серії К-37 складається з окремих шаф із брызкозахисним кожухом. Шафи КРПЗ не призначені для одиночної установки. У кожній шафі виконані необхідні блокування, у тому числі оперативні блокування зовнішніх приєднань.

Для зменшення впливу сонячних променів зовнішні поверхні шаф пофарбовані в білі кольори.

З метою забезпечення нормальної експлуатації в умовах підвищеної сонячної активності шафи мають другий дах з азбоцементу, що виключає потрапляння сонячних променів на металевий дах.

Повітряний зазор між двома дахами, рівний 150 мм, забезпечує природну вентиляцію.

У шафах введень на даху блоку збірних шин встановлений кронштейн шинного введення 1, а в шафах повітряної лінії, що відходить, — кронштейн лінії 7.

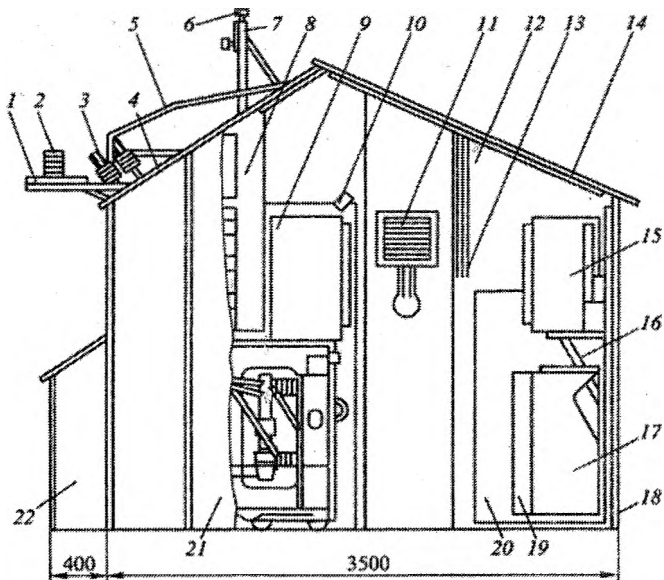


Рис. 11.3. Комплексний розподільний пристрій для зовнішньої установки серії К-37:

- 1 — кронштейн шинного введення; 2, 3 — відповідно ізолятори ОПШ та ІП-10; 4 — кронштейн введення струмопроводу; 5 — бар'єр; 6 — ізолятор ШФ-10; 7, 10, 16 — кронштейни; 8 — шафа КРПЗ; 9 — рейлина шафа; 11 — витяжний вентилятор; 12 — коридор керування; 13 — проводи освітлення; 14 — дах; 15 — рейлина шафа з апаратурою захисту трансформатора від високої напруги; 17, 19 — випрямні пристрої; 18 — передня стінка; 20 — двері; 21 — торцева стінка; 22 — кабельна приставка

Шафи введення можуть бути розраховані на шинне введення, введення струмопроводу та кабельне введення, а також можуть бути з висувним вимикачем або висувним роз'єднувачем (глухе введення).

При виконанні введення кабелю, розрахованого на 1600 А, до шафи додатково встановлюється приставка 22, що збільшує його глибину на 400 мм.

11.2. Установка КРП

Монтаж КСО та КРП починають із установки крайнього корпусу та до монтажу наступного корпусу приступають тільки після перевірки правильності положення по вертикалі та горизонталі попереднього. При необхідності під основи поміщають сталеві підкладки та приварюють їх. По закінченні установки з'єднують болтами корпуси блоків також починаючи із крайнього. При цьому спочатку затягують нижні болти, потім верхні.

Після затягування болтів перевіряють по шнурі пряmlinійність установки корпусів по верху та при необхідності регулюють їхнє положення сталевими підкладками. Вкочуванням візка перевіряють правильність установки шаф КРП, тобто збіг їх рухомих і нерухомих частин, а також чітке фіксування положення візка роликами.

Корпус КРП вважається встановленим правильно і може бути остаточно закріплений при виконанні наступних умов:

- корпус і візок не гойдаються;
- нижня рама корпусу розташовується горизонтально;
- рухомі та нерухомі частини контактів, що роз'єднують, первинних і вторинних ланцюгів збігаються;
- ролики механізму доведення чітко фіксують положення візка;
- зазори між віско кріплення коромисел захисних шторок і роликами візка приблизно однакові;
- контрольні отвори суміжних корпусів збігаються;
- зазор між стінками суміжних корпусів не перевищує 1 мм;
- закриті двері шаф розташовані в одній вертикальній площині.

Особливо перевіряють роботу шторок, які повинні підніматися та опускатися без перекосів і заїдань, а також дія механічного блокування.

Остаточно вивірені шафи та камери жорстко прикріплюють електрозварним швом довжиною 60—70 мм до напрямних у чотирьох кутах, завдяки чому забезпечується заземлення корпусу.

У шафах знімають листи шинного відсіку, звільняють від тимчасового кріплення відгалужуючі шини, видаляють верхні частини шинотримачів і на шинотримачі укладають збірні шини з урахуванням кольорів фаз. Відгалужуючі шини приєднують до збірних болтів або стисків, потім збірні та відгалужуючі шини закріплюють на шинотримачах. Ділянки збірних шин у межах одного щита зварюють, а між різними щитами з'єднують болтами або стисками.

Після монтажу шин установлюють прилади та апарати, демонтовані на час перевезення, і приєднують їх до первинних і вторинних ланцюгів відповідно до схем. Контактні поверхні збірних шин промивають бензином і змазують тонким шаром вазеліну. Не можна зачищати ці поверхні напилком або наждаковою шкуркою, тому що вони покриті на заводі спеціальним сплавом олова із цинком для захисту від корозії. Після установки збірних шин всієї секції виконують затягування болтів у контактних з'єднаннях, а потім прокладку магістральних шин вторинних ланцюгів.

Змонтовані шафи, камери або блоки ретельно очищають від пилу та бруду та приступають до ревізії устаткування. Всі елементи оглядають, підтягують кріпильні болтові з'єднання, а також гвинти в затискачах, блоках-контактах та інших пристроях вторинного ланцюга.

Оглядають вимикачі та приводи. Вимикачі повинні бути залиті чистим сухим трансформаторним маслом. На всіх тертьових частинах меха-

нізмів перевіряють наявність змачення та при необхідності додають його. Далі вимірюють мегомметром опір ізоляції вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів струму. Перевіряють регулювання масляних вимикачів і приводів при ручному включенні, блоків-контактів, роботу механізмів доведення, блокування та викочування візків КРП, а також роботу роз'єднувальних та інших контактів по заводській інструкції. Потім приєднують кабелі, що відходять і живлять, та кабелі вторинних ланцюгів по кресленнях проекту.

При сучасному індустріальному монтажі розподільних пристроїв основними операціями є: доставка зібраних блоків до місця монтажу, перевезення їх в середині приміщення, підйом та установка.

Заводи-виготовлювачі відправляють КРП та КСО в дерев'яному упакуванні, не розрахованому на тривалий вплив атмосферних опадів, тому після прибуття на місце їх поміщають у сухе закрите приміщення, звільняють від упакування, очищають від пилу, стружки та піддають ретельному зовнішньому огляду.

При прийманні електроустаткування КРП та КСО в монтаж перевіряють цілість упакування, комплектність елементів устаткування відповідно до пакувальної відомості, наявність механічних ушкоджень, наявність і цілість пломб на приладах, наявність кріпильних гвинтів, комплектність збірних і відгалужуючих шин і т. ін.

По закінченні установки КРП всі металеві конструкції, на яких вони встановлені, приєднують до мережі заземлення. Заземленню підлягає також все устаткування КРП, що не має металевого з'єднання із заземленим корпусом камери. Прилади та устаткування, установлені на заземлених металевих конструкціях, зварені поверхні яких мають зовнішній електричний контакт із корпусом РП, спеціально заземлювати не слід. Заземлення КРП здійснюють приваркою нижніх рам корпусів камер до магістралі заземлення або до закладних частин, приєднаних до магістралі заземлення не менше ніж у двох місцях.

Запитання для самоконтролю

1. Що являють собою КРП та КРПЗ?
2. Як підрозділяються КРП?
3. У якій послідовності монтуються камери КРП?
4. За якими критеріями визначається правильність монтажу?
5. Яке конструктивне виконання КРП серії К-37?
6. Які елементи заземлюються в шафах КРП та камерах КСО?

Розділ 12. МОНТАЖ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ

12.1. Загальні відомості

При ушкодженні ізоляції електроустаткування різні його металеві неструмопровідні частини можуть випадково виявитися під напругою, створюючи небезпеку поразки людини електричним струмом. Доторкаючись до устаткування з ушкодженою ізоляцією, людина стає провідником для струму в землю.

Струми від 0,05 до 0,1 А є небезпечні для людини, а струми вище 0,1 А — смертельні.

Значення струму, що проходить у землю, залежить від електричного опору тіла людини та напруги ушкодженої установки. Опір тіла людини коливається в широких межах — від декількох сотень до тисяч ом, тому небезпека для його життя та здоров'я можуть представляти установки і з відносно невеликою напругою стосовно землі.

Однією з основних мір захисту людей від поразки електричним струмом при дотику до установок, що випадково опинились під напругою, є пристрій захисного заземлення.

Заземленням називають навмисну електричну сполуку якої-небудь частини установки із землею, виконуване за допомогою заземлювачів і заземлюючих провідників.

Заземлювачем називають металевий провідник або групу провідників (електродів), закладених у ґрунт.

Заземлюючими провідниками називають металеві провідники, що з'єднують частини електроустановки, що заземлюються, із заземлювачами.

Заземлюючим пристроєм називають сукупність заземлювачів і заземлюючих провідників. Безпека людей досягається тільки в тому випадку, якщо заземлюючий пристрій буде мати в багато разів менший опір, ніж найменший опір тіла людини.

Опором заземлюючого пристрою називається сума опорів заземлювача щодо землі та заземлюючих провідників, і він повинен бути в межах, обумовлених попереднім розрахунком. Максимально припустимі опори заземлюючих пристроїв визначаються напругою установки, значеннями струмів замикання на землю, наявністю нейтралі та деякими іншими умовами та установлюються діючими ПУЕ. *Струм замикання на землю* — струм, що проходить через землю в місці замикання.

Для захисту людей від поразки електричним струмом при ушкодженні ізоляції металеві неструмопровідні частини електроустаткування заземлюють. Комплекс мір і технічних пристроїв, призначених для цієї мети, називають *захисним заземленням*, тобто захисне заземлення являє собою навмисну сполуку із землею за допомогою заземлюючих провідників і заземлювачів неструмопровідних металевих частин електроустановок

(рукояток приводів роз'єднувачів, кожухів трансформаторів, фланців опорних ізоляторів, корпусів вимірювальних трансформаторів та ін.).

Захисне заземлення застосовується у всіх мережах з ізолюваною нейтраллю та у мережах з напругою вище 1000 В з заземленою нейтраллю. В останніх струми однофазного замикання протікають через землю та викликають відключення аварійної ділянки.

У мережі із глухозаземленою нейтраллю електроприймачі одержують живлення від обмоток джерела струму, з'єднаних в зірку, нульова точка якої надійно з'єднана із землею. *Глухозаземленою нейтраллю* називається нейтраль трансформатора або генератора, приєднана до заземлюючого пристрою безпосередньо або через малий опір.

Заземлення нейтралі. В ПУЕ вказується, що міські електричні мережі напругою понад 1000 В повинні виконуватися трифазними з ізолюваною нейтраллю, а розподільні мережі в нових містах — трифазними чотирипровідними з наглухо заземленою нейтраллю при напрузі 380/220 В. Однак поширені також мережі з напругою 220/127 В з ізолюваною нейтраллю, в яких застосовуються пробивні запобіжники.

Розглянемо, навіщо в мережах до 1000 В заземлюють нейтраль, з яких причин іноді віддають перевагу ізолюваній нейтралі та для чого служать пробивні запобіжники.

На рис. 12.1, *а* показано вторинні обмотки трансформатора Тр, що живить чотирипровідну мережу напругою 380/220 В, нейтраль якої ізолювана. Нехай у розглянутий момент ізоляція зовсім справна. Проте три опори *R*, з'єднані в зірку, нейтраллю якої є земля, умовно показують недосконалість ізоляції проводів, що в якомусь ступені все-таки проводить струм. Три конденсатори *C*, з'єднані в «зірку», нейтраллю якої також служить земля, умовно зображують електричну ємність проводів щодо землі, що в електроустановках змінного струму досить важливо, тому що ємність проводить змінний струм.

Які ж напруги діють у розглянутій електроустановці? Між лінійними проводами напруга 380 В, а між кожним лінійним проводом і нейтраллю трансформатора — 220 В, тому що земля виявилася нейтраллю сполук зірок із трьох рівних опорів *R* і трьох рівних ємностей *C*. Якщо ж лінійний провід відносно нейтралі трансформатора має таку ж напругу, як і щодо землі, то між нейтраллю трансформатора та землею напруга дорівнює нулю, але, звичайно, тільки якщо мережа не навантажена або навантаження всіх фаз зовсім однаково.

Дотик людини, що стоїть на землі, до одного з лінійних проводів небезпечний, тому що через недосконалу ізоляцію проводу та тіло людини пройде струм (рис. 12.1, *б*). Сила цього струму, а отже, і ступінь небезпеки визначаються значеннями опорів, ємностей конденсаторів і фазною напругою. Іншими словами, у цьому випадку людина перебуває під напругою 220 В.

Але що відбудеться, якщо один з лінійних проводів заземлиться, а людина, що стоїть на землі, доторкнеться до іншого лінійного проводу? З рис. 12.1 видно, що людина опиниться тепер не під фазною, а під лінійною напругою 380 В, що значно небезпечніше.

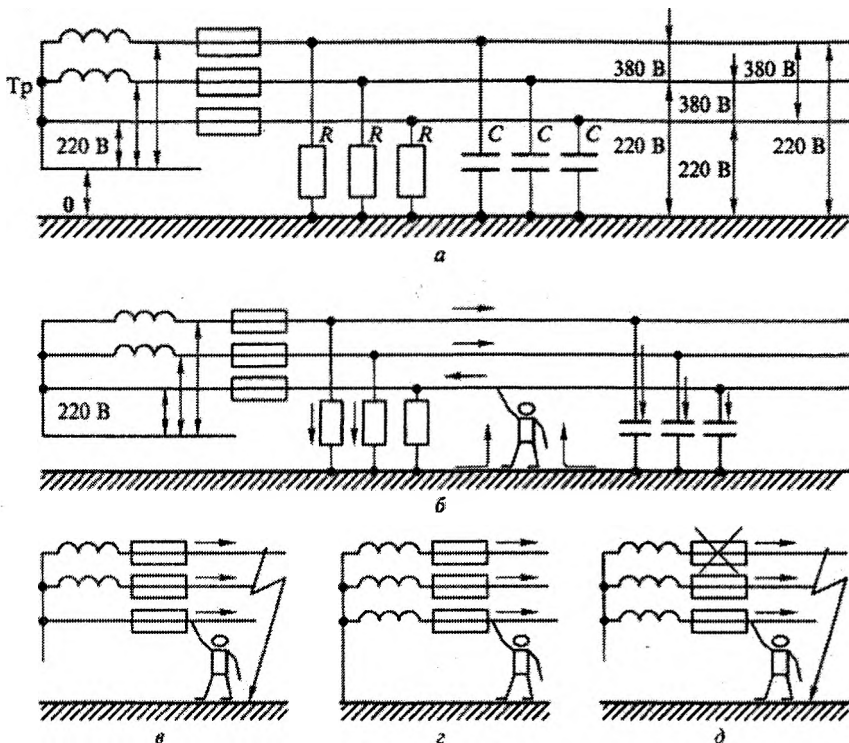


Рис. 12.1. Схема трифазної мережі з ізольованою нейтраллю (а) і режими її роботи при дотику людини до лінійного проводу (б); при заземленні одного лінійного проводу та дотику людини до іншого (в); дотику людини до лінійного проводу в системі із заземленою нейтраллю (г) і в системі із заземленими нейтраллю та іншим лінійним проводами (д)

У мережах із заземленою нейтраллю людина, що стоїть на землі та торкається до лінійного проводу, попадає під фазну напругу (рис. 12.1, б). Якщо при цьому заземлиться інший лінійний провід (рис. 12.1, в), то запобіжник перегорить, але підвищення напруги з фазної до лінійної (як у мережах з ізольованою нейтраллю) не відбудеться.

Дотик до струмопровідного елемента в мережі із глухозаземленою нейтраллю дуже небезпечний, тому що при цьому утвориться замкнутий ланцюг (рис. 12.2, а), по якому під дією напруги з фази А через тіло людини, взуття, підлогу, землю та заземлення нейтралі тече вражаючий

струм. Небезпечний також дотик до електроприймача, у якому відбулося замикання на заземлений корпус.

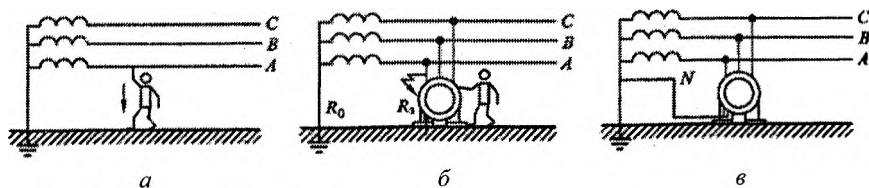


Рис. 12.2. Робота схеми трифазної мережі із глухозаземленою нейтраллю при дотику людини до струмопровідного проводу (а), заземленні (б) і зануленні (в) електродвигуна

Розглянемо наступний приклад. Нехай опір заземлення електродвигуна (рис. 12.2, б) $R_3 = 3,5$ Ом, а опір заземлення нейтралі $R_0 = 0,5$ Ом. При замиканні фази *A* на корпус у замкнутому ланцюзі, утвореним обмоткою джерела, проводом фази *A*, корпусом і заземленням двигуна, а також землею та заземленням нейтралі, потече струм. При фазній напрузі, рівній 220 В, можна зневажити опором мережі, корпусу та землі та підрахувати силу струму однофазного замикання на землю:

$$I_{0.з.} = U_{\phi} / (R_0 + R_3) = 220 / (0,5 + 3,5) = 55 \text{ А.}$$

Цей струм створює спадання напруги на заземленні нейтралі

$$U_0 = I_{0.з.} R_0 = 55 \cdot 0,5 = 27,5 \text{ В}$$

і на заземленні двигуна

$$U_3 = I_{0.з.} R_3 = 55 \cdot 3,5 = 192,5 \text{ В.}$$

Таким чином, між заземленим корпусом електродвигуна та землею виникає досить небезпечна напруга 193 В, і людина, що доторкнулась до корпусу, може одержати сильний удар струмом. Тому в установках напругою 220/380 В застосовується система заземлення, при якій всі металеві неструмопровідні частини устаткування електрично з'єднуються не із землею, а із заземленою нейтраллю джерела. Ця сполука здійснюється через нульовий провід мережі (нульовий робочий провід) або спеціальний нульовий захисний провід (рис. 12.2, в) і називається зануленням. Припустимо, що в мережі із зануленням відбувся пробій ізоляції фази *A*. Оскільки мережа складається з металевих частин, у ній немає ділянок зі скільки-небудь значним опором. Тому будь-яке замикання струмопровідних частин на занулений корпус є коротким замиканням, при якому ушкоджена ділянка негайно відключається захисними апаратами (запобіжниками або автоматами). В цьому і складається захисна роль занулення.

Крім забезпечення мінімального опору заземлюючого пристрою, шкливо також забезпечити рівномірний розподіл напруги навколо апарату, що захищає, і по всій площі електроустановки (наприклад, підстанції).

Максимальний потенціал (U_3) мають заземлювач, з'єднаний з корпусом ушкодженого апарата, і ґрунт, що стикається із заземлювачем. В міру віддалення від заземлювача потенціал на поверхні землі падає, досягаючи поступово нульового значення (за межами 15—20 м). Опір ґрунту на цій відстані називається опором розтіканню.

Людина, що доторкається до корпусу апарата з ушкодженою ізоляцією, опиняється під напругою, значення якої визначається падінням потенціалу на ділянці між точкою дотику його до апарата та точкою торкання землі ногами (ділянка довжиною близько 0,8 м). Ця напруга називається напругою дотику ($U_{Дот}$). Між ступнями людини, що наближається до ушкодженого апарата, також буде різниця потенціалів, називана напругою кроку ($U_{КР}$), значення якої залежить від ширини кроку та відстані до місця ушкодження.

Розглянемо це більш докладно. Напруга кроку та напруга дотику виникають, якщо в заземленій мережі відбувається однофазне замикання на землю. Нехай через вертикальний заземлювач **З** (рис. 12.3), розташований у точці **0**, у землю тече струм однофазного замикання. В міру віддалення від заземлювача щільність струму та викликане їм спадання напруги безупинно зменшуються, тобто, якщо в точці **0** максимальний потенціал дорівнює падінню напруги на самому заземлювачі, то потенціал у точці ґрунту, розташованій далі 20 м від заземлювача, практично дорівнює нулю. Зміна потенціалу ґрунту залежно від відстані до точки **0** характеризується кривою **АМ**. Розділивши відстань **ОМ** на відрізки довжиною 0,8 м (середня ширина кроку людини), по цій кривій легко довідатися, під яку напругу потрапить людина, що перебуває на певній відстані від заземлювача. Наприклад, якщо ноги людини, що йде, перебувають на відстанях 1,6 та 2,4 м від заземлювача, то потенціали ґрунту характеризуються точками **В** і **Г** кривою **АМ**, а відрізок **ВЖ** у певному масштабі визначає різницю потенціалів, тобто напругу.

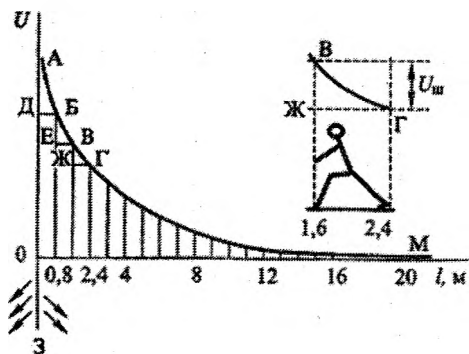


Рис. 12.3. Схема виникнення крокової напруги

Напруга, під якою може опинитися людина, що йде в зоні розтікання по землі струму однофазного замикання, називають напругою кроку. Ця напруга зменшується в міру віддалення від заземлювача ($VЖ < БЕ < АД$) і на відстані більше 20 м від заземлювача вона практично зникає.

Поразки людей через появу напруги кроку у випадку однофазного замикання на землю дуже рідкі внаслідок малих значень цієї напруги. Але якщо ця напруга виникає при падінні на землю проводу повітряної лінії, що обірвався, вона може досягати більших значень. У таких випадках виходити із зони дії напруги кроку треба, використовуючи сухі дошки, листи пластику та інші ізоляційні матеріали, а при їхній відсутності — дрібними кроками.

Небезпечною є також напруга, що виникає при роботі захисного заземлення, в режимі однофазного замикання на землю. Якщо через заземлювач у землю тече струм I_3 , то на опорі заземлюючого пристрою R_3 він створює спадання напруги I_3R_3 , тобто напруги дотику. Доторкаючись у цьому випадку до корпусу апарата з ушкодженою ізоляцією, людина може потрапити або під повну напругу I_3R_3 , або під її частину. Найнебезпечніші випадки, коли приймач із ушкодженою ізоляцією та людина, що доторкається до нього, перебувають на відстанях більше 20 м від заземлювача, і якщо людина стоїть безпосередньо на землі в широкому або підбитому цвяхами взутті.

12.2. Зовнішній контур заземлення і його монтаж

Для забезпечення безпеки людей здійснюють захисне заземлення електроустановок. *Заземленню підлягають:*

- металеві кожухи та корпуси електроустановок, різних агрегатів і приводів до них, світильників і т. ін.;
- металеві каркаси розподільних щитів, щитів керування, щитків і шаф;
- металеві конструкції та металеві корпуси кабельних муфт, металеві оболонки кабелів і проводів, сталеві труби електропроводки;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів.

Заземленню не підлягають:

- арматури підвісних і штирів опорних ізоляторів;
- устаткування, установлене на заземлених металевих конструкціях, тому що на їхніх опорних поверхнях повинні бути передбачені зачищені незафарбовані місця для забезпечення електричного контакту;
- корпуса електровимірювальних приладів і реле, що установлені на щитках, щитах, шафах, а також на стінах камер розподільних пристроїв;
- металеві оболонки контрольних кабелів у випадках, які обмовляються в проєкті особливо.

Захисне заземлення складається із зовнішнього пристрою, що представляє собою природні або штучні заземлювачі, прокладені в ґрунті та

з'єднані між собою в загальний контур, і внутрішньої мережі, що складається із заземлюючих провідників, що прокладають по стінах приміщення, у якому перебуває установка, і приєднують до зовнішнього контуру.

Металеві заземлювачі, закладені в ґрунт, що мають більшу площу зіткнення із землею, забезпечують малий електричний опір контуру.

Для заземлення електроустановок у першу чергу повинні використовуватись **природні заземлювачі** — прокладені в землі металеві трубопроводи (крім трубопроводів з горючими, легкозаймистими та вибуховими рідинами або газами); обсадні труби; металеві та залізобетонні конструкції будинків і споруджень, надійно з'єднані із землею; свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі, і нульові з повторними заземлювачами робочі проводи повітряних ліній напругою до 1000 В. Природні заземлювачі (крім останніх) повинні приєднуватися до заземлюючої магістралі електроустановки не менше ніж у двох місцях.

Приєднання заземлюючих провідників до заземлювачів, а також з'єднання заземлюючих провідників між собою виконується зварюванням.

Приєднання заземлюючих провідників до трубопроводів виконується зварюванням (рис. 12.4) або, якщо це неможливо, хомутами (рис. 12.5) з боку введення трубопроводів у будинок (до водоміра, засувки, фланця). Зварювальні шви, розташовані в землі, після монтажу для захисту від корозії покриваються бітумом.

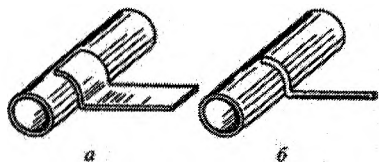


Рис. 12.4. Приєднання до трубопроводу зварюванням заземлюючого провідника із прямокутним (а) і круглим (б) перерізом

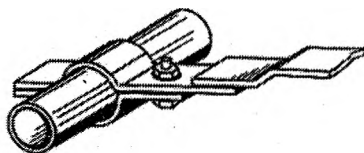


Рис. 12.5. Приєднання до трубопроводу заземлюючого провідника за допомогою хому́та

Якщо природних заземлювачів немає або вони не задовольняють розрахунковим вимогам, монтують контур зовнішнього заземлення зі **штучних заземлювачів**, які можуть бути вертикальними, горизонтальними та поглибленими.

Вертикальні заземлювачі — це вбиті в землю сталеві труби (некондиційні) або кутова сталь (з товщиною стінки не менше 4 мм і довжиною 2,5—3 м), а також вкручені в землю сталеві стрижні (з діаметром 10—16 мм і довжиною 4,5—5 м). Прокладені в землі сталеві смуги товщиною не менше 4 мм або кругла сталь діаметром не менш 10 мм є **горизонтальними штучними заземлювачами**, що грають роль самостійних елементів заземлення або служать для зв'язку один з одним вертикальних заземлювачів.

Різновидом горизонтальних заземлювачів є поглиблені заземлювачі, що закладають на дно котлованів при спорудженні фундаментів опор повітряних ліній і споруджуваних будинків. Їх виготовляють у майстернях монтажної організації після попереднього виміру зі смугової сталі з перерізом 30×4 мм або круглої сталі діаметром 12 мм. Форма заземлювачів, їхнє число, переріз і розміщення визначаються проектом.

Як заземлюючі провідники можуть використовуватись природні провідники, тобто металеві конструкції будинків (ферми, колони та ін.); металеві конструкції виробничого призначення (підкранові колії, каркаси розподільних пристроїв, галереї, площадки, шахти ліфтів, підйомників і т. ін.); сталеві труби електропроводок; металеві оболонки кабелів (але не броня). Для занулення досить у всіх випадках алюмінієвої оболонки кабелів, а свинцевої, як правило, недостатньо.

У вибухонебезпечних приміщеннях застосовуються спеціально прокладені заземлюючі провідники, а природні розглядаються як додатковий захід захисту. При заземленій нейтралі (мереж 380/220 або 220/127 В) занулення електроприймачів вибухонебезпечних установок повинне виконуватись окремо виділеними жилами проводок і кабелів; при ізольованій нейтралі для заземлення можуть застосовуватись сталеві провідники.

Використання голих алюмінієвих провідників як заземлюючих забороняється через швидке руйнування їх внаслідок корозії.

Зовнішній контур заземлення прокладається в земляних траншеях глибиною 0,7 м. Штучні заземлювачі у вигляді відрізків сталевих труб, круглих стрижнів і куточків довжиною 3—5 м заглиблюються в ґрунт згортанням або вібропогруженням так, щоб голівка електрода опинилася на глибині 0,5 м від поверхні землі. Заглиблені заземлювачі з'єднуються один з одним сталевими смугами з перерізом 40×4 мм зварюванням. Місця приварки смуги до заземлювача покриваються розігрітим бітумом для захисту від корозії. Розташовані в землі заземлювачі та заземлюючі провідники не повинні бути пофарбованими. Траншеї з покладеними в них заземлюючими провідниками та заземлювачами засипають землею, що не містить каменів і будівельного сміття.

Внутрішня заземлююча мережа виконується відкритою прокладкою усередині приміщень по будівельних поверхнях голих сталевих провідників із прямокутним і круглим перерізом. На рис. 12.6 показано приклади прокладки, кріплення та з'єднання провідників захисного заземлення.

Заземлюючі голі провідники, що прокладають відкрито, розташовуються вертикально, горизонтально або паралельно похилим конструкціям будинків. Провідники із прямокутним перерізом встановлюються великою площиною до поверхні основи. На прямолінійних ділянках прокладки провідники не повинні мати помітних на око нерівностей і вигинів. Заземлюючі провідники, що прокладають по бетону або цеглі в сухих приміщеннях, не утримуючих їдких пар і газів, закріплюють безпосередньо

на стінах, а в приміщеннях сирих, особливо сирих, з їдкою парою та газами — на опорах на відстані не менше 10 мм від поверхонь стін. В каналах заземлюючі провідники розташовуються на відстані не менше 50 мм від нижньої поверхні знімного перекриття. Відстань між опорами для кріплення заземлюючих провідників на прямих ділянках становить 600—1000 мм.

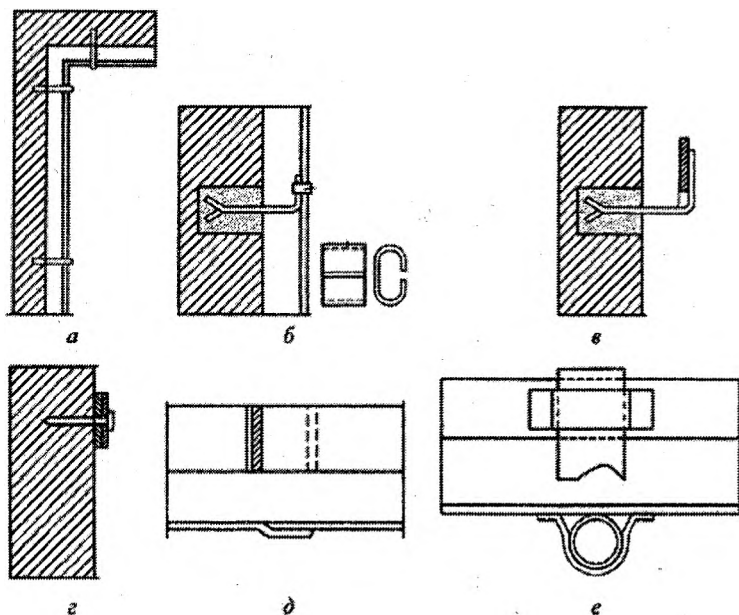


Рис. 12.6. Варіанти прокладки (а) і кріплення плоских і круглих шин обіймами (б), електроврівнюванням (в) і дюбелями (г), зварюванням внапусток (д) і приваркою до електрода (е)

Заземлюючі провідники в місцях перехрещування їх з кабелями та трубопроводами, а також в інших місцях, де можливі механічні ушкодження, захищають трубами або іншими способами.

У приміщеннях заземлюючі провідники повинні бути доступні для огляду, але ця вимога не ставиться до нульових жил і металевих оболонок кабелів, трубопроводам схованої електропроводки та металоконструкціям, що перебувають у землі. Через стіни заземлюючі провідники прокладаються у відкритих прорізах, трубах або інших твердих обрамленнях.

Кожен заземлюючий елемент електроустановки повинен приєднуватися до заземлюючої магістралі за допомогою окремого відгалуження. Послідовне підключення до заземлюючого провідника декількох елементів, що заземлюють, забороняється.

12.3. Вимір опорів заземлюючих пристроїв

Заземлення надійно виконує свої захисні функції лише в тому випадку, якщо його опір досить малий. Опір заземлюючого пристрою, до якого приєднуються нейтралі генераторів і трансформаторів, повинен бути не більше 4 Ом, якщо ж їхня потужність 100 кВА та нижче, то опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 10 Ом; при паралельній роботі джерел живлення опір заземлення може досягати 10 Ом тільки у випадку, якщо їхня сумарна потужність не перевищує 100 кВА.

Після закінчення всіх монтажних робіт в обов'язковому порядку вимірюють, чи відповідає опір заземлення вимогам ПУЕ. Найчастіше виміри роблять із використанням амперметра та вольтметра або приладу МС-08.

При прямому включенні вимірювальних приладів (рис. 12.7) між заземлювачем (З), опір якого щодо землі треба виміряти, і допоміжним струмовим електродом (Т) пропускають однофазний перемінний струм I_x , і вимірюють його амперметром, а, зануливши в землю між електродами З і Т допоміжний потенційний стрижень (П), вимірюють вольтметром напругу U_x між ним і заземлювачем З.

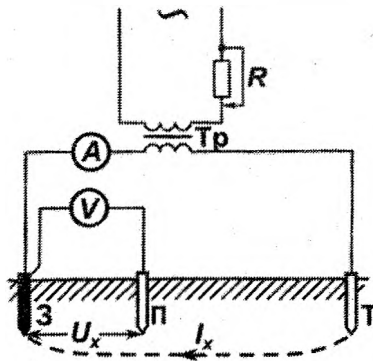


Рис. 12.7. Схема виміру опору заземлення за допомогою амперметра та вольтметра

За даними виміру розраховують опір заземлення, використовуючи закон Ома:

$$R_3 = U_x / I_x.$$

Опір заземлення можна також виміряти приладом МС-08 (рис. 12.8), що має три шкали (10—1000, 1—100 та 0,1—10 Ом), робота якого заснована на принципі одночасного виміру струму та напруги магнітоелектричним логометром.

Логометром називається прилад, що вимірює відношення двох електричних величин, у більшості випадків відношення двох струмів. Його

застосовують для виміру електричних і неелектричних величин, що не залежать від струму (опору, зрушення фаз, частоти, температури, тиску, переміщення в просторі та ін.).

При вимірі опору заземлення приладом МС-08 відпадає потреба в мережі перемінного струму, що особливо важливо при ремонтних і польових роботах. Крім того, не потрібно виконання розрахунків, тобто вимірюване значення відраховують безпосередньо по шкалі. Недоліками приладу є значна маса (близько 13 кг) і порівняно висока погрішність виміру (до 12,5 %).

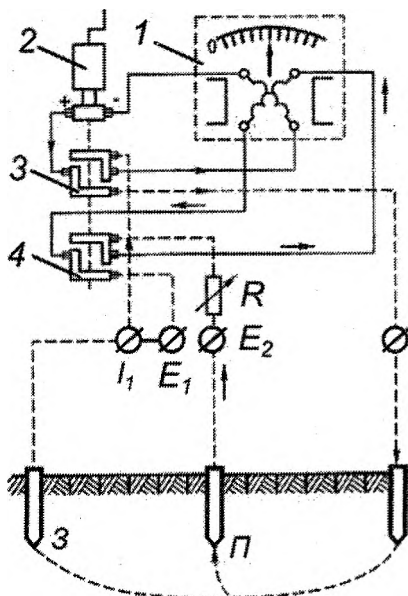


Рис. 12.8. Спрощена схема приладу МС-08:

1 — логометр; 2 — генератор; 3 — переривник струму; 4 — випрямляч

Дані вимірів порівнюються з вимогами ПУЕ. Якщо опір менше або дорівнює значенню, наведеному в ПУЕ, пристрій, що заземлює, вважається придатним до експлуатації.

12.4. Монтаж внутрішньої заземлюючої мережі

Перед засипанням траншеї до зовнішнього контуру заземлення приварюють сталеві смуги або круглі стрижні, які потім вводять всередину будинку, де перебуває устаткування, що підлягає заземленню. Вводів, що з'єднують заземлювачі із внутрішньою заземлюючою мережею, повинно бути не менше двох і виконуються вони сталевими провідниками тих са-

мих розмірів і перерізу, що і з'єднання заземлювачів між собою. Як правило, вводи заземлюючих провідників у будинки прокладають у неспалимих неметалічних трубах, що виступають по обидві сторони стіни приблизно на 10 мм.

У цехах промислових підприємств і будинках трансформаторних підстанцій електроустановки, що підлягає заземленню, розташовується всіляким образом, тому для приєднання його до системи заземлення в приміщенні повинні бути прокладені заземлюючі та нульові захисні провідники. Як такі використовуються нульові робочі провідники (крім вибухонебезпечних установок), а також металеві конструкції будинку (колони, ферми та ін.); провідники, спеціально призначені для цієї мети; металеві конструкції виробничого призначення (каркаси розподільних пристроїв, підкранові колії, цахи ліфтів, обрамлені канали та ін.); сталеві труби електропроводок; алюмінієві оболонки кабелів; металеві кожухи шинопроводів, короби та лотки; металеві стаціонарно прокладені трубопроводи будь-якого призначення (крім трубопроводів горючих і вибухонебезпечних речовин і сумішей, каналізації та центрального опалення).

Забороняється використовувати як нульові захисні провідники металеві оболонки трубчастих проводів, несучі троти, металорукави, броню та свинцеві оболонки кабелів.

Якщо природні магістралі заземлення використати не можна, то як заземлюючі або нульові захисні провідники застосовують сталеві провідники, мінімальні розміри яких наведено в табл. 12.1. Заземлюючі провідники в приміщеннях повинні бути доступні для огляду.

Таблиця 12.1

Мінімальні розміри заземлюючих провідників

Вид провідника	Місце прокладки	
	у будинку	у зовнішній установці (ЗУ)
Кругла сталь	діаметр 5 мм	діаметр 6 мм
Прямокутна сталь	переріз 24 мм ² , товщина 3 мм	переріз 48 мм ² , товщина 4 мм
Кутова сталь	товщина полиць 2 мм	товщина полиць 2,5 мм у ЗУ та 4 мм у землі
Сталева газопровідна труба	товщина стінок 2,5 мм	товщина стінок 2,5 мм у ЗУ та 3,5 мм у землі
Сталева тонкостінна труба	товщина стінок 1,5 мм	2,5 мм у ЗУ, у землі не допускається

Прохід через стіни виконується у відкритих прорізах, неспалимих неметалічних трубах, а через перекриття — у відрізах таких же труб, що виступають над підлогою на 30—50 мм. Заземлюючі провідники повинні проводитися вільно, за винятком вибухонебезпечних установок, де отвори

труб і прорізів зашпаровуються легкопробивними неспалимими матеріалами.

У приміщеннях і зовнішніх установках з неагресивним середовищем у місцях, доступних для огляду та ремонту, допускається використання болтових з'єднань заземлюючих і нульових захисних провідників за умови, що будуть вжиті заходи проти їхнього ослаблення та корозії контактних поверхонь.

Відкрито прокладені заземлюючі та нульові захисні провідники повинні мати відмітне фарбування: на зеленому фоні смужки жовтих кольорів шириною 15 мм на відстані 150 мм друг від друга. Заземлюючі провідники прокладаються горизонтально або вертикально; під кутом їх можна прокладати тільки паралельно похилим конструкціям будинку. Провідники із прямокутним перерізом кріпляться широкою площиною до цегельної або бетонної стіни за допомогою будівельно-монтажного пістолета або піротехнічної оправки.

До дерев'яних стін заземлюючі провідники прикріплюють шурупами. Опори для кріплення заземлюючих провідників повинні встановлюватися з дотриманням наступних відстаней: між опорами на прямих ділянках — 600—1000 мм, від вершин кутів на поворотах — 100 мм, від рівня підлоги приміщення — 400—600 мм. В сирих, особливо сирих і приміщеннях з їдкою парою кріпити заземлюючі провідники безпосередньо до стін не дозволяється, вони приварюються до опор, закріплених дюбелями (рис. 12.9) або умурованих у стіну.

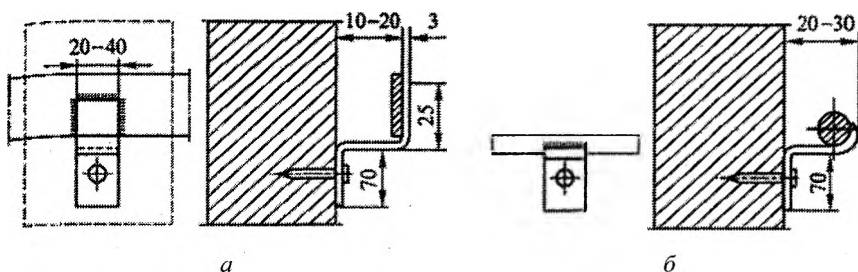


Рис. 12.9. Кріплення плоских (а) і круглих (б) провідників заземлення за допомогою опор

Перед прокладкою сталеві шини виправляються, очищаються та фарбуються з усіх боків. Місця з'єднання після зварювання стиків покриваються асфальтовим лаком або олійною фарбою.

В сухих приміщеннях можна використати нітроемалі, а в приміщеннях із сирою і їдкою парою потрібно застосовувати фарби, стійкі до хімічно активного середовища.

12.5. Вимоги ПУЕ до заземлення електроустановок

Заземлення або занулення варто виконувати у всіх електроустановках перемінного струму з напругою від 380 В та в електроустановках постійного струму з напругою від 440 В. В приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних, а також у зовнішніх електроустановках заземлення та занулення виконуються і у пристроях перемінного струму з напругою вище 42 В та в пристроях постійного струму з напругою вище 110 В, а у вибухонебезпечних установках — при будь-якій напрузі перемінного та постійного струмів.

При напрузі до 1000 В в електроустановках із глухозаземленою нейтраллю повинне бути виконане занулення. В цих випадках заземлення корпусів електроприймачів без їх занулення забороняється.

Підлягають заземленню або зануленню:

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів світильників;
- приводи електричних апаратів;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів (якщо в проекті відсутні особливі вказівки);

- каркаси розподільних щитів, щитків і шаф (якщо на них установлене електроустаткування напругою перемінного струму вище 42 В або постійного струму вище 110 В);

- металеві конструкції розподільних пристроїв, кабельні конструкції та сполучні муфти, оболонки та броня контрольних і силових кабелів, металеві оболонки проводів, сталеві труби електропроводки, корпуси шинопроводів, лотки, коробки, троси та сталеві смуги з укріпленими на них кабелями та проводами;

- металеві оболонки та броня силових, а також контрольних кабелів і проводів на напругу перемінного струму до 42 В та постійного струму до 110 В, прокладених на загальних металоконструкціях;

- електроустаткування, установлене на опорах повітряних ліній;

- металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів;

- металеві корпуси силових стаціонарно встановлених електроприймачів (електричних плит, кип'ятильників та ін.), а також металеві труби електропроводки до них;

- корпуси та частини електропроводок на сходових клітках житлових і суспільних будинків, у будинкових, дворових і суспільних санітарних вузлах, лазнях та інших подібних приміщеннях. У ванних кімнатах металеві корпуси ванн повинні бути з'єднані із трубами водопроводу.

Допускається не виконувати спеціальне заземлення або занулення:

- корпусів електроустаткування, встановленого на заземлених або занулених металоконструкціях щитів або шаф, станинах верстатів та інших основ (за умови надійного електричного контакту їх із цими основами або із встановленим на них заземленим і зануленим устаткуванням);

— металевих деталей на дерев'яних опорах повітряних ліній (якщо заземлення не потрібно за умовами захисту від атмосферних перенавантажень).

Існують певні вимоги до заземлення та занулення електроприймачів різного типу.

1. Кожна заземлювана частина електроустановки повинна бути приєднана до заземлюючої магістралі окремим відгалуженням. Послідовне підключення до заземлюючого провідника декількох частин забороняється.

2. Переріз мідних та алюмінієвих провідників для заземлення різних частин електроустановки повинен відповідати значенням, наведеним у табл. 12.2.

Таблиця 12.2

Мінімально припустимий переріз заземлюючих провідників, мм²

Тип провідника	Мідний	Алюмінієвий
Неізольований провідник при відкритій прокладці	4	6
Ізольований провід	1,5	2,5
Заземлююча та нульова жила кабелю та багатожилового проводу в загальній захисній оболонці з фазними жилами	1	1,5

3. Заземлюючі відгалуження до однофазних електроприймачів повинні виконуватися окремим (третім) провідником; використовувати для цієї мети нульове робоче проведення забороняється.

4. Приєднання заземлюючих відгалужень до металоконструкцій варто виконувати зварюванням, а до корпусів апаратів і машин — болтами. Контактні поверхні при цьому повинні бути зачищені до металевого блиску та змазані тонким шаром вазеліну.

5. Металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів заземлюються спеціальною жилою гнучкого проводу, що не повинна одночасно служити провідником робочого струму. Використовувати для цієї мети нульовий робочий провід електроустановки забороняється.

6. Приєднання заземлюючого провідника до заземлюючого або нульового контакту штепсельної розетки варто виконувати окремим провідником. Вилка для включення переносного електроприймача повинна мати подовжений заземлюючий штир, що вступає в сполуку із заземлюючим контактом розетки до того, як з'єднаються струмопровідні контакти.

7. Жили проводів і кабелів для заземлення переносних і пересувних установок повинні мати переріз, рівний перерізу фазних проводів, і перебувати в загальній з ними оболонці.

Заземленню не підлягають:

— рейкові шляхи, що виходять за територію електричних станцій, підстанцій і промислових підприємств;

— корпуса електроустаткування, встановленого на заземлених металевих конструкціях, якщо на опорних поверхнях передбачені зачищені та незафарбовані місця для забезпечення щільного електричного контакту;

— корпуса електровимірювальних приладів, реле та інших пристроїв, встановлених на щитках, щитах, шафах і стінах камер розподільних пристроїв;

— корпуса електроприймачів, що мають подвійну ізоляцію щодо струмоведучих частин. У приладів з подвійною ізоляцією корпус виконується з ізолюючого матеріалу, а струмоведучі частини мають власну ізоляцію. Таким чином, якщо відбувається ушкодження ізоляції струмоведучих частин приймача, то небезпека поразки струмом не виникає, тому що ізоляційний корпус або ізоляційні прокладки між корпусом і внутрішніми ізольованими струмоведучими частинами надійно захищають людину від електричного удару;

— знімні або частини, що відкриваються, металевих заземлених каркасів і камер розподільних пристроїв, огорожень, шаф та ін.

До початку ремонту заземлюючої мережі перевіряють опір заземлювачів розтіканню струму. Якщо він вище норми, то вживають заходів до його зниження. Для цього збільшують число електродів заземлювача або навколо них укладають в радіусі 250—300 мм по черзі шари солі та землі товщиною 10—15 мм. Кожен вкладений шар поливають водою. Таким способом обробляють землю навколо верхньої частини електрода заземлювача кожні 3—4 роки.

Занулення та заземлення освітлювальних установок. Стационарні освітлювальні установки живляться від електричних мереж напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Опір заземлюючого пристрою у мережах з напругою 380 В повинен бути не більше 4 Ом, а опір заземлювача, розташованого безпосередньо в нейтралі трансформатора або генератора, — не більше 30 Ом (відповідно при напрузі електричної мережі 660 В ці значення становлять 2 та 15 Ом, а при напрузі 220 В — 8 та 60 Ом).

На практиці часто змішують поняття заземлення і занулення та навіть зв'язують їх з конструктивними рішеннями. Так, наприклад, приєднання установки до четвертого проводу (нульового) трифазної мережі вважають зануленням, а з'єднання її зі сталевими шинами заземлюючого пристрою вважають заземленням. Якщо в першому випадку факт занулення не викликає сумнівів, то в другому — рішення питання про те, чи є ця сполука заземленням або зануленням, визначається вже схемою електромереж: у мережах з ізольованою нейтраллю — це заземлення, а в мережах із глухозаземленою нейтраллю така сполука вже є зануленням. Чітке розуміння

цієї різниці необхідно, тому що забороняється застосовувати в мережах із глухозаземленою нейтраллю заземлення, не з'єднане з нульовою точкою трансформатора або генератора.

Занулення в освітлювальних установках є основним і найпоширенішим засобом захисту людей від поразки електричним струмом при ушкодженні ізоляції. Однак залежно від умов експлуатації установок використовуються і інші міри захисту: заземлення, захисне відключення, подвійна ізоляція, вирівнювання потенціалів.

У стаціонарних мережах загального освітлення промислових підприємств занулення практично залишається єдиним засобом захисту від поразки електричним струмом. Захист людей у цьому випадку забезпечується автоматичним відключенням ділянки мережі, де відбулося ушкодження ізоляції, із замиканням його на зануленні частини установки. Відключення відбудеться, якщо виниклий струм короткого замикання (КЗ) буде досить великим. Для цього провідність фазних і нульових захисних провідників повинна бути такою, щоб струм КЗ перевищував номінальний струм найближчого запобіжника або ж уставки струму автоматичного вимикача не менше ніж у три рази. При відсутності заводських даних для автоматичних вимикачів з номінальним струмом до 100 А кратність струму КЗ відносно уставки необхідно приймати не менше 1,4, а для автоматичних вимикачів з номінальним струмом більше 100 А — не менше 1,25.

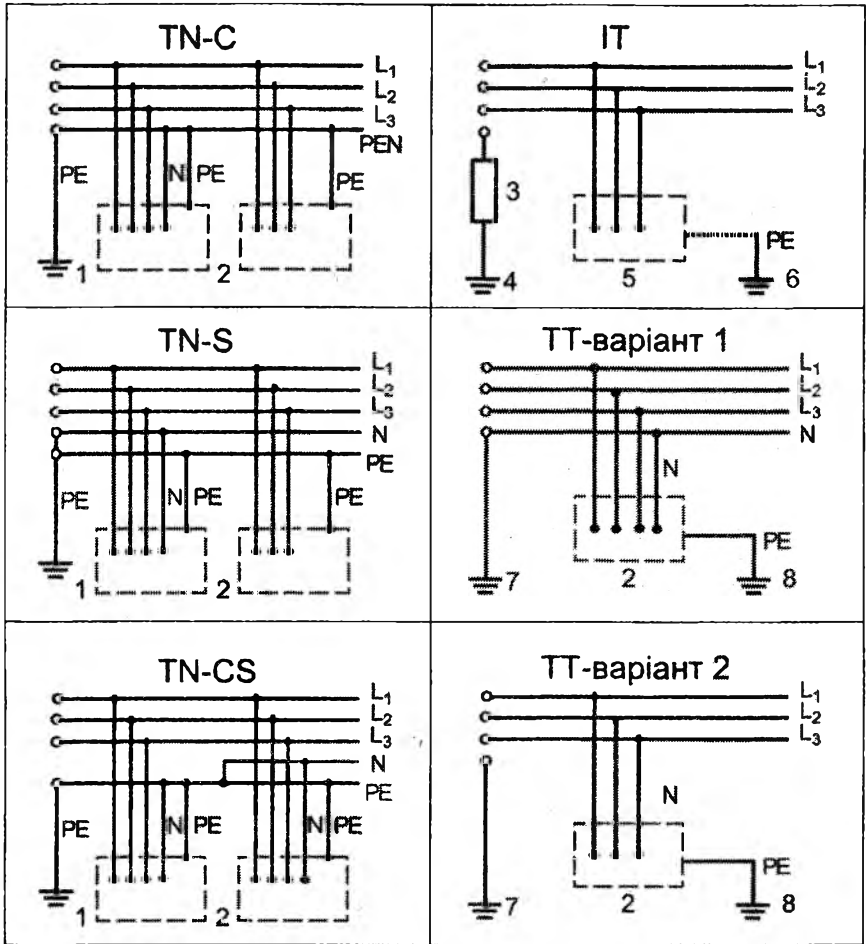
Захисне відключення в електроустановках напругою до 1 кВ виконується автоматичним відключенням всіх фаз (полюсів) ділянки мережі, де відбулося замикання на корпус або неприпустиме зниження опору ізоляції, за безпечний для людини час, тобто з урахуванням того, що чим менше час протікання струму через тіло людини, тим більший струм безпечний.

Існують і інші міри захисту від поразки струмом при користуванні освітлювальними та побутовими електроустановками, а саме: застосування розділових трансформаторів для живлення штепсельних розеток, призначених для включення електричних бритв у ванних кімнатах, а також малої напруги для живлення переносних світильників; подвійна ізоляція електроінструментів, що дозволяє відмовитися від їх занулення; вирівнювання потенціалів за допомогою сполуки корпусу ванн із трубопроводами подачі води.

12.6. Сучасні системи заземлення

Існують різні схеми електропостачання, використовувані для підключення устаткування в житлових будинках. Вони розрізняються за способом заземлення електрообладнання і джерела електроенергії (як такий часто використовується понижуючий трансформатор). В цей час застосовуються три основні системи заземлення: TN, IT і TT (табл. 12.3).

Сучасні системи заземлення



Умовні позначення систем заземлення:

Перша літера — стан нейтралі джерела щодо землі:

T — заземлена нейтраль;

I — ізольована нейтраль;

Друга буква — стан відкритих провідних частин щодо землі:

T — відкриті провідні частини заземлені незалежно від ставлення до землі нейтралі джерела живлення або якої-небудь точки живильної мережі;

N — відкриті провідні частини приєднані до глухозаземленої нейтралі джерела живлення;

Букви після N — поєднання в одному провіднику або поділ функцій нульового робочого та нульового захисного провідників:

S — нульовий робочий (N) і нульовий захисний (PE) провідники розділені;

C — функції нульового захисного і нульового робочого провідників поєднані в одному провіднику (PEN-провідник).

1 — заземлювач нейтралі джерела живлення;

2 — відкриті провідні частини;

3 — опір заземлення нейтралі підстанції;

4 — заземлювач;

5 — відкриті провідні частини електроустановки;

6 — заземлювальний пристрій;

7 — заземлювач нейтралі підстанції;

8 — заземлювач відкритих провідних частин;

N — нульовий робочий провідник;

PE — захисний (заземлюючий, нульовий) провідник;

PEN — суміщений нульовий захисний і нульовий робочий провідники.

Система TN — нейтраль джерела живлення глухо заземлена, а відкриті провідні частини електроустановок приєднані до глухозаземленої нейтралі джерела, за допомогою нульових захисних провідників.

Система TN-C — система TN, в якій нульовий захисний і нульовий робочий провідники поєднані в одному провіднику на всьому її протязі. Головним недоліком даної системи є те, що при обриві нуля на корпусах електроустановок утворюється лінійна напруга.

Система TN-S — система TN, в якій робочий нуль і захисний нуль розділені відразу від джерела живлення (на підстанції).

Система TN-CS — система TN, в якій функції нульового захисного і нульового робочого провідників поєднані в одному провіднику в якійсь його частині, починаючи від джерела живлення.

Система IT — нейтраль джерела живлення ізольована від землі або заземлена через прилади та пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частини заземлені.

Система TT — нейтраль джерела живлення глухо заземлена, а відкриті провідні частини електроустановки заземлені за допомогою заземлювального пристрою, електрично незалежного від глухозаземленої нейтралі джерела.

Найбільш перспективною для нашої країни є система заземлення TN-CS, що дозволяє в комплексі з широким впровадженням ПЗВ забезпечити високий рівень електробезпеки в електроустановках без їх докорінної реконструкції.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке захисне заземлення?
2. Які основні вимоги до конструкції заземлень?
3. Які існують способи виміру опору заземлення?
4. Які особливості конструкції та монтажу заземлення усередині та поза будинками?
5. В чому складаються особливості та вимоги до природних і штучних заземлювачів?
6. Назвіть основні вимоги ПУЕ до заземлення та заземлювачів.
7. Які особливості роботи електричної мережі з ізольованою та заземленою нейтраллю в нормальному та аварійному режимах?
8. Поясніть причини виникнення крокової напруги та напруги дотику.
9. Чому не можна використовувати для заземлення металеві оболонки трубчастих проводів, несучі троси, оболонки кабелю, навіть якщо вони заземлені?

Розділ 13. ЗВАРЮВАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ РОБІТ

Зварюванням називають спосіб одержання нероз'ємного з'єднання деталей із забезпеченням суцільності матеріалу. Розрізняють дугове, контактне, плазменно-дугове та електронно-променеє зварювання.

При дуговому зварюванні деталі нагріваються за допомогою електричної дуги. При цьому вони є одним з електродів цієї дуги. Чорні метали зварюються сталевим електродом з обмазкою. У процесі такого зварювання електрод розплавляється та утворює шов. Деталі з кольорових металів частіше зварюються за допомогою вугільного або графітового електрода — катода. Присадку в цьому випадку вводять у зону зварювання у вигляді окремого прутка.

Дугове зварювання відрізняється підвищеною електробезпечністю, тому напруга холостого ходу джерел живлення зварювальних апаратів не перевищує 90 В, робоча напруга становить 35—70 В, а напруга дуги перебуває в межах 35—50 В. Залежно від товщини деталей зварювальний струм може бути 100—1200 А.

Апарат ВКЗ-1 (рис. 13.1) призначений для автоматичного зварювання без флюсу одножильних алюмінієвих проводів з перерізом до 6 мм².

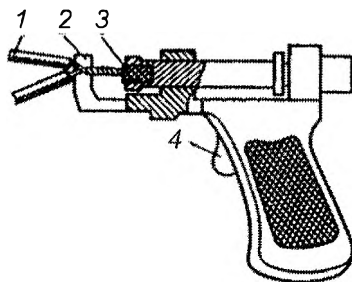


Рис. 13.1. Зварювальний апарат ВКЗ-1

При зварюванні зводять спусковий механізм з вугільним електродом 3 та затискають скручені жили 1 в губки утримувача 2 так, щоб торці жил упиралися в лунку електрода. Натискають на спусковий гачок 4, після спрацьовування спускового механізму подається напруга, і вугільний електрод, просуваючись під дією пружини вперед, зварює жили. Зварювання відбувається автоматично: воно припиняється у момент оплавлення жил на задану довжину.

Установка УСАП призначена для з'єднання та окінцівки алюмінієвих проводів і кабелів зварюванням способом контактного розігріву і складається зі зварювального трансформатора, електродотримача з вугільним електродом, зварювальних двоелектродних кліщів і двох охолоджувачів зі змінними вкладишами. Зварювання виконують у формах із графіту,

кераміки або сталі. Розігрів проводів до температури плавлення здійснюється за рахунок виділення теплоти при контакті вугільного електрода з алюмінієвою жилою. Вугільний електрод на початку зварювання щільно притискається до жил, а потім, при розплавленні алюмінію, залишається зануреним у рідку ванночку до кінця процесу. Зварювання виконується із застосуванням флюсу марки ВАМІ.

Контактне електрозварювання може бути стиковим, точковим та роликковим. Точкове та роликкове (шовне) зварювання здійснюються на контактних машинах потужними однополярними імпульсами струму. При точковому зварюванні деталі встановлюються між електродами контактної машини та щільно стискаються, після чого включається струм. У місці контакту деталей метал розплавляється і утворюється зварена точка. При роликковому зварюванні заготовки встановлюються між роликками. При обертанні роликів до них імпульсно підключається струм.

Пістолет ПТЛ-2 призначений для електричної точкової контактної приварки монтажних смужок товщиною до 0,5 мм до металоконструкцій електротехнічних установок. Він складається із пластмасової рукоятки, електрода та пускової кнопки. Для зварювання монтажну смужку прикладають до зачищеного місця металоконструкції і притискають електродом, після чого натискають пускову кнопку пістолета, що включає зварювальний струм.

Газоповітряний пальник ГПВМ-0,1 (рис. 13.2) призначений для зварювання алюмінієвих проводів різного перерізу, пайки та інших робіт, пов'язаних з нагріванням. У комплект пальника входять паяльник і ванночка для пайки та лудіння при кабельних роботах. Максимальний переріз оброблюваних проводів 35 мм²; застосований газ — пропан-бутан (рідкий); ємність газових балонів 1 та 4 л.

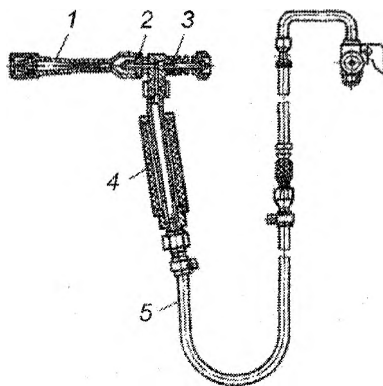


Рис. 13.2. Газоповітряний пальник ГПВМ-0,1:

1 — насадка; 2 — тримач; 3 — замикаюча голка; 4 — рукоятка; 5 — рукав

Пальник ГПВМ-0,1 входить до складу набору НСП-1М (рис. 13.3) для пропано-повітряної пайки, у якому можуть бути два газових балони ємністю по 1 л кожен або один балон ємністю 4 л та 2 м гумового шлангу із краном.

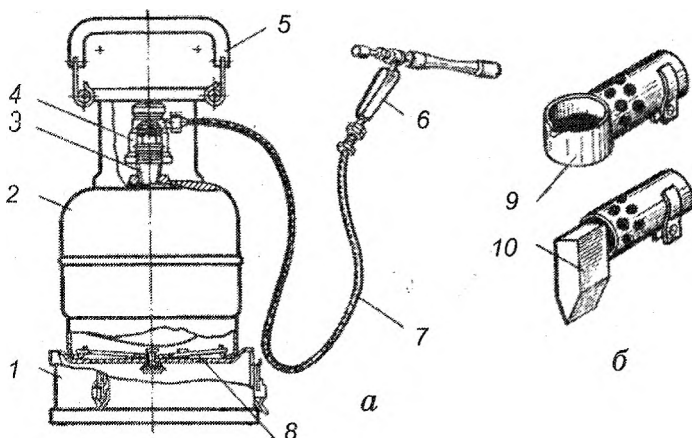


Рис. 13.3. Набір приладдя для пропано-повітряної пайки:
а — набір НСП-1М; *б* — насадки до пальника; 1 — контейнер; 2 — балон;
 3 — редукційний клапан; 4 — редуктор; 5 — рукоятка; 6 — пальник; 7 — шланг;
 8 — фіксуюча планка; 9 — ванночка; 10 — пальник ГПВМ-0,1

Набори НСПК-1 призначені для пропано-кисневого зварювання, що широко впроваджується для з'єднання та окінцівки алюмінієвих жил проводів і кабелів з перерізом 16—240 мм², а НСПК-2 — для жил з перерізом більше 300 мм².

У наш час розроблений і впроваджується уніфікований набір НСПУ (рис. 13.4), що складається з інструментів і пристосувань для зварювання та пайки жил проводів і кабелів з перерізом 16—150 мм². Крім того, для сполуки алюмінієвих жил мереж освітлення застосовується набір НПГ-2.

Ранцевий монтажний напівавтомат ПРМ-4 призначений для зварювання електродом, що плавиться, у середовищі захисних газів конструкцій з вуглецевих і корозійностійких сталей, міді, алюмінію і його сплавів. Товщина матеріалів, що зварюють, від 1 до 50 мм. Застосовується в стаціонарних і монтажних умовах. Комплект ПРМ-4 складається із самого ранцевого напівавтомата, електроустаткування до нього та випрямної приставки ПВ-400.

Напівавтомат являє собою ранець, на панелі якого монтується механізм подачі дроту, знімна касета (котушка) і пальник зі шлангом.

Електроустаткування, призначене для живлення механічної частини напівавтомата та керування зварювальним процесом, складається з апарат-

ної шафи, джерела зварювального струму та електромагнітного газового клапана. Електрична схема напівавтомата забезпечує плавне регулювання і стабілізацію швидкості подачі електродного дроту, його кнопковий пуск і дистанційне керування, а також включення подачі в зону зварювання захисного газу та переміщення електродного дроту вперед та назад.

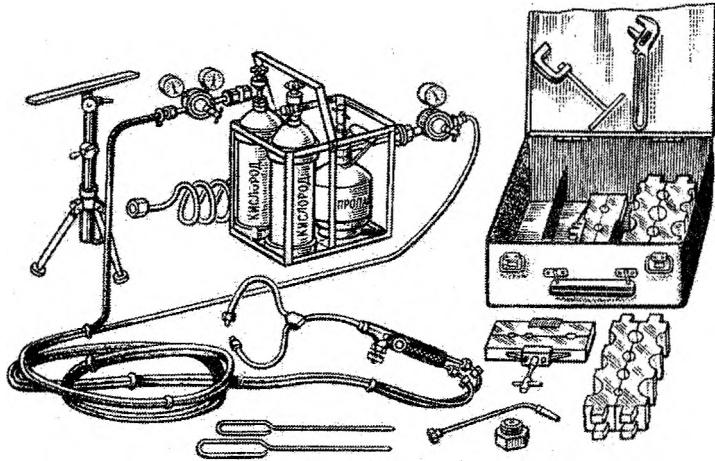


Рис. 13.4. Уніфікований набір НСПУ для пайки та зварювання

Як джерело живлення електричної дуги постійним струмом використовується випрямна приставка ПВ-400 (у комплекті зі зварювальним трансформатором). Приставка, що складається з восьми кремнієвих силових вентилів, дроселя, передньої та задньої панелей, монтується на візку та закривається захисним кожухом. Напруга живильної мережі 200 В, випрямленого струму 65 В.

Роботи із пробивання ніш, отворів, гнізд, вибірці борозен, закріпленню конструкцій і деталей за допомогою пістолета, сполуці та окінцівки жил проводів і кабелів із застосуванням електрифікованого, пневматичного та іншого інструмента повинні виконувати робітники, що пройшли спеціальне навчання та мають посвідчення на право виконання даних робіт.

Запитання для самоконтролю

1. Який інструмент застосовується для зварювальних робіт?
2. Для чого служить апарат ВКЗ-1?
3. Для чого призначений газоповітряний пальник ГПВМ-0,1?
4. Що входить до складу газоповітряного пальника ГППМ-0,1?
5. Для чого застосовується ранцевий монтажний напівавтомат ПРМ-4?
6. Що входить у комплект ранцевого монтажного автомата ПРМ-4?

Розділ 14. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИКІВ

Електромонтажники при провадженні робіт відповідно до наявної кваліфікації зобов'язані виконувати вимоги безпеки, викладені в «Типовій інструкції з охорони праці для працівників будівництва, промисловості будівельних матеріалів і житлово-комунального господарства», даної інструкції, розробленої з урахуванням будівельних норм і правил, правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів, а також вимоги інструкцій заводів-виготовлювачів устаткування, механізмів, пристосувань, інструменту і засобів захисту, застосовуваних у процесі роботи.

14.1. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перш ніж приступити до роботи, електромонтажники зобов'язані:

1) пред'явити керівнику посвідчення про перевірку знань безпечних методів робіт;

2) одержати завдання в бригадира або керівника і пройти інструктаж на робочому місці по специфіці виконуваних робіт;

3) при виконанні робіт підвищеної небезпеки ознайомитися із заходами, що забезпечують безпечне провадження робіт, і розписатися в наряді-допуску, виданому на роботу, що доручається;

4) надягти спецодяг, спецвзуття і каску встановленого зразка і, якщо є потреба, необхідні засоби захисту.

Після одержання завдання електромонтажники зобов'язані:

а) перевірити робоче місце, проходи до нього й огороження на відповідність вимогам безпеки, при необхідності виконати заходи, зазначені в наряді-допуску, видалити сторонні предмети і матеріали;

б) перевірити справність устаткування, пристосувань і інструменту, а також достатність освітленості робочих місць;

в) підібрати, попередньо перевіривши справність і терміни останніх іспитів, засоби захисту і пристосування, застосовувані для роботи: діелектричні і вимірювальні штанги (кліщі), покажчики напруги, інструмент з ізольованими ручками, діелектричні рукавички, боти, калоші і килими; підмости, сходи, запобіжні пояси й ін.;

г) перевірити справність редукторів і манометрів балонів з газами, герметичність сулій з електролітом, кислотою, лугом, цілісність упакування піротехнічних, термітних патронів і сірників, епоксидних і поліуретанових компаундів, твердників і т. д.

Електромонтажникам заборонено приступати до роботи при таких порушеннях вимог безпеки:

— при загазованості приміщень, де мають працювати;

— відсутності або несправності припливно-витяжної вентиляції, відсутності спеціальних розчинів для нейтралізації розлитого електроліту, кислоти або лугу при роботах в акумуляторній;

— відсутності або несправності лісів, настилів, риштовання або інших засобів підкладання, наявності необгороджених прорізів і перепадів по висоті в зоні провадження робіт;

— несправності засобів захисту від падіння при роботі на висоті (запобіжні пояси, страхувальні канати і т. ін.);

— несвоєчасному проходженні чергових іспитів (технічного огляду) засобів підкладання, сход, індивідуальних (колективних) засобів захисту;

— відсутності видимих розривів електричних ланцюгів, по яких може бути подана напруга на місце робіт, і захисного заземлення відключеної частини електроустановки;

— відсутності або закінченні терміну дії наряду-допуску при роботі в діючих електроустановках;

— перебуванні робочого місця в межах небезпечних зон, границі яких наведено в таблиці 14.1.

Про виявлені порушення вимог безпеки електромонтажники повинні повідомити керівнику робіт.

Таблиця 14.1

Межі небезпечних зон робочого місця

Напруга, кВ	Відстані, що обмежують небезпечну зону від необгороджених неізольованих частин електроустановки, що знаходяться під напругою, м
До 1	1,5
Від 1 до 20	2,0
Від 35 до 110	4,0
Від 150 до 220	5,0
330	6,0
Від 500 до 750	9,0
800 (пост. струму)	9,0

14.2. Вимоги безпеки під час роботи

При електромонтажних роботах повинні виконуватися такі вимоги безпеки, загальні для окремих професій і робіт:

1) не допускається виконання роботи поза приміщеннями на висоті, а також при застосуванні електроустановки, вимірювальних приладів під час тумана, дощу, грози, ожеледі і при вітрі силою 12 м/с і більше;

2) свердління і пробивання отворів у цеглі і бетоні, протягання сталевих проводів і труби необхідно робити із використанням захисних окулярів з небитким склом. При пробиванні отворів ручним інструментом (шлямбуром, оправленням і т. п.) необхідно перевірити, щоб довжина його робочої частини перевищувала товщину стіни не менше, ніж на 200 мм;

3) при затягуванні проводу (кабелю) у трубу (канал) руки працюючого повинні бути на відстані не менше 1 м від торця труби (каналу);

4) при вимірі опору ізоляції жил проводів і кабелів мегомметром кінці проводів (кабелів) із протилежної сторони повинні бути обгороджені або знаходитися під контролем спеціально виділеного для цих цілей чергового, атестованого за правилами електробезпеки;

5) електромонтажному персоналу забороняється робити будь-які роботи, що відносяться до експлуатації електроустановок на будівельному майданчику;

6) при застосуванні вантажопідйомних кранів до стропування матеріалів, виробів і конструкцій допускаються електромонтажники, що мають посвідчення стропальника (такелажника).

При роботі на висоті електромонтажники повинні виконувати такі вимоги безпеки:

а) застосовувати інвентарні засоби підкладання, що пройшли іспити у встановлений термін;

б) при роботі на висоті більше 1,3 м робітники місця повинні мати захисні огороження висотою 1,1 м;

в) подавати предмети працюючому на висоті за допомогою мотузки. Щоб уникнути розгойдування, предмет необхідно дотримувати відтягненням;

г) забороняється працювати на конструкціях, що монтуються, шинопроводах, лотках, ходити по них, а також перелазити через огороження;

д) обгороджувати місця установки приставних сход на ділянках руху транспорту або людей;

е) забороняється застосовувати як засоби підкладання шухляди, бочки або інші випадкові предмети;

ж) при виконанні верхолазних робіт потрібно виконувати вимоги, викладені в «Типовій інструкції з охорони праці для працівників, що виконують верхолазні роботи».

При роботі в колодязях, колекторах і інших підземних спорудах слід виконувати такі вимоги безпеки:

1) для освітлення робочих місць у колодязях і тунелях потрібно застосовувати світильники напругою 12 В або акумуляторні ліхтарі, а для роботи — електричний інструмент напругою не вище 42 В, що виконанням відповідає категоріям приміщень за електро-, пожежо- і вибухонебезпечністю;

2) при відкриванні колодязів необхідно застосовувати іскробезпечний інструмент, а також уникати ударів кришки об горловину люка. Щоб уникнути ушкодження рук або ніг, знімати кришки з колодязів необхідно за допомогою захватів;

3) при роботі в колодязях двоє робітників повинні знаходитися поза колодязем, страхувати безпосередніх виконавців роботи за допомогою

страхувальних канатів, прикріплених до лямкових запобіжних поясів працюючих у колодязі. Біля відкритого люка колодязя потрібно установити попереджуючий знак або зробити огородження;

4) під час роботи в колекторах і тунелях електромонтажники повинні мати можливість виходу з двох сторін;

5) у підземних спорудах до місця роботи необхідно іти по встановлених маршрутах, не доторкаючись до кабелів, проводів, корпусів електроустаткування.

При роботі на діючих підприємствах слід виконувати такі вимоги безпеки:

а) електромонтажники зобов'язані дотримуватися правил внутрішнього розпорядку і вимоги безпеки діючого підприємства;

б) керуватися вимогами наряду-допуску, виданого на виконувану роботу;

в) при провадженні робіт забороняється використовувати для закріплення технологічного і монтажного оснащення діючі трубопроводи й устаткування, а також технологічні конструкції.

У діючих електроустановках треба працювати по наряду-допуску, дотримуючись таких вимог безпеки:

1) перед початком робіт пред'явити особі, що допускає до роботи, посвідчення по техніці безпеки на право провадження робіт у діючих електроустановках із указівкою кваліфікаційної групи по електробезпечності;

2) одержати інструктаж, у якому чітко визначені границі робочого місця, види майбутніх робіт, заходи безпеки і зазначене електроустаткування, що залишилося під напругою;

3) роботи слід виконувати в межах робочого місця, передбаченого нарядом-допуском;

4) виконувати роботи під наглядом виконавця робіт (виконроба);

5) електромонтажні роботи виконувати при знятій напрузі з усіх струмоведучих частин, що знаходяться в зоні провадження робіт, із забезпеченням видимих розривів електричного ланцюга і заземленні (зануленні) від'єднаних струмоведучих частин. Зону, виділену для провадження робіт, необхідно відгородити. Схема огородження повинна виключати випадкове проникнення електромонтажників за межі виділеної зони;

6) електромонтажні роботи, виконувані в охоронній зоні діючої ВЛ, виконувати під безпосереднім керівництвом відповідального за безпечне проведення робіт, при наявності наряду-допуску на зазначену роботу, розробленого з урахуванням інтересів і вимог експлуатуючої і монтажної організацій, а при роботі з застосуванням вантажопідйомних механізмів — і власника зазначеного механізму. Аналогічних вимог безпеки варто дотримуватись при монтажі ВЛ у зоні дії наведеної напруги, якщо її величина більше 42 В. При цьому накладення захисного заземлення на проводи лінії слід виконувати безпосередньо в місцях проведення робіт;

7) провід, що розгортається, слід заземлювати в місці приєднання його до тягового механізму. Заземлення його на барабані або в якому-небудь іншому місці забороняється. З погляду безпеки провід, що розгортається, варто прирівнювати до проводів, що знаходиться під напругою, і не допускати дотику до нього без захисних засобів.

При роботі з електрифікованим інструментом забороняється:

а) допуск до роботи осіб, що мають кваліфікаційну групу по електробезпеці нижче другої;

б) передавати його для роботи (хоча б і на нетривалий час) не атестованим особам;

в) виконання робіт із приставних сход;

г) залишати електроінструмент без нагляду і включеним в електричну мережу.

При монтажі кабельних ліній необхідно виконувати такі вимоги безпеки:

1) перед переміщенням барабана з кабелем ужити заходів, що виключають захват одягу робітників. Для цього необхідно видалити з барабана цвяхи, що стирчать, а кінці кабелю надійно закріпити;

2) для розмотування кабелю барабан установити на домкрати відповідної вантажопідйомності або спеціальні візки і підняти на 0,15—0,2 м від поверхні;

3) на трасах прокладки кабелів, що мають повороти, забороняється розмішатися усередині кутів повороту кабелю, підтримувати кабель на кутах повороту, а також відтягати його вручну. На прямолінійних ділянках траси електромонтажникам варто знаходитися по одній стороні кабелю;

4) при ручній прокладці кабелю кількість електромонтажників повинна бути такою, щоб на кожного з них приходилася ділянка кабелю масою не більше 35 кг;

5) при масі кабелю більше 1 кг на 1 м його підйом і кріплення з приставних сход або сходів-драбин забороняються;

6) відстань від краю траншеї до кабельних барабанів, механізмів і пристосувань повинна бути не менше її глибини;

7) опускати останній виток кабелю з барабана в колодязь або тунель плавно за допомогою прядив'яного каната;

8) розпалювати пальники, паяльні лампи, розігрівати кабельну масу і розплавляти припій на відстані не менше 2 м від колодязя (тунелю). Опускати в колодязь розплавлений припій і розігріту кабельну масу в ковші або закритій посудині, підвішеній за допомогою карабіна до металевого тросика;

9) при роботі з епоксидним компаундом і твердником необхідно дотримуватись заходів безпеки, прийнятих для робіт з токсичними речовинами;

10) кабельну масу для заливання муфт варто розігрівати в металевому просушеному посуді з кришкою і носиком. Забороняється доводити масу до кипіння. Неприпустиме попадання води в гарячу масу;

11) розігрівати і переносити ківш із припоєм, а також посудини з кабельною масою в захисних окулярах і брезентових рукавицях довжиною до ліктя. Передавати ківш із припоєм або посудину з кабельною масою з рук у руки забороняється (для передачі ємність необхідно ставити на землю або міцну підставку).

При монтажі силових і освітлювальних мереж необхідно виконувати такі вимоги безпеки:

а) розміщати труби і металоконструкції на землі або на підкладках на підлозі;

б) кінці труб обпилювати й очищати від задирок;

в) при виконанні робіт на фермах або тимчасових настилах по фермах у зоні працюючих мостових кранів забороняється опускати проводи, мотузки або такелажні пристосування, а також установлювати приставні сходи до тросової проводки;

г) перед установкою групових щитків і апаратів перевірити надійність їхніх монтажно-заготівельних вузлів і зборок;

д) перевірку збігу отворів у конструкціях, що з'єднуються, здійснювати за допомогою спеціальних монтажних пристосувань;

е) при монтажі кранового електроустаткування на проектній висоті забороняється користатися електроінструментом напругою вище 42 В й переносними електролампами напругою вище 12 В;

ж) при монтажі тросових проводок їхній остаточний натяг здійснювати за допомогою натяжних пристроїв після улаштування проміжної підвіски;

з) установку освітлювальної арматури масою більше 10 кг потрібно здійснювати вдвох. Допускається виконання цієї роботи одним робітником за допомогою спеціального пристосування;

и) монтувати шинопроводи посекційно або по одному блоці. Нагромадження секцій або блоків на лісах, естакадах і містках обслуговування забороняється;

к) піднімати блоки шинопроводів вище 7,5 м спеціальними траверсами з швелера або сталевих труб з постійними стропами;

л) при стикуванні двох секцій або блоків шинопроводів збіг отворів перевіряти металевим стрижнем;

м) забивати електроди заземлення вручну слід кувалдою з довжиною ручки (тримача) не менше 0,7 м.

При монтажі розподільних пристроїв необхідно виконувати такі вимоги безпеки:

1) робити підйом, переміщення й установку роз'єднувачів і інших апаратів у положенні «Включене», а апаратів, оснащених поворотними

пружинами або механізмами вільного розподільника, — у положенні «Відключене»;

2) при регулюванні вимикачів і роз'єднувачів, з'єднаних із приводами, ужити заходів, що виключають їхнє мимовільне включення або відключення;

3) перевірку одночасності включення контактів масляних вимикачів виконувати при напрузі не вище 12 В;

4) при роботах на трансформаторах струму їхні вторинні обмотки до повного закінчення монтажу ланцюгів, що підключаються до них, закрити накоротко безпосередньо на затисках трансформатора і заземлити;

5) стропити трансформатори за спеціально передбачені заводом-виготовлювачем піднімальні гаки (рим-болти);

6) забороняється робити які-небудь роботи або знаходитися на трансформаторах під час їхнього переміщення. При установці переміщуваних трансформаторів у проектне положення обов'язкова установка упорів (клинів);

7) щоб уникнути запалення пари мастила, зварювальні роботи на корпусі трансформатора виконувати після заливання його мастилом до рівня 200—250 мм вище місця зварювання;

8) при сушінні трансформаторів перемінним і постійним струмом місце роботи відгородити;

9) при монтажі силових трансформаторів їхні виводи на увесь час монтажних робіт закоротити і заземлити.

При монтажі вторинних ланцюгів необхідно виконувати такі заходи безпеки:

а) електромонтажникам переконатися, що зборки затисків, встановлені в камерах КРП, закриті кожухами і забезпечені попереджувальними написами з указівкою напруги;

б) згинати жили мідних і алюмінієвих проводів і жили контрольних кабелів у кільце круглогубцями або спеціальними механізмами і пристосуваннями. Застосування плоскогубців забороняється;

в) електропаяльник для пайки проводу і жил (для запобігання попадання флюсу і нагару на поверхню столу і проводів) застосовувати на металевій підставці з лотком;

г) при пайці дрібних деталей і кінців проводів утримувати їх пінцетом або плоскогубцями;

д) промивати місця пайки бензином і іншими легкозаймистими розчинами забороняється;

е) тигель для лудіння проводів встановлювати в стійкому положенні в металевому листі з бортиком.

14.3. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виявленні під час роботи несправностей засобів підкладання, застосовуваного устаткування, інструменту, засобів захисту, при яких відповідно до вимог інструкцій заводів-виготовлювачів забороняється їхня експлуатація, роботу необхідно припинити і доповісти бригадиру або керівнику робіт.

При виникненні в зоні роботи небезпечних умов (несправності заземлення; появи запаху газів у кабельних спорудах; руйнування і течії баків акумуляторних батарей) електромонтажники зобов'язані припинити роботу і повідомити бригадиру або керівнику робіт.

При втраті стійкості або порушенні цілісності конструкцій у зоні виконання робіт потрібно припинити роботи і доповісти керівнику.

14.4. Вимоги безпеки по закінченню роботи

Після закінчення робіт необхідно:

а) відключити електрифікований інструмент і інше використовуване в роботі устаткування;

б) протерти і змазати тертьові частини інструменту і здати його на збереження;

в) упорядкувати робоче місце, видаливши з проходів сторонні предмети;

г) у випадку виконання робіт зі зняттям напруги повідомити керівнику про закінчення роботи;

д) про всі порушення вимог безпеки, що мали місце в процесі роботи, повідомити бригадиру або керівнику робіт.

ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Державний стандарт професійно-технічної освіти ДСПТО7137.ОФ.45.31-2013.
2. Закон України «Про охорону праці».
3. Закон України «Про пожежну безпеку».
4. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки».
5. Правила безпечної експлуатації електроустановок.
6. Атабеков В. Б. Монтаж електричних мереж і силового електроустаткування [Текст] : підруч. / перекл. з рос. Т. А. Сиротенко. — К. : Вища школа, 1995. — 247 с. : іл.
7. Бондар В. М. Монтаж освітлювальних, силових мереж і електроустаткування. В запитаннях і відповідях [Текст] : навч. посіб. / В. М. Бондар, О. Г. Шаповаленко. — К. : Вища школа, 1995. — 208 с. : іл.
8. Бондаренко В. П. Справочник прораба-електромонтажника [Текст] / В. П. Бондаренко, Н. Ф. Коба. — К. : Будівельник, 1982. — 240 с.
9. Бурда А. Г. Обучение в электромонтажных мастерских [Текст] : учебн. пособ. для техникумов. — М. : Радио и связь, 1988. — 232 с. : ил.
10. Василега П. О. Электропостачання [Текст] : навч. посіб. / П. О. Василега. — Суми : Університетська книга, 2008. — 415 с.
11. Кисаримов Р. А. Справочник электрика [Текст] / Р. А. Кисаримов. — изд. 2-е, перераб, доп. — М. : РадиоСофт, 2007. — 512 с. : ил.
12. Корнилов Ю. В. Слесарь-электромонтажник [Текст] : учеб. пособ. для СПТУ / Ю. В. Корнилов, А. Н. Бредихин. — изд. 2-е, перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1988. — 256 с. : ил.
13. Ктиторов А. Ф. Основные приемы и способы выполнения электромонтажных работ [Текст] : учеб. пособие для средн. проф.-техн. училищ. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. школа, 1982. — 127 с. : ил.
14. Ктиторов А. Ф. Практическое руководство по монтажу электрического освещения [Текст] : практ. пособие для ПТУ. — М. : Высш. шк., 1990. — 239 с. : ил.
15. Нестеренко В. М. Технология электромонтажных работ [Текст] : учеб. пособ. для нач. проф. образования / В. М. Нестеренко, А. М. Мысьянов. — 4-е изд., стер. — М. : Академия, 2007. — 592 с.
16. Принц М. В. Електричні мережі. Монтаж, обслуговування та ремонт [Текст] : підручник / М. В. Принц, В. М. Цимбалістий. — Львів : Оріяна-Нова, 2003. — 300 с.
17. Принц М. В. Освітлювальне і силове електроустаткування. Монтаж і обслуговування [Текст] : підручник / М. В. Принц, В. М. Цимбалістий. — Львів : Оріяна-Нова, 2005. — 296 с.
18. Принц М. В. Трансформатори. Монтаж, обслуговування та ремонт [Текст] : навч. посібник / М. В. Принц, В. М. Цимбалістий. — Львів : Оріяна-Нова, 2007. — 184 с.

19. Сибикин Ю. Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий [Текст] : учебн. для нач. проф. образования / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Академия, 2003. — 240 с.

20. Смирнова Л. Н. Электрика: быстрый монтаж, новые технологии, безопасная эксплуатация [Текст]. — М. : Литературный бульвар, 2010. — 304 с.

21. Тирановский Г. Г. Технология монтажа схем соединений в электротехнических устройствах [Текст] : учеб. для сред. проф. техн. училищ. — М. : Высш. шк., 1983. — 168 с. : ил. — (Профтехобразование).

22. Шаповаленко О. Г. Основи електричних вимірювань [Текст] : підручник / О. Г. Шаповаленко, В. М. Бондар. — К. : Либідь, 2002. — 320 с.

23. Электромонтажные работы. В 11 кн. Кн. 8. Ч. 1. Воздушные линии электропередачи [Текст] : учеб. пособие для ПТУ / Ф. А. Магидин ; под ред. А. Н. Трифонова. — М. : Высш. шк., 1991. — 208 с. : ил.

24. Электромонтажные работы. В 11 кн. Кн. 3. Кабельные сети [Текст] : учеб. пособие для ПТУ / А. А. Коптев ; под ред. А. Н. Трифонова. — М. : Высш. шк., 1990. — 127 с. : ил.

Електронні ресурси:

<http://eksstroy.com>

<http://www.electricalschool.info>

www.electrolibrary.info

<http://electrolibrary.info/electrik>

<http://electromaster.ru>

<http://go.elec.ru>