

Лекція 5

Забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику

Сучасне будівництво неможливо уявити без електропостачання, при цьому з кожним роком спостерігається зростання ступеня електрифікації багатьох технологічних процесів і операцій.

Споживачами електричної енергії на будівельному майданчику є будівельні машини і механізми (крани та інші підйомні механізми, ручний електричний інструмент, штукатурні і малярні станції, зварювальні апарати тощо), освітлювальні установки, а також технологічні процеси (електричне прогрівання чи пропарювання бетону, відігрівання ґрунту, відкачування води тощо). Тому електропостачання будівельного майданчика є першочерговим завданням підготовчого періоду.

Разом з цим, будівельні майданчики відносяться до потенційно небезпечних об'єктів з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом. Підвищений ризик ураження електричним струмом в умовах будівництва обумовлюється специфічними і небезпечними умовами експлуатації електроустановок. Будівельне обладнання і електроустановки експлуатуються в сирих приміщеннях або з підвищеною вологістю чи запиленістю, а також на відкритому повітрі, в тому числі за несприятливих погодних умов (дощ, сніг, туман).

Особливо небезпечним є проведення робіт з використанням машин і механізмів в охоронних зонах ліній електропередач. Статистику електротравм в будівництві поповнює велика кількість робіт з монтажу, підключення електрообладнання і його демонтаж, а також використання переносного і пересувного електричного устаткування, оскільки в процесі будівництва, у міру необхідності, доводиться перекладати мережі, переносити розподільні щити і пускові пристрої тощо.

Часто, будівельні роботи виконуються в умовах одночасного доторкання до струмоведучих частин і заземлених конструкцій, наприклад, під час монтажу металоконструкцій із

застосуванням електроінструменту, або під час електрозварювальних робіт тощо. Такі особливі умови експлуатації електроустановок зумовлюють збільшення кількості електротравм в будівництві. Тому, до організації електропостачання об'єктів будівництва і забезпечення електробезпеки на будівельних майданчиках висуваються підвищені вимоги безпеки.

Під час організації електропостачання будівельного майданчика в обов'язковому порядку необхідно дотримуватися заходів з електробезпеки.

Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2011 [16].

Забезпечити роботу в таких умовах можуть лише спеціально підготовлені працівники, які пройшли відповідне навчання та перевірку знань, попередній та періодичний медичні огляди.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Група допуску з електробезпеки працівника визначає, перш за все, рівень його знань безпечних методів роботи з електроустановками. Існує всього п'ять груп. Першу групу повинні мати працівники, які обслуговують електроустановки але не мають спеціальних електротехнічних знань (будівельники, муляри, штукатури тощо). Другу групу повинні мати кранівники, електрослюсарі, зварювальники тощо. Третю групу повинні мати працівники оперативно-ремонтного електротехнічного персоналу. Четверту групу повинні мати інженери з техніки безпеки, енергетики будівельних управлінь та інші ІТП з числа електротехнічного персоналу. П'яту групу повинні мати відповідальні особи та електротехнічний персонал, що обслуговують електроустановки напругою вище 1000 В.

В будівельно-монтажній організації повинен бути призначений відповідальний за безпечну експлуатацію електричного устаткування з числа ІТП, який має кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче IV. На відповідального за електрогосподарство покладається організація та забезпечення безперебійного і безпечного електропостачання та експлуатація енергетичного

обладнання, електроустановок і мереж будівельного об'єкта.

Роботи, пов'язані з приєднанням (від'єднанням) проводів, ремонтом, наладкою, профілактикою та випробуванням електроустановок, повинні виконуватися електротехнічним персоналом з III кваліфікаційною групою з електробезпеки. Відповідальність за безпечне проведення конкретних будівельно-монтажних робіт з використанням електроустановок покладається на ІТП, які керують виробництвом цих робіт.

6.1. Електропостачання будівельного майданчика

Система електропостачання будівельного майданчика включає трансформаторні підстанції, силові і освітлювальні мережі та інвентарні електротехнічні пристрої (розподільні шафи, пункти підключення, пускові ящики для електродвигунів тощо). Сукупність цих електроустановок для передачі і розподілу електроенергії на території будівельного майданчика називається електричною мережею. Переважна частина електричних мереж на будівельному майданчику мають тимчасовий характер. Незважаючи на специфічні особливості, вони повинні відповідати тим же правилам і нормам, що й постійні.

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, Правил улаштування електроустановок, , НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.32 [3, 4, 17, 18].

Електропостачання будівельного майданчика може бути забезпечено від стаціонарного чи тимчасового джерела енергії. До стаціонарних джерел відносяться головні знижувальні підстанції (ГЗП), повітряні лінії електропередач (ЛЕП) та розподільні пристрої районних електричних мереж. До тимчасових джерел енергії відносяться автономні дизельні електростанції. Як правило, електропостачання будівельного майданчика забезпечується від найближчих стаціонарних джерел, до яких приєднується трансформаторна підстанція (ТП) об'єкта

будівництва. Трансформаторна підстанція містить трифазні трансформатори з двома обмотками, а також апарати комутації і захисту, пристрої управління, контролю і обліку електроенергії. За конструкцією бувають відкриті, закриті і пересувні (мобільні) підстанції (рис. 6.1).

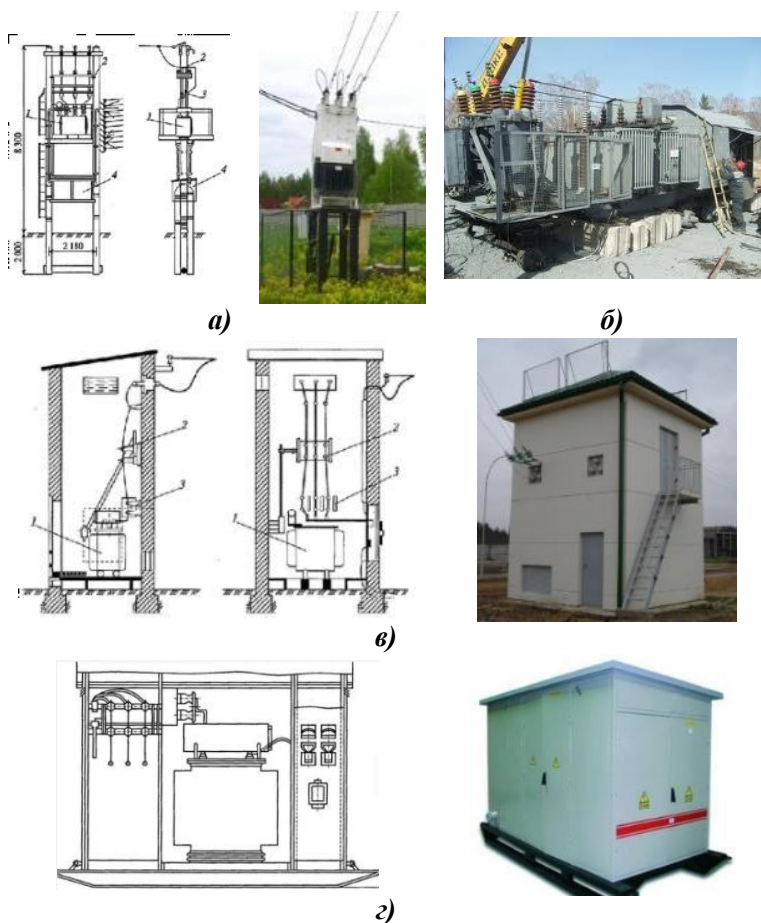


Рис. 6.1. Трансформаторні підстанції:
а) відкрита підстанція на опорах;
б) відкрита підстанція на помості;
в) закрита підстанція; г) пересувна підстанція:
1 – трансформатор; 2 – роз’єднувач;
3 – запобіжник; 4 – розподільна шафа

Відкриті підстанції встановлюються на відкритому повітрі і можуть бути виконані з установкою трансформатора на опорах чи помості. Відкриті підстанції повинні мати огорожу і зовнішнє освітлення.

Закриті трансформаторні підстанції розташовують в приміщеннях, які споруджуються з конструкцій, що швидко збираються. До закритих трансформаторних підстанцій відносяться також будівельні комплектні трансформаторні підстанції (пересувні чи мобільні підстанції), в яких основне обладнання розміщується в металевому корпусі. Розміщувати їх на будівельному майданчику слід ближче до центру підключення всіх споживачів, але поза зоною дії підйомних механізмів.

Трансформаторна підстанція служить для прийому електроенергії, перетворення напруги і розподілу електричної енергії по об'єкту будівництва. Головна знижувальна підстанція (ГЗП), стаціонарного джерела енергії, має напругу на вході в підстанцію 220, 110 або 35 кВ, а на виході з неї 35, 10 або 6 кВ. Для живлення трансформаторної підстанції (ТП) об'єкта будівництва найбільш доцільно використовувати мережі напругою 10 кВ на вході, оскільки вони мають мінімальні втрати напруги [19, 20]. На виході трансформаторні підстанції (ТП) об'єкта будівництва мають напругу 0,4 кВ. Потужність трансформатора повинна відповідати сумарній потужності споживачів будівельного об'єкта.

6.2. Улаштування електричних мереж

Більшість споживачів електричної енергії на об'єктах будівництва розраховані на напругу 380/220 В. В умовах будівництва споруджують, як правило, чотирипровідну глухозаземлену трифазну мережу змінного струму частотою 50 Гц. У таких мережах, відповідно до ПУЕ, обов'язково заземлюють нейтраль (нульову точку) трансформаторної підстанції (ТП). Для цього споруджують заземлюючий контур, до якого приє-

днують вивід нульової точки трансформатора, а отже, і нульовий провід мережі. Опір заземлюючого пристрою ТП, відповідно до ПУЕ, повинен бути не більше 4 Ом.

Основною перевагою такої мережі є можливість спільного живлення силових і освітлювальних установок, а також можливість підключення електричного обладнання, для роботи якого потрібно три фази напругою 380 В або однофазних споживачів, розрахованих на напругу 220 В. Постійний струм в будівництві використовують рідко для живлення деяких машин. В цьому випадку передбачають перетворювачі струму.

Для живлення споживачів електричною енергією на будівельному майданчику споруджують, як правило, тимчасові електричні мережі, переважно повітряні лінії на опорах, як більш дешеві і легко споруджувані. Опори повітряних ліній виконують або дерев'яними із залізобетонними приставками, або залізобетонними (рис. 6.2).

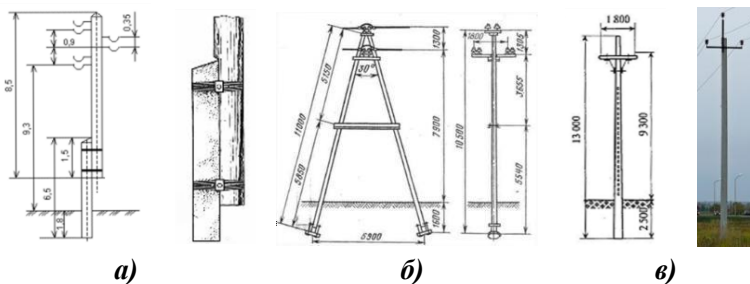


Рис. 6.2. Опори повітряних ліній:
а) дерев'яна із залізобетонною приставкою;
б) залізобетонна проміжна анкерна;
в) залізобетонна проміжна

Тимчасові електричні мережі також можуть бути розведені по території будівельного майданчика під землею, в траншеях, каналах, колекторах тощо (рис. 6.3).

Кабельні підземні мережі більш захищені і надійні, ніж

повітряні лінії. Разом з цим, підземний кабель надійний тільки за умови його цілісності. Найменший прокол герметичної оболонки кабелю, особливо кабелю з паперовою просоченою ізоляцією, неминуче тягне за собою аварійний вихід його з ладу при експлуатації. Для захисту від механічних пошкоджень кабелі по всій довжині прокладаються цеглою та сигнальними стрічками (пластинами) (рис. 6.4).



Рис. 6.3. Високовольтні кабелі в траншеї



Рис. 6.4. Сигнальні пластмасові пластини

Кабельні підземні мережі улаштовують тільки в окремих випадках, коли з тих чи інших причин спорудження повітряних ліній неможливо або їх експлуатація може бути небезпечною.

В середині будівель чи споруд розведення тимчасових електричних мереж виконують ізольованими проводами, розташованими відкрито (на поверхні будівельних конструкцій, по фермах тощо) чи приховано (в трубах, каналах, в порожнинах будівельних конструкцій, під шаром штукатурки тощо).

У разі розведення електричних мереж зовні будівлі чи споруди (на стінах, риштуваннях тощо) ізольовані проводи прив'язують до ізоляторів оцинкованим сталевим дротом з підмоткою в місцях кріплення ізоляційною монтажною стрічкою. При цьому, положення ізоляторів завжди має бути вертикальним.

Висота розташування проводів і кабелів як всередині, так і

зовні будівель, а також на території будівельного майданчика, повинна забезпечувати нормальну роботу великогабаритних машин (екскаваторів, кранів тощо) і не ускладнювати рух транспорту і пішоходів.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м: 2,5 – над робочими місцями; 3,5 – над проходами; 6,0 – над проїздами (рис. 6.5).

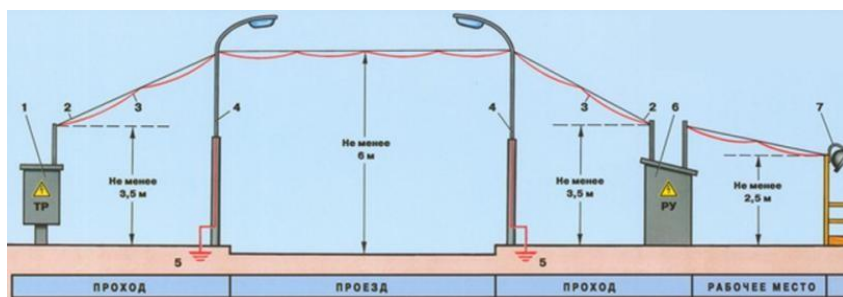


Рис. 6.5. Розведення тимчасових мереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва:

- 1 – трансформаторна підстанція; 2 – сталевий трос для підвішування проводу; 3 – ізольований електричний провід; 4 – опора повітряної лінії; 5 – заземлення сталевого тросу; 6 – розподільний щит; 7 – прожектор**

На висоті менше 2,5 м від землі, підлоги чи настилу дроти повинні бути захищені від механічних пошкоджень (укладені в короби, труби тощо). Розведені по стінах будівель зовнішні дроти, а також повітряні лінії, що вводяться в будівлі, повинні бути розташовані від землі на висоті не менше 2,75 м. При цьому крізь стіни і перекриття дроти укладають в ізоляційних трубках, закритих з кінців порцеляновими чи пластмасовими втулками, щоб не потрапляла вода (рис. 6.6).

Освітлення підключають до окремої мережі, не пов'язаної з живленням електрообладнання великої потужності. Освітлювальну мережу допускається прокладати на опорах спільно з мережею 380 В. Траса тимчасової повітряної лінії повинна бути якомога прямою.

У разі спорудження тимчасової електричної мережі під землею, глибина траншеї для прокладання кабелів повинна бути не менше 0,8 м. На дні траншеї влаштовують підсіпку з піску або просіяного ґрунту. Під дорогою кабелі захищають бетонним переkritтям або рядом цеглин. Довжина кабелю має бути достатньою для укладання мережі злегка хвилястою лінією для компенсації переміщень ґрунту. Мінімальна допустима відстань від силових підземних кабелів до інших комунікацій – 0,5 м. При цьому, в місцях найбільшого зближення кабелі захищають оболонкою з металу або прокладають в сталевих трубах.

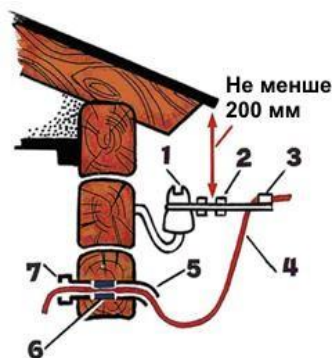


Рис. 6.6. Введення повітряних ліній в будівлю крізь стіну:
1 – ізолятор; 2 – затискач глухий;
3 – монтажна стрічка;
4 – провід АПВ; 5 – порцелянова трубка;
6 – ізоляційна трубка;
7 – втулка порцелянова

6.3. Улаштування розподільних щитів, пунктів підключення та інших електротехнічних пристроїв

Живлення споживачів на будівельному майданчику здійснюється, як правило, через інвентарні електротехнічні пристрої (розподільні шафи, пункти підключення тощо) (рис. 6.7).

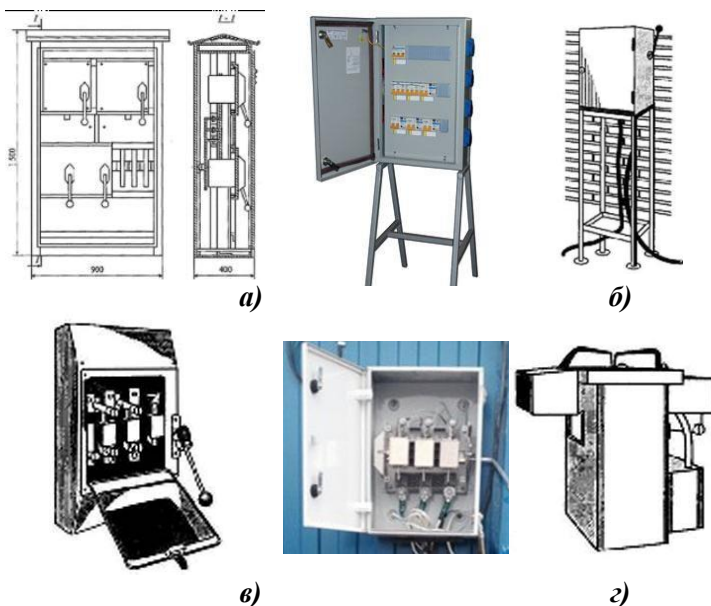


Рис. 6.7. Інвентарні електротехнічні пристрої:
а) розподільний щит; б) пункт підключення баштового крану;
в) силовий ящик; г) пункт підключення ручного інструменту

Ці пристрої призначені для включення в роботу і відключення з робочого режиму електроустаткування в нормальному режимі, а також для автоматичного захисту електричних мереж і обладнання в аварійному режимі (при коротких замиканнях і перевантаженнях, зниженні або зникненні напруги тощо). Крім того, зазначені електротехнічні пристрої дають можливість відключення електроустановок в межах окремих об'єктів і ділянок робіт на будівельному майданчику. При змінні типу будівельних машин, їх розташування і кількості, змінюється і місце розташування центрів електричного навантаження на території будівництва. У зв'язку з цим електричні мережі споруджують переносними та використовують переносні чи пересувні інвентарні електротехнічні пристрої, які легко переміщуються у межах будівельного майданчика. При цьому, місце їх установки завжди повинно бути легкодоступним і

безпечним для обслуговуючого електротехнічного персоналу.

Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможлиблювався пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.

Будь-який інвентарний електротехнічний пристрій містить апарати комутації і захисту (рис. 6.8). До них відносяться рубильники, контактори, вимикачі, пускачі, роз'єднувачі тощо. Апарати комутації і захисту призначені для вмикання, вимикання та перемикавання в електричних мережах, а також за допомогою яких здійснюється комутація електричних кіл, розподілення, контроль та регулювання параметрів електричної енергії, обмеження надструмів і перенапруг у мережах живлення, захист людей в процесі розподілення та споживання електричної енергії [19, 21, 22].

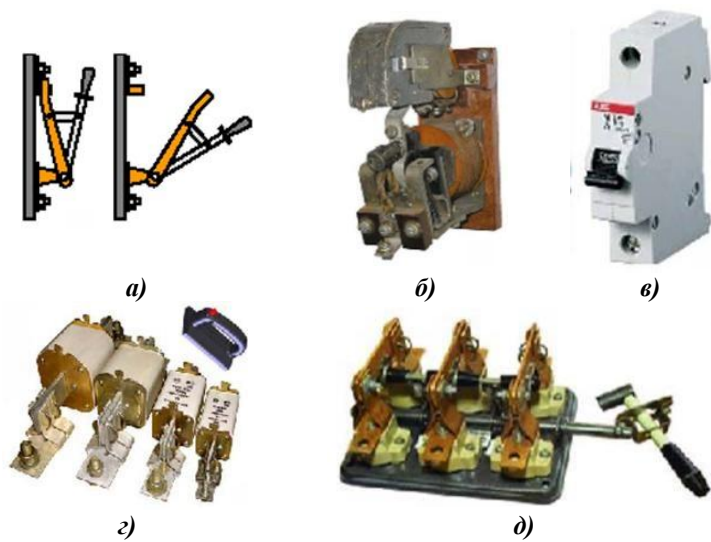


Рис. 6.8. Апарати комутації і захисту:
а) рубильник; б) електромагнітний контактор;
в) автоматичний вимикач; г) запобіжники промислові;
д) роз'єднувач

Ці електромеханічні пристрої вибирають з урахуванням умов роботи, кількості і потужності електроустановки, з метою забезпечення електробезпеки і надійної роботи електроустановок.

Вимикачі, рубильники та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо-вибухозахищеному виконанні.

Під час улаштування електричних мереж і електроустановок необхідно виконувати маркування, написи, цифрові і буквені позначення, що вказують на призначення розподільного щита, пускового пристрою, кабелю, проводу тощо.

Монтаж і експлуатація електричної мережі і електроустановок повинні виключати можливість теплових проявів електричного струму, які можуть привести до займання ізоляції або горючих матеріалів, що знаходяться поблизу.

Найбільш поширеним і небезпечним явищем при експлуатації електричної мережі будівельного майданчика є коротке замикання між фазними проводами, або між проводом і землею. Причиною виникнення короткого замикання може бути порушення ізоляції через старіння або механічне пошкодження.

При короткому замиканні сила струму збільшується в сотні разів і за короткий час в проводах виділяється значна кількість тепла, що супроводжується підвищенням температури і займанням ізоляції, розплавленням самого проводу і виділенням іскор, здатних запалити горючі матеріали. Крім цього, тривале проходження струму короткого замикання (більше 0,01 с) крізь елементи електричної мережі може вивести електричне обладнання з ладу.

Іншим небезпечним явищем може бути підвищений перехідний опір, що виникає при наявності поганого контакту в місцях переходу струму з одного проводу на інший, або з проводу на електричну установку. В цьому випадку виділяється значна кількість тепла, і перегріті місця контакту можуть стати джерелами запалювання горючих речовин і вибухонебезпечних сумішей.

Щоб запобігти небезпечному у пожежному відношенні перехідному опору, дроти та кабелі з'єднуються, окінцьовуються або відгалужуються за допомогою зварювання, паяння, опресування або спеціальних затискачів (рис. 6.9).

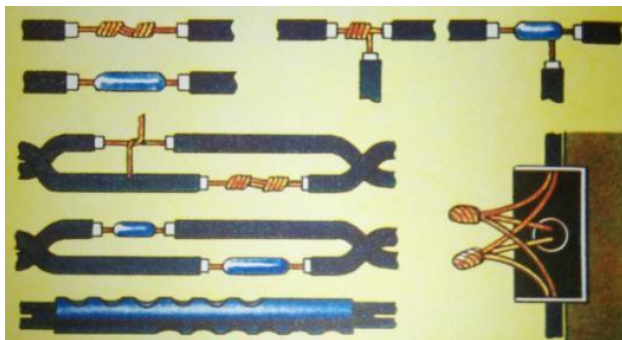


Рис. 6.9. З'єднання дротів та кабелів

Зазначених небезпечних явищ також можна уникнути, використовуючи сучасні захисні пристрої (автоматичні вимикачі, запобіжники), якими повинен бути обладнаний кожний розподільний щит або пункт підключення.

Таким чином, автоматичні вимикачі і запобіжники захищають електричну мережу і устаткування від короткого замикання і перенапруги, а також запобігають утворенню джерел запалення. Але, у разі виникнення струму витоку (наприклад, при пошкодженні ізоляції проводу), через мале значення сили струму (декілька сотень міліампер) запобіжники і автоматичні вимикачі не спрацьовують, оскільки вони розраховані на струми короткого замикання чи струми перевантаження, значення яких обчислюється в амперах. Найменше значення фібриляційного струму знаходиться в межах 100 мА для змінного струму. Тобто, струми витоку є смертельно небезпечними для людини.

Для захисту від ураження електричним струмом і запобігання небезпечним витокам струму, електричні мережі обладнують пристроями захисного відключення.

Штепсельні розетки на номінальні струми до 20 А, при-

значені для живлення переносного електроустаткування і ручного електроінструменту, що застосовуються поза приміщеннями, повинні бути обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування не більше ніж 30 мА або кожна розетка повинна живитися від індивідуального розподільного трансформатора з напругою не більше ніж 25 В.

Штепсельні розетки й вилки, що застосовуються у мережах напругою до 25 В, повинні мати таку конструкцію, що унеможливує вмикання у розетки вилки напругою більше ніж 25 В.

Пристрій захисного відключення миттєво припиняє живлення у разі виникнення струму витоку (замикання) на землю, що виникають в несправних місцях електроустановки. Отже, пристрій захисного відключення запобігає ураженню електричним струмом, а також загоряння проводки електричної мережі, у разі її несправності.

Часто в системі електропостачання будівельних об'єктів відбувається перенапруга електричної мережі, через несанкціоноване втручання. При перевантаженні по електричним проводам і приладам йде струм більше допустимого. При невеликих перевантаженнях відбувається швидке старіння ізоляції і скорочується термін її діелектричних властивостей. При навантаженні, що перевищує номінальне значення у два рази і більше ізоляція може спалахнути. Також при перевантаженні електричної мережі знижується напруга, в результаті чого може спостерігатися вихід з ладу електрообладнання.

Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1-1.32 [18].

При пошкодженні електричних установок або ізоляції, причиною ураження струмом можуть бути поява напруги на металевих частинах електроустановок (на корпусі, кожусі, огорожі). Для захисту будівельників від ураження електри-

чним струмом у разі пошкодження ізоляції, має бути передбачено захисне заземлення.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Для заземлення електроустаткування можуть бути застосовані штучні або природні заземлювачі. В якості головного заземлювача на будівельному майданчику використовується контур заземлення трансформаторної підстанції (ТП) або окремий штучний заземлюючий контур, виконаний відповідно до розрахунків (рис. 6.10).

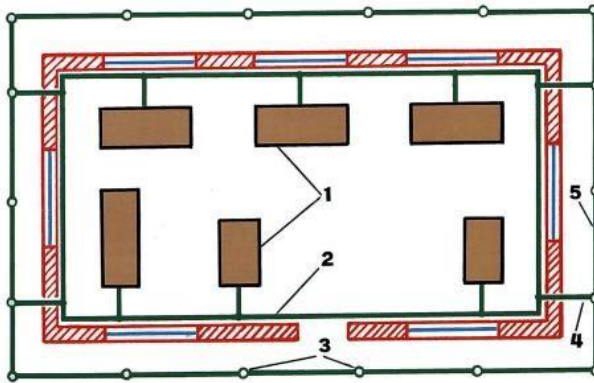


Рис. 6.10. Штучний заземлюючий контур зі смугової сталі:

- 1 – електрообладнання;**
- 2 – внутрішній контур (переріз не менше 24 мм²);**
- 3 – заземлювачі (труби чи кутовий профіль);**
- 4 – з'єднання внутрішнього контуру з зовнішнім (переріз не менше 24 мм²);**
- 5 – смуга з'єднання зовнішнього контуру (переріз не менше 48 мм²)**

В якості природних заземлювачів можуть бути використані металеві і залізобетонні конструкції будівель і споруд, окрім залізобетонних конструкцій з попередньо напруженою арматурою, яка має контакт із землею, в тому числі залізобетонні фундаменти будівель і споруд, що мають захисне гідроізоляційне покриття.

Використання природних заземлювачів не повинно призводити до їх пошкодження при протіканні по ним струмів короткого замикання або до порушення роботи пристроїв, з якими вони пов'язані.

На будівельному майданчику природні заземлювачі, як правило, використовуються для повторного заземлення провідників на вводі в будівлі та в інших доступних місцях. Заземлювачі повинні бути доступні для огляду, захищені від механічних пошкоджень. Заземлення пересувного і переносного обладнання, необхідно здійснювати за допомогою гнучкого кабелю.