

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Конспект лекцій
з дисципліни:
«Експлуатація електричних установок»
Частина 3

для студентів спеціальності G3 «Електрична інженерія», I
ступеня вищої освіти (бакалавр) освітньої програми
«Електротехнічні системи електроспоживання» денної та
заочної форми навчання

Конспект лекцій з дисципліни «Експлуатація електричних установок» Частина 3 для студентів спеціальності G3 «Електрична інженерія», I ступеня вищої освіти (бакалавр), освітньої програми «Електротехнічні системи електроспоживання» денної та заочної форми навчання / «Запорізька політехніка» нац. ун-т. Каф. електропостачання промислових підприємств; уклад.: В.Ю. Міщенко. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2026. 64 с.

Укладачі:

В.Ю. Міщенко, к.т.н., старш.викл.

Рецензент:

Д.В. Федоша, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск:

Шрам О.А., зав. кафедри, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Електропостачання промислових
підприємств»
Протокол № 8.
від « 06 » березня 2026р.

Рекомендовано до видання
НМК електротехнічного
факультету
Протокол № 8.
від « 19 » березня 2026р.

ЗМІСТ

9	Вимоги безпеки під час робіт з переносними електроустановками.....	109
9.1	Загальні вимоги до переносних електроустановок.....	109
9.2	Роботи з електроінструментом, переносними трансформаторами та перетворювачами.....	110
9.3	Роботи з переносними електричними світильниками.....	117
9.4	Роботи з переносним електрозварювальним устаткуванням.....	118
9.5	Експлуатація побутових електроприймачів.....	124
10	Вимоги безпеки під час налагодження і випробування електрообладнання.....	127
10.1	Роботи з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки та електролічильниками.....	127
10.2	Випробування автоматичних вимикачів напругою до 1000 В.....	133
10.3	Випробування обладнання підвищеною напругою.....	135
11	Вимоги протипожежної безпеки.....	140
11.1	Причини пожеж в електроустановках.....	140
11.2	Небезпечні фактори, що впливають на людей при загоранні електроустановок.....	144
11.3	Способи та засоби гасіння пожеж.....	145
11.4	Особливості гасіння пожеж на електрообладнанні.....	151
12	Роботи під час обслуговування електрообладнання.....	153
12.1	Автономні електростанції.....	153
12.2	Акумулятори.....	154
12.3	Роботи під час обслуговування генераторів і електродвигунів.....	158
12.4	Роботи під час обслуговування статичних конденсаторів.....	162
12.5	Роботи на технологічному електрообладнанні.....	163
12.6	Роботи на мережах освітлення.....	164
	Перелік джерел посилань.....	168

9 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБІТ З ПЕРЕНОСНИМИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ

9.1 Загальні вимоги до переносних електроустановок

Переносними електроустановками називають електроустановки, які переміщують від одного робочого місця до іншого вручну та приєднують до джерела живлення гнучким кабелем (проводом, шнуром) через штепсельні рознімачі. До переносних електроустановок належать ручний електрифікований інструмент, розділові трансформатори безпеки та перетворювачі, переносні світильники, переносне електрозварювальне обладнання, побутові електроприймачі тощо [5].

Внаслідок постійних переміщень і руйнівного впливу на ізоляцію зовнішнього середовища через необхідність проводити роботи в різних умовах (у приміщеннях, на відкритому повітрі, у сиру погоду), переносні електроустановки порівняно зі стаціонарними є **більш небезпечними для людини**. Підвищення небезпеки пояснюється високою імовірністю пошкодження їхньої ізоляції, відсутністю надійного механічного захисту проводів ліній живлення і, як наслідок, їхньою високою аварійністю [2, 15].

Пошкодження ізоляції може призвести до замикання на корпус і появи на ньому небезпечної для персоналу напруги. Особливу небезпеку являють переносні електроприймачі з металевими рукоятками, оскільки поява на корпусі напруги може призвести до судом, що перешкоджає розтисканню рук і звільненню від дії струму без сторонньої допомоги.

Небезпека ураження людини збільшується тим, що виконати якісне заземлення переносних електроприймачів часто практично неможливо. Надійність заземлення переносних електроприймачів нижча, ніж надійність стаціонарних електроприймачів, тому що гнучкі провідники, які використовуються для виконання заземлення, більше схильні до пошкодження, ніж стаціонарні заземлювальні провідники. Крім того, контроль за станом гнучких заземлювальних провідників під час роботи ускладнений. Тому близько 70 % електротравм відбувається при використанні подібного заземлення.

Враховуючи вищесказане, до переносного обладнання висуваються високі вимоги з точки зору електробезпеки. У цілому ці

вимоги залежать від умов експлуатації, призначення обладнання і конструктивного його виконання. Кожна переносна електроустановка має бути забезпечена надійними пристроями вмикання і вимикання від мережі, не допускати випадкового дотику до струмовідних частин і мати надійне кріплення вмонтованої в корпус оболонки шлангового проводу.

При виявленні яких-небудь несправностей, зникненні напруги живлення або перерви в роботі електроприймач треба негайно вимкнути від мережі.

Використання саморобних переносних електроприймачів, а також електроінструменту з відкритими струмовідними частинами забороняється.

Посадові особи зобов'язані періодично перевіряти правильність експлуатації та технічний стан переносних електроприймачів із записом результатів перевірки.

9.2 Роботи з електроінструментом, переносними трансформаторами та перетворювачами

До **електрифікованого інструменту** належать електродрилі, електропили, електрошліфувальні машини та інші подібні пристрої. Електрифікований інструмент (далі – електроінструмент) має відповідати таким **вимогам** [2, 15]:

- бути заводського виготовлення;
- швидко вмикатися та вимикатися;
- бути безпечним у роботі й мати недоступні для випадкового доторкання струмовідні частини.

За умовами безпеки електроінструмент поділяється на класи захисту I-III. Номінальна напруга для електроінструменту I та II класів має бути: не більше 220 В для інструменту постійного струму; 380 В – для інструменту змінного струму. Електроінструмент III класу призначений для живлення від безпечної наднизької напруги (не вище 42 В).

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це необхідно здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора (розділового трансформатора безпеки) або перетворювача з окремими обмотками.

Електроінструмент I та II класів **застосовується** в приміщеннях без підвищеної небезпеки, а електроінструмент III класу – у приміщеннях із підвищеною небезпекою та поза приміщеннями.

У разі відсутності електроінструменту III класу **допускається** застосовувати електроінструмент I та II класів з подвійною ізоляцією або в комплекті з захисно-вимикальним пристроєм. Порядок користування електроінструментом залежно від категорії приміщення наведений у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Порядок користування електроінструментом

Категорія приміщення	Клас захисту інструменту	Додаткові заходи захисту
Без підвищеної небезпеки	I II та III	Заземлення корпусу з застосуванням захисних засобів: діелектричних рукавичок, калош, килимів, ПЗВ. Без додаткового захисту
З підвищеною небезпекою і особливо небезпечні	I II та III	Заземлення корпусу з застосуванням захисних засобів. Із застосуванням захисних засобів
На відкритому повітрі	I II III	Заземлення корпусу з застосуванням захисних засобів. Із застосуванням захисних засобів. Без додаткових захисних засобів

Електроінструмент, який живиться від мережі, **має** бути обладнаний незнімним гнучким кабелем (шнуром) із штатною штепсельною вилкою.

Шлангові проводи, що живлять ці приймачі, повинні за можливістю підвішуватись, не мати зламів і стикань з гарячими, вологими та масними поверхнями.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструменту I класу, які можуть опинитись під напругою у випадку пошкодження ізоляції, мають бути з'єднані з заземлювальним затискачем.

Заземлення корпусу електроінструменту здійснюється спеціальною жилою кабелю живлення, що не може одночасно бути провідником робочого струму.

Тому для приєднання однофазного електроінструменту класу I кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – заземлювальну, а для приєднання трифазного електроінструменту такого самого класу застосовують чотирижильний кабель, одна жила якого – заземлювальна.

Електроінструмент II і III класів не заземлюють.

Штепсельна вилка електроінструменту класу I повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки має забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час вмикання та більш запізнене розмикання його під час вимикання [2, 15].

Конструкція штепсельних вилок електроінструменту III класу має унеможливити з'єднання їх із розетками на напругу більше 42 В. Штепсельні з'єднання напругою до і більше 42 В фарбуються в різний колір.

До роботи з електроінструментом I класу в приміщеннях із підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускається працівник із II групою. Для роботи з електроінструментом II та III класу достатньо I групи.

Особою, відповідальною за збереження та справність електроінструменту, під час кожної чергової видачі у присутності працівника **перевіряється:**

- комплектність і надійність кріплення деталей;
- справність деталей корпусу, рукоятки та кришок щіткотримачів, наявність і стан захисних кожухів;
- стан кабелю, проводу, цілісність ізоляції та відсутність злому жил;
- надійність роботи вимикача;
- робота на холостому ході.

В електроінструменті I класу, крім того, омметром перевіряється справність кола заземлення між корпусом і заземлювальним контактом

штепсельної вилки. При цьому один контакт омметра підключається до заземлювального контакту штепсельної вилки, а другий – до доступної для дотику металевої деталі інструменту (наприклад шпинделя). Електроінструмент вважається справним, якщо пристрій показує наявність кола.

Працівнику мають бути видані електрозахисні засоби (діелектричні рукавиці, калоші, килими) або розділовий трансформатор чи перетворювач з окремими обмотками, чи захисний вимикальний пристрій.

Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній з перелічених вимог або електроінструмент із простроченою датою чергової перевірки.

Безпосередньо перед початком роботи **додатково перевіряється**:

- відповідність напруги й частоти струму мережі до таких самих даних, зазначених у паспорті електродвигуна електроінструменту;
- надійність закріплення робочого виконавчого інструменту (свердел, абразивних кругів, дискових пил, ключів-насадок тощо);
- справність заземлення і захисних вимикальних пристроїв.

Під час роботи електроінструментом I класу застосування засобів індивідуального захисту обов'язкове, за такими **винятками**:

- тільки один електроінструмент одержує живлення від розділового трансформатора безпеки або перетворювача частоти з окремими обмотками;
- електроінструмент отримує живлення через захисний вимикальний пристрій.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки достатньо застосувати тільки діелектричні рукавички, а в приміщеннях із струмопровідними підлогами додатково – діелектричні взуття або килими. Електроінструментом II й III класів у приміщеннях без підвищеної небезпеки дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту. Під час роботи електродрилі предмети, що підлягають свердлінню, необхідно надійно закріплювати.

При роботі з електроінструментом забороняється:

- натягувати, перекручувати і перегинати кабель, ставити на нього вантаж, а також допускати перетинання кабелю живлення електроінструменту з тросами, кабелями та рукавами газозварювання;

- вставляти робочу частину електроінструменту в патрон і виймати її з патрона, регулювати інструмент, а також триматись за кабель електроінструменту і робочі частини, що обертаються, без відключення його від мережі штепсельною вилкою та повної зупинки частин, що обертаються;

- вилучати стружку або тирсу під час роботи електроінструменту. Це робиться спеціальними крючками або щітками після повної зупинки електроінструменту;

- працювати електроінструментом із приставних драбин;
- працювати ручним абразивним інструментом без захисного огороження робочого органу (каменю);

- обробляти електроінструментом обмерзлі та мокрі деталі;
- працювати електроінструментом на відкритих майданчиках під час снігопаду чи дощу;

- залишати без нагляду електроінструмент, приєднаний до мережі, а також передавати його особам, які не мають права з ним працювати;

- самочинно розбирати й ремонтувати інструмент, кабель, штепсельні з'єднання та інші частини працівникам, які працюють з електроінструментом, якщо ці роботи не входять до їхніх службових (посадових) обов'язків.

У разі раптової зупинки електроінструменту (зникнення напруги, заклинювання рухомих частин тощо) він має бути вимкненим.

Під час перенесення електроінструменту з одного робочого місця на інше, а також під час перерви в роботі та після її закінчення електроінструмент обов'язково відключається від мережі штепсельною вилкою.

Забороняється продовження робіт електроінструментом у разі найменших ознак його несправності або якщо особа, яка працює з ним, раптом відчує хоча б слабку дію електричного струму. В обох випадках **робота негайно припиняється**, а несправний електроінструмент здається для перевірки й ремонту.

Забороняється працювати електроінструментом, у якого прострочений строк перевірки, а також у разі виникнення хоча б однієї з таких **несправностей**:

- пошкодження штепсельного з'єднання, кабелю або його захисної трубки;

- пошкодження кришки вимикача;
- ненадійна робота вимикача;
- іскріння щіток на колекторі, що супроводжується круговим вогнем на його поверхні;
- витікання масла з редуктора або вентиляційних каналів;
- поява диму або специфічного запаху, характерного для ізоляції, що горить;
- поява підвищеного шуму, стукоту, вібрації;
- зіпсування або поява тріщин у корпусі, рукоятках, захисному огороженні;
- зникнення електричного зв'язку між металевими частинами корпусу та нульовим захисним штирем штепсельної вилки.

Електроінструмент, розділові трансформатори безпеки та знижувальні трансформатори, перетворювачі частоти, захисні вимикальні пристрої та кабелі-подовжувачі підлягають **періодичній перевірці** не рідше як один раз на шість місяців [2, 5, 6, 15].

Періодична перевірка **включає**:

- зовнішній огляд;
- перевірку роботи на холостому ході не менше 5 хв;
- вимірювання опору ізоляції мегаомметром на напругу 500 В протягом 1 хв при ввімкненому вимикачі, при цьому опір ізоляції має бути не менше 1 МОм;
- перевірку справності кола заземлення.

Випробування електричної міцності ізоляції електроінструменту проводиться протягом 1 хв напругою змінного струму частотою 50 Гц для електроінструменту:

- класу I – 1000 В;
- класу II – 2500 В;
- класу III – 400 В.

Зберігати електроінструмент і допоміжне обладнання до нього слід у сухому приміщенні, обладнаному стелажми, полицями, скринями, що надійно забезпечують його збереження, згідно з вимогами до умов зберігання, зазначеними в паспорті електроінструменту. **Забороняється** складати електроінструмент у два ряди і більше без спеціального упакування.

Для живлення електроінструменту і переносних електричних світильників застосовуються **переносні знижувальні**

трансформатори, розділові трансформатори та перетворювачі. Вони підключаються з боку вищої напруги ($127\div 380$ В) кабелем із штепсельною вилкою. Довжина кабелю має бути не більше 2 м. Кінці кабелю мають бути прикріплені до затискачів трансформатора за допомогою паяння (зварювання) або надійного болтового з'єднання. З боку нижчої напруги ($12\div 42$ В) трансформатора мають бути гнізда під штепсельну вилку для підключення переносних струмоприймачів.

Корпуси розділових трансформаторів, знижувальних трансформаторів і перетворювачів частоти залежно від режиму нейтралі мережі мають бути заземлені або занулені. Вторинні обмотки знижувальних трансформаторів без розділових обмоток підлягають заземленню.

Забороняється заносити трансформатор або перетворювач частоти, до якого приєднаний електроінструмент всередину топок і барабанів котлів, конденсаторів турбін, баків та інших ємностей. Під час виконання робіт у підземних спорудах (колодязях, камерах тощо) і в процесі земляних робіт трансформатор (перетворювач частоти) розміщується поза цими спорудами, котлованами.

Підключення (вимикання) допоміжного обладнання (трансформаторів, перетворювачів частоти, захисних вимикальних пристроїв тощо) до мережі, його перевірку, а також усунення несправностей проводить спеціально підготовлений працівник, який має групу III.

Під час введення в експлуатацію, а також після капітального ремонту знижувальних і розділових трансформаторів, перетворювачів частоти і захисних вимикальних пристроїв, **випробування ізоляції** їхніх обмоток проводиться підвищеною напругою, що прикладається почергово до кожної з обмоток протягом 1 хв. У цьому разі решта обмоток мають бути електрично з'єднані з заземленим корпусом та магнітопроводом.

Величина випробувальної напруги вибирається згідно з вимогами ПТЕ.

Результати перевірок і випробувань заносяться до Журналу обліку, перевірки та випробування електроінструменту, трансформаторів, перетворювачів частоти і переносних світильників, що веде особа, відповідальна за збереження та справність

електроінструменту. Вона призначається розпорядженням по підрозділу.

На корпуси електроінструменту наносяться інвентарні номери і дати наступних перевірок, а на знижувальні та розділові трансформатори, перетворювачі частоти і захисні вимикальні пристрої – інвентарні номери і дати наступних вимірювань опору ізоляції.

9.3 Роботи з переносними електричними світильниками

Переносні ручні електричні світильники (далі – світильники) застосовуються для освітлення, коли загального освітлення недостатньо або воно відсутнє. Такі світильники при неправильній експлуатації являють собою небезпеку для працівників. До тяжких наслідків призводить порушення правил користування ними у приміщеннях з підвищеною небезпекою, при роботі на відкритому повітрі, при вмиканні світильників безпосередньо в мережу 220 В, при несправності знижувальних трансформаторів, штепсельних рознімачів, проводів тощо [2, 3, 15].

Тому до **конструкції переносних електричних світильників** висуваються особливі вимоги. Вони повинні мати рефлектор, захисну сітку, гачок для підвішування та шланговий провід із вишкою. Корпус із рефлектором виготовляються з міцного ізоляційного матеріалу. Сітка має бути закріплена, патрон – вбудований у корпус світильника так, щоб його струмовідні частини й цоколі лампи були недоступні для дотику.

Заземлення корпусу світильників напругою більше 42 В здійснюється спеціальною жилою кабелю живлення, вона приєднується до спеціального контакту штепсельної розетки. Виконання цього з'єднання має забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час вмикання та більш запізнене розмикання його під час вимикання.

Вилки напругою 12 і 42 В не повинні пасувати до розеток 127 і 220 В. Штепсельні розетки напругою 12 і 42 В мають відрізнятися від розеток на напругу 127 і 220 В конструктивно та візуально, розетки фарбують у різний колір і на них робиться напис про номінальну напругу.

Допускається безпосереднє приєднання світильників до виводів трансформаторів.

Для живлення світильників в особливо небезпечних приміщеннях і у приміщеннях із підвищеною небезпекою застосовуються напруги не вище 12 і 42 В відповідно. Джерелом живлення служать знижувальні трансформатори або мережа наднизької напруги. Переносні знижувальні трансформатори **забороняється** вносити до середини газоходів і топків котлів, тунелів та інших подібних споруд. **Забороняється** для зниження напруги живлення світильників використовувати автотрансформатори, дросельні котушки та реостати.

Для **підключення** світильників до джерел застосовується гнучкий провід із мідними жилами перерізом від 0,75 до 1,5 мм² із пластмасовою або гумовою ізоляцією в полівінілхлоридній або гумовій оболонці. Провід у місцях введення у світильник має бути захищений від витирання та перегинів, не мати зломів, тріщин та інших пошкоджень. Провід світильників не має торкатися вогких, гарячих і масних поверхонь.

Якщо під час роботи виявиться **несправність** електролампи, проводу або трансформатора, то світильник (трансформатор) необхідно вимкнути з мережі та замінити справним. **Ремонт** світильників виконують спеціально підготовлені працівники в майстерні.

Світильники слід **зберігати** в сухому приміщенні. Під час видачі світильників відповідальні особи зобов'язані переконатись у справності ламп, патронів, штепсельних вилок, проводів тощо. У світильників, що експлуатуються, періодично, не рідше одного разу на шість місяців, мегаомметром на напругу 1000 В проводиться **вимірювання опору ізоляції**. При цьому опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм.

9.4 Роботи з переносним електрозварювальним устаткуванням

Електрозварювальні роботи виконуються згідно з вимогами Правил техніки безпеки при проведенні зварювальних робіт і Правил пожежної безпеки в Україні. Ці роботи проводяться за нарядом-допуском на виконання тимчасових вогневих робіт [2, 3, 5, 15].

Зварювальні роботи виконуються при забезпеченні таких **умов**:

- електрозварювальне устаткування відповідає вимогам Правил улаштування електроустановок і Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів;

- місце проведення зварювальних робіт укомплектоване засобами пожежогасіння та має огороження для запобігання травмуванню працівників від іскор, що розлітаються, окалини та випромінювання під час зварювання;

- деталі, що зварюються, мають бути ретельно очищені ззовні та зсередини від окалини, пилу, горючих і легкозаймистих рідин, а їхні поверхні – від задирок;

- місце, де виконуються вогневі роботи, звільнено від горючих речовин і матеріалів на відстані $5 \div 15$ м залежно від висоти місця зварювання над рівнем землі;

- під час зварювання металоконструкцій масою понад 15 кг робочі місця мають бути обладнані збірними стендами та засобами механізації, а під час зварювання дрібних і малогабаритних (масою до 15 кг) – столами зварників.

До електрозварювальних робіт **допускаються** працівники не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, підготовку та перевірку знань з одержанням спеціального посвідчення і мають групу II з електробезпеки.

Як джерела зварювального струму можуть застосовуватися лише спеціально призначені для зварювальних робіт трансформатори, випрямлячі і генератори постійного та змінного струмів, підключені до розподільних електричних мереж напругою не більше 660 В за допомогою комутаційних апаратів. Безпосереднє живлення зварювальної дуги від силової, освітлювальної або контактної мережі не допускається.

Приєднання до мережі живлення та вимикання від неї зварювальних установок виконують працівники електротехнічних спеціальностей, які експлуатують цю мережу, а спостереження за їхнім станом у процесі експлуатації здійснюють електрозварники, закріплені за цими установками. Пересувні джерела зварювального струму під час їх переміщення мають бути відключені від мережі.

Напруга холостого ходу джерел струму для дугового зварювання не має перевищувати:

- 80 В ефективного значення – для джерел змінного струму ручного дугового та напівавтоматичного зварювання;

- 140 В ефективного значення – для джерел змінного струму автоматичного зварювання;

- 100 В середнього значення – для джерел постійного струму.

Торкатись голою рукою неізольованих струмовідних частин зварювальної мережі **забороняється**.

Електрообладнання пересувних і переносних зварювальних установок має **бути захищене** від випадкового дотику, а частини, що обертаються, закриті кожухами. Маховики, рукоятки, кнопки, до яких можливе торкання під час робіт, слід виготовляти з діелектричних матеріалів. Установки для ручного зварювання мають бути оснащені покажчиком значення зварювального струму (амперметром або шкалою на регуляторі струму).

Для запобігання займанню проводів і зварювального обладнання слід правильно добирати переріз кабелів – за значенням струму, ізоляцію кабелів – робочою напругою та плавкі вставки запобіжників – гранично допустимим струмом.

Електрозварювальну установку необхідно розміщувати якнайближче до місця робіт при забезпеченні безпечного і вільного доступу до неї. Ширина проходів у приміщеннях до місця зварювання має бути не менше 0,8 м при забезпеченні безпечного та вільного доступу до неї. Довжина первинного кола між пунктом живлення і пересувною зварювальною установкою має бути не більше 10 м. Кабелі (проводи) живлення електрозварювальних установок мають бути захищені від механічних пошкоджень. Зварювання слід проводити з застосуванням двох проводів.

На весь час роботи установка **заземлюється** мідним проводом (без ізоляції) перерізом не менше 6 мм^2 або сталевим прутком (смужкою) перерізом не менше 12 мм^2 . Заземлення здійснюється через спеціальний болт, що має бути на корпусі установки. Крім заземлення основного електрозварювального обладнання (кожух зварювального трансформатора, корпуси регулятора й зварювальної установки тощо), у зварювальних установках безпосередньому заземленню підлягає той затискач вторинної обмотки зварювального трансформатора, до якого приєднується провідник, що йде до виробу (зворотний дріт), а також затискачі вторинної обмотки зварювальних випрямлячів і генераторів, у яких обмотка збудження приєднана до розподільної електричної мережі.

Забороняється використання нульового робочого чи фазного проводу двожильного кабелю живлення для заземлення зварювального

трансформатора. Заземлення електрозварювальних установок встановлюється до їх підключення до мережі і знімається після відключення від мережі [2, 3, 15].

Електрозварювальне обладнання пересувного типу, влаштування заземлення якого завдасть труднощів, має бути обладнане пристроями захисного вимикання.

Зварювальні кабелі з'єднуються опресовуванням, зварюванням або паянням. Підключення кабелю до зварювального обладнання здійснюється опресованими або припаяними кабельними наконечниками. Як зворотний провід дозволяється використовувати сталеві, алюмінієві або мідні шини будь-якого профілю, зварювальні плити, стелажі та самі конструкції, що зварюються за умови, що їхній переріз забезпечує безпечне (у разі нагрівання) протікання зварювального струму. З'єднання окремих елементів, які застосовуються як зворотний провід, виконується болтами, струбцинами або затискачами.

Забороняється використовувати як зворотний провід внутрішні залізничні рейки, мережі заземлення чи занулення, а також проводи та шини первинної комутації розподільних пристроїв, металеві конструкції будівель, комунікацій і технологічне обладнання, оскільки це може призвести до відгалужування струму на металеві оболонки розташованих поблизу кабелів, їх пошкодження та помилкової роботи релейного захисту.

Перед початком електрозварювальних робіт необхідно зовнішнім оглядом перевірити:

- правильність приєднання зварювальної установки до мережі живлення;
- справність ізоляції зварювальних проводів та електродотримачів;
- надійність з'єднання всіх контактів і заземлення (занулення) зварювального апарату.

При виконанні робіт необхідно постійно перевіряти надійність приєднання заземлювальних проводів до зварювального агрегату і виробів, що зварюються.

Електродотримачі мають відповідати вимогам діючих стандартів. Застосування саморобних електродотримачів і таких, у яких порушена ізоляція, **забороняється**. Струмовідні частини

електродотримача мають бути ізольовані, крім того, має бути забезпечений захист від випадкового дотику до них рук зварювальника чи виробу, що зварюється. Держаки електродотримачів мають бути виготовлені з негорючого діелектричного та теплоізоляційного матеріалу.

Ремонт зварювальних установок виконується тільки після зняття напруги. **Огляд** і очищення зварювальної установки та її пускової апаратури проводиться один раз на місяць. **Опір ізоляції** обмоток зварювальних трансформаторів та перетворювачів струму вимірюється після всіх видів ремонту, але не рідше одного разу на рік. Опір ізоляції обмоток трансформатора відносно корпусу, між обмотками має бути не менше 0,5 МОм. Результати вимірювання заносяться до Журналу обліку. На корпусі зварювального трансформатора (перетворювача) слід зазначати інвентарний номер і дату наступного вимірювання опору ізоляції.

Під час введення в експлуатацію та після капітального ремонту ізоляція зварювальних трансформаторів випробується підвищеною напругою частотою 50 Гц протягом 1 хв згідно з вимогами Правил безпечної експлуатації.

Під час роботи зварник перед запалюванням дуги зобов'язаний попередити людей, які його оточують. Зварювальні роботи всередині ємностей, резервуарів, у підземних спорудах, замкнених або обмежених (важкодоступних) просторах виконуються не менш ніж трьома працівниками, із яких двоє є наглядачами. Вони повинні перебувати поза резервуаром (спорудою), біля люка і страхувати зварника за допомогою рятувальної мотузки, закріпленої за його запобіжний пояс. Другий кінець цієї мотузки має бути протягом усього часу виконання робіт у руках наглядача назовні. Наглядачі не мають права відходити від люка резервуара доти, поки в резервуарі перебуває зварник. Виконувати зварювальні роботи на закритих посудинах, які перебувають під тиском або містять займисті чи вибухонебезпечні речовини, **забороняється**.

Над переносними й пересувними електрозварювальними установками, які застосовуються на **відкритому повітрі**, слід споруджувати намети з негорючих матеріалів. Проводити електрозварювальні роботи під час дощу та снігопаду без намету над

електрозварювальним обладнанням і робочим місцем електрозварника **забороняється**.

При виконанні електрозварювальних робіт у **виробничих приміщеннях** робочі місця зварників відокремлюються від інших робочих місць і проходів негорючими екранами (ширмами, щитами) із висотою не менше 1,8 м. Проведення електрозварювальних робіт із приставних драбин **забороняється**.

Під час електрозварювальних робіт у **вогких місцях** зварник повинен стояти на настилі з сухих дошок або на діелектричному килимі.

У разі відлучення з робочого місця зварник повинен вимкнути зварювальний апарат.

Під час електрозварювальних робіт зварник і його підручні повинні користуватись **індивідуальними засобами захисту**:

- захисною каскою з діелектричних матеріалів;
- ручним або наголовним захисним щитком із скельцями-світлофільтрами;
- захисними окулярами з безкольоровим склом для оберігання очей від осколків і гарячого шлаку під час зачищення зварених швів;
- рукавицями, рукавицями з крагами або рукавицями з негорючих матеріалів із низькою електропровідністю.

Одяг і рукавиці не повинні мати слідів мастила, жиру, бензину, гасу та інших горючих рідин. Працівники повинні бути **проінструктовані** про шкідливий вплив на зір і шкіру ультрафіолетових та інфрачервоних променів, що утворюються під час електрозварювання. Особи, які виконують електрозварювальні роботи або присутні під час їх проведення, при появі болі в очах повинні **негайно звернутися до лікаря**.

Під час зварювальних робіт в **умовах підвищеної небезпеки** ураження електричним струмом електрозварники, крім спецодягу, мають бути забезпечені діелектричними рукавичками (поверх діелектричних рукавичок надягаються брезентові), діелектричним взуттям або килимами, а при дотику до холодного металу ще й наколінниками та наплічниками.

Під час роботи в **приміщеннях із підвищеною небезпекою** зварювальні установки мають забезпечуватися пристроями

автоматичного обмеження (вимкнення) напруги холостого ходу до величини 36 В, а в особливо небезпечних приміщеннях – до 12 В.

9.5 Експлуатація побутових електроприймачів

До **побутових електроприймачів** належать телевізори, холодильники, електроплитки, пылесосы, пральні машини, електропраски, електрочайники й електросамовари. Вони використовуються **тільки в приміщеннях**. Використання їх на відкритому повітрі може стати причиною електротравм, тому що виключається захисна дія ізолювальної підлоги. Експлуатація побутових електроприймачів пов'язана з підвищеною небезпекою, що обумовлено тривалим стиканням з ними рук і тіла людини, великою імовірністю пошкодження ізоляції і замикання струмовідних частин на корпус, використанням їх у вологих приміщеннях, а також користуванням ними слабо підготовленими за правилами їх експлуатації особами. Експлуатацію побутових електроприймачів **організовує** відповідальний за електрогосподарство. До користування побутовими електроприймачами **допускаються** особи, які пройшли інструктаж і вивчили правила безпеки з користування цими приладами [2, 15].

Застосування саморобних електроприймачів, а також електроприймачів із відкритими струмовідними частинами **забороняється**. Застосовувати побутові електроприймачі необхідно на відстані не менше 1,5 м від заземлених металевих конструкцій. Якщо цю умову виконати неможливо, металеві заземлені конструкції мають бути огорожені.

У приміщеннях із скритою проводкою категорично забороняється без дозволу відповідної служби вільне пробивання в стінах отворів і борозн для закріплення різного роду предметів, оскільки ці роботи можуть призвести до пошкодження ізоляції проводів і ураження електричним струмом.

На вводних пристроях мають бути встановлені апарати захисту: плавкі запобіжники та автоматичні вимикачі. Останнім слід віддавати перевагу, оскільки їх застосування виключає використання некаліброваних плавких вставок (жучків).

Наявність і справність захисту електропроводки від струмів короткого замикання запобігає передчасному старінню ізоляції, збільшує строк її служби, таким чином, надійно захищає людину, яка торкнулася електропроводки, від ураження електричним струмом.

Вмикання та вимикання побутових електроприймачів виконується вимикачем, а якщо він не передбачений (електропаяльники, електропраски тощо) – штепсельною вилкою. Якщо на корпусі електроприймача є штепсельний рознімач, кабель живлення підключається спочатку до нього, а потім до мережі.

Забороняється ремонтувати пошкоджені електроприймачі та очищувати освітлювальну арматуру та електролампи від бруду й пилу при ввімкненому вимикачі. При виконанні таких робіт приймачі слід вимкнути з електромережі, а під час ремонту електропроводки – вимкнути автомати, що з'єднують її з мережею.

Очищення освітлювальної арматури та електроламп навіть при вимкненому вимикачі слід здійснювати сухою ганчіркою, оскільки арматура при пошкодженні ізоляції може залишатись під напругою, якщо вимикач вимкнув нульовий провід.

Підвішування освітлювальної арматури (люстр, абажурів, ліхтарів) слід здійснювати на спеціальних пристосуваннях, що виключають небезпечне натягіння проводки. Використання ламп без освітлювальної арматури забороняється.

Користування побутовими електроприймачами напругою 220 В у приміщеннях із струмопровідними підлогами без застосування засобів захисту (діелектричних рукавичок і килимів) **забороняється**.

Побутові розетки бажано розташовувати від заземлених конструкцій і комунікацій на відстані не менше 0,5 м. При неможливості виконання такої умови конструкції та комунікації мають бути огорожені суцільними або ґратчастими щитами з ізоляційного матеріалу.

Особливу обережність слід виявляти при користуванні переносними приймачами після миття підлог і стін, оскільки в цьому випадку різко знижується захисна дія ізолювальної підлоги (стін).

Побутовий електроприймач **підлягає негайному вимиканню** при зникненні напруги живлення або появи ознак несправності (сильне нагрівання, вібрація, іскріння, поява диму або запаху від горіння ізоляції, відчуття напруги на корпусі тощо). У цих випадках, крім

вимикання електроприймача вимикачем, необхідно відключити його й від мережі шляхом від'єднання штепсельного рознімача. Вмикати електроприймач дозволяється тільки після усунення несправності.

Не рідше одного разу на місяць побутові електроприймачі перевіряються за допомогою засобів вимірювальної техніки підготовленими працівниками, які мають групу III. Побутові електроприймачі перевіряються мегаомметром на напругу 500 В шляхом вимірювання опору ізоляції електроприймача разом із кабелем (шнуром) живлення. Опір має бути не нижче 0,3 МОм.

Посадові особи зобов'язані періодично перевіряти експлуатацію і технічний стан побутових електроприймачів.

10 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС НАЛАГОДЖЕННЯ І ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

10.1 Роботи з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки та електролічильниками

Для забезпечення безпеки робіт, які проводяться в колах вимірювальних приладів і пристроїв релейного захисту, всі вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму й напруги постійно **заземлюються**. У разі необхідності розірвати кола струму вимірювальних приладів і реле кола вторинної обмотки трансформатора струму попередньо **закорочуються** за допомогою перемички на спеціально призначених для цього затискачах. У колах, де спеціальні затискачі відсутні, розмикати вторинні кола трансформаторів струму, що знаходяться під напругою, забороняється [2, 3, 15].

Розривати кола, підключені до вторинної обмотки трансформатора струму, **забороняється** через значне перегрівання осердя трансформатора внаслідок збільшення магнітного потоку та появу на його вторинній обмотці небезпечної напруги. Це пояснюється наявністю великої кількості витків у вторинній обмотці трансформатора струму порівняно з первинною обмоткою, внаслідок чого при розриві кола вторинної обмотки він працює як підвищувальний трансформатор (у режимі холостого ходу). У разі необхідності розриву цих кіл вони мають бути попередньо замкнені перемичкою, яка встановлюється до передбачуваного місця розриву (якщо рахувати від трансформатора струму). Під час установа перемички застосовується інструмент з ізольованими рукоятками. Виконання робіт у колах між трансформаторами струму й затискачами, до яких приєднані перемички, що не гарантують виключення можливості випадкового розмикання кола, **забороняється**.

Під час роботи на трансформаторах струму або в колах, підключених до їхніх вторинних обмоток, виконуються такі **заходи безпеки**:

- затискачі вторинних обмоток до закінчення монтажу кіл, що до них підключаються, замикаються накоротко;
- після приєднання змонтованих кіл до трансформатора струму закоротка переноситься на найближчу збірку затискачів;

- закоротка знімається тільки після повного закінчення монтажу та перевірки правильності приєднання змонтованих кіл;

- під час перевірки полярності, до подачі імпульсів струму в первинну обмотку, прилади приєднуються до затискачів вторинної обмотки.

Забороняється використовувати шини первинних обмоток як струмовідні під час монтажних і зварювальних робіт.

Робота в колах пристроїв релейного захисту, автоматики і телемеханіки (РЗА і Т) проводиться за виконавчими схемами.

Під час перевірки кіл вимірювання, сигналізації, керування й захисту за необхідності в приміщенні електроустановки напругою понад 1000 В дозволяється залишатися одному працівнику з групою III за умовами роботи, наприклад регулювання вимикачів, перевірка ізоляції.

Під час робіт у колах трансформаторів напруги з подачею напруги від стороннього джерела необхідно **зняти запобіжники** з боку вищої й нижчої напруг, а також відключити автомати від вторинних обмоток. Під час робіт у пристроях РЗА і Т необхідно користуватися слюсарно-монтажним **інструментом з ізольованими рукоятками**.

За необхідності проведення будь-яких робіт у колах чи на апаратурі РЗА і Т за умови ввімкненого основного обладнання слід вжити заходи щодо запобігання його випадковому відмиканню.

Забороняється на панелях або поблизу місця розміщення релейної апаратури проводити роботи, які викликають сильний струс, що може спричинити помилкові дії реле.

Перемикання, вмикання й вимикання вимикачів, роз'єднувачів та іншої комутаційної апаратури, пуск і зупинка агрегатів, регулювання режиму їхньої роботи, необхідні під час налагодження або перевірки пристроїв РЗА і Т, проводять **тільки оперативні працівники**. Перевірка кіл вимірювання, сигналізації, керування, захисту, встановлення й зняття вимірювальних приладів, підключених до вимірювальних трансформаторів, проводиться **за нарядом** зі зняттям напруги, двома працівниками, один з яких повинен мати групу IV, а другий – групу III.

Записувати покази лічильників та інших вимірювальних приладів, встановлених на щитах керування і в РУ, дозволяється

одноособово працівникам з групою II за наявності місцевих оперативних працівників і з групою III – за їх відсутності.

У разі наявності в колах вимірювальних приладів контактів (блоків), що дозволяють працювати без розмикання кіл, підключених до вторинних обмоток трансформатора струму, ці роботи можна виконувати **за розпорядженням**, не знімаючи напруги зі схеми приладу. За відсутності вказаних контактів струм у колах вимірювальних приладів відключається.

В електроустановках до 1000 В споживачів, які не мають електротехнічних працівників, оформлення робіт нарядом (розпорядженням), підготовку робочих місць і допуск до робіт з електролічильниками (далі – лічильниками), за показаннями яких здійснюються розрахунки за спожиту електроенергію, можуть виконувати працівники електропостачальної організації [2, 3, 15].

Встановлення і зняття лічильників та інших вимірювальних приладів, підключених до вимірювальних трансформаторів, повинні проводити за нарядом із зняттям напруги два працівники, один з групою IV, другий з групою III.

За наявності в колах лічильників контактів (блоків), що дозволяють працювати без розмикання кіл, підключених до вторинних обмоток трансформатора струму, ці роботи можна виконувати за розпорядженням не знімаючи напруги зі схеми лічильника.

Приєднання вимірювальних приладів, встановлення і зняття лічильників за наявності випробувальних блоків або спеціальних затискачів, що дають змогу безпечно закорочувати кола струму, виконуються без зняття навантаження і напруги.

Встановлення і зняття лічильників, а також приєднання вимірювальних приладів виконуються зі зняттям напруги за розпорядженням одним працівником з групою III.

Роботи з лічильниками на різних приєднаннях, розміщених в одному приміщенні, можна виконувати за одним нарядом (розпорядженням).

В установках напругою понад 1000 В вимірювання переносними вимірювальними приладами проводять **за нарядом** дві особи, одна з яких має групу IV, а інша – групу III. Якщо вимірювання входять до робіт, які виконуються за нарядом, виписувати окремий наряд для виконання вимірювань не потрібно. В установках напругою до 1000 В

вимірювання виконують **за розпорядженням** дві особи, одна з яких повинна мати групу III.

Дії з приєднання й від'єднання приладів, які спричиняють розрив електричних кіл, що перебувають під **напругою до 1000 В**, виконується після зняття напруги з цих кіл. Приєднання й від'єднання приладів, що не потребують розриву електричних кіл, допускається виконувати під напругою з застосуванням електрозахисних засобів. При вимірюванні електричних параметрів пристроїв, що перебувають під напругою до 1000 В, необхідно **заземляти** металевий корпус переносного приладу й використовувати спеціальні щупи або з'єднувальні провідники з ізольованими ручками.

Вимірювання переносними засобами вимірювальної техніки в електроустановках **напругою понад 1000 В** проводиться, як правило, через стаціонарний вимірювальний трансформатор.

Вимірювальні проводи засобів вимірювальної техніки повинні мати справну ізоляцію й затискачі для приєднання до виводів устаткування, що випробовується. Тримати вимірювальні проводи руками, навіть із застосуванням діелектричних рукавичок, забороняється. Переріз мідних вимірювальних проводів має бути не менше 2,5 мм². Перед підключенням вимірювальних проводів і після вимірювань необхідно зняти емнісний заряд з жил кабельної лінії електропередачі.

Вимірювання опору ізоляції на електроустановках проводиться:

- після ремонту;
- під час сезонних технічних обслуговувань;
- консервації або опосвідчення.

В електроустановках з **ізолюваною нейтраллю**, які мають пристрій контролю ізоляції, перед вимірюванням опору ізоляції від'єднується провід, що з'єднує пристрій з корпусом електроагрегата. В електроустановках із **заземленою нейтраллю** на період перевірки нульовий провід від'єднується від корпусу та ізолюється.

Вимірювання опору ізоляції мегаомметром слід здійснювати на вимкнених струмовідних частинах, із яких знято заряд шляхом їх попереднього заземлення. Заземлення зі струмовідних частин знімається тільки після підключення мегаомметра. Під час вимірювання мегаомметром опору ізоляції струмовідних частин з'єднувальні проводи приєднуються до них за допомогою ізолювальних

утримувачів (штанг). Крім того, необхідно користуватися діелектричними рукавичками.

В установках напругою понад 1000 В вимірювання проводять за нарядом два працівники, один з яких має бути з групою IV; в установках до 1000 В – за розпорядженням два працівники, один з яких має бути з групою III [2, 3, 15].

Контроль стану ізоляції електричних машин проводиться оперативним складом у порядку поточної експлуатації або особовим складом електролабораторії за розпорядженням при зупиненому роторі або роторі, що обертається, але тільки в тому разі, якщо машина не збуджена. Під наглядом осіб оперативного складу ці вимірювання можуть виконуватися особами ремонтного складу. Випробування ізоляції роторів, якорів і кіл збудження може проводити одна особа з групою III, випробування ізоляції статорів – не менше двох осіб, одна з яких повинна мати групу IV, а друга – групу III.

Забороняється під час роботи з мегаомметром торкатися струмовідних частин, до яких вони приєднані. Після закінчення роботи необхідно зняти зі струмовідних частин залишковий заряд шляхом їх короткочасного заземлення. Проведення вимірювань мегаомметром забороняється на одному колі двоколових ліній напругою понад 1000 В, коли друге коло перебуває під напругою; на одноколовій лінії, якщо вона іде паралельно з лінією, яка працює і перебуває під напругою понад 1000 В; під час грози або в разі її наближення.

Вимірювання електровимірювальними кліщами й вимірювальними штангами в електроустановках напругою понад 1000 В проводять дві особи: одна з групою IV, друга з групою III. При цьому одна особа виконує вимірювання, а друга контролює виконання правил і заходів безпеки. Ремонтним складом вимірювання проводиться за нарядом, оперативним складом – за розпорядженням. В електроустановках напругою до 1000 В працювати з електровимірювальними кліщами може одна особа, яка має групу III. Для вимірювань застосовуються кліщі з амперметром, який встановлено на їхній робочій частині. Використання кліщів із винесеним амперметром **забороняється**.

Вимірювання в електроустановках напругою **понад 1000 В** проводять у діелектричних рукавичках і взутті (або стоячи на ізолювальній основі) і захисних окулярах. Нагинатися до амперметра

під час зняття показань і переключати діапазони вимірювання, не знімаючи кліщів із струмовідних частин, **забороняється**. Під час проведення вимірювань **забороняється** торкатися приладів, проводів і вимірювальних трансформаторів.

Вимірювання дозволяється проводити лише в електроустановках (на ділянках шин), конструктивне виконання яких, а також відстань між струмовідними частинами різних фаз і між ними та заземленими частинами виключає можливість електричного пробоя між фазами або на землю через зменшення ізоляційних відстаней за рахунок робочої частини кліщів. Вимірювання електровимірювальними кліщами на шинах напругою **до 1000 В** виконується стоячи на підлозі або на спеціальних підмостках.

Під час роботи зі штангою слід витримувати нормовані відстані від струмовідних частин до особи, яка проводить вимірювання. Вимірювання на опорах повітряних ліній напругою до 1000 В може проводити одна особа стоячи на кігтях (лазах) і надійно прикріпившись стропом запобіжного пояса до опори. Забороняється виконувати вимірювання на повітряній лінії стоячи на драбині. Проведення вимірювань на повітряних лініях з опор, які мають заземлювальні спуски, забороняється.

Під час експлуатації електроустановок **без місцевих оперативних працівників** зняття, установлення, заміна та перевірка функціонування вимірювальних приладів повинні проводити за нарядом два працівники, причому керівник повинен мати кваліфікаційну групу не нижче IV, а другий – не нижче III. Під час експлуатації електроустановок **за наявності місцевих оперативних працівників** ці роботи має проводити за розпорядженням із записом у журналі один працівник з IV кваліфікаційною групою або два працівники, керівник робіт повинен мати кваліфікаційну групу не нижче IV, а інший – не нижче III.

Для виконання робіт місцеві оперативні працівники повинні вжити всіх заходів **для запобігання помилковим операціям**: загородити ізолювальними щитками виводи, позначити плакатами та загорожами місце робіт, забезпечити достатню освітленість робочих місць тощо. Особи, які безпосередньо беруть участь у знятті, установленні чи заміні приладів, повинні пройти **інструктаж** як з

правил і заходів безпеки, так і особливостей електричної схеми установки, на якій проводяться роботи.

Під час виконання робіт необхідно застосовувати інструмент з ізолюваними рукоятками, знаходитись на ізолювальній основі або мати на ногах діелектричне взуття. Усі оперативні перемикання, необхідні для зняття або установлення вимірювальних приладів, мають проводитись оперативними працівниками. Працівникам, які перевіряють функціонування електровимірювальних приладів, забороняється одночасно проводити інші роботи.

На панелях лічильників електричної енергії кожного приєднання має бути написано найменування приєднання, на вимірювальних приладах мають бути зазначені червоною рисою гранично допустимі значення вимірювальної величини.

10.2 Випробування автоматичних вимикачів напругою до 1000 В

Випробування автоматичних вимикачів (автоматів) напругою до 1000 В має проводитись після їх заміни або виникнення сумніву в справності **з метою** перевірки здатності комутаційного апарата вимикати коло при короткому замиканні. Роботу повинні виконувати за нарядом два працівники, причому керівник повинен мати кваліфікаційну групу не нижче IV. Під час роботи особливу увагу треба звертати на стан контактів схеми випробувань, тому що їх порушення при роботі може призвести до виникнення електричної дуги. З цієї ж причини при замиканні кола струму доцільно користуватися захисними окулярами. Час вимикання автомата при струмі, який дорівнює струму короткого замикання, не має перевищувати 2 с [2, 3, 15].

Таким чином, при випробуванні необхідно впевнитись у тому, що струм спрацьовування $I_{спр}$ автоматичного вимикача не перевищує струм однофазного короткого замикання $I_{кз}$, і при $I_{спр} \leq I_{кз}$ час спрацьовування не перевищує 2 с. Струм однофазного короткого замикання $I_{кз}$ визначають у першому наближенні за формулою:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{Z_n + Z_T},$$

де U_{ϕ} – фазна напруга мережі;

Z_n, Z_m – повні опори фазного і нульового проводів до місця короткого замикання та знижувального трансформатора відповідно.

$$Z_{\Pi} = \sqrt{R_{\Pi}^2 + X_{\Pi}^2},$$

де R_{Π} , X_{Π} – активний та індуктивний опори петлі фаза-нуль до місця короткого замикання відповідно.

При цьому активний опір цієї петлі визначається за формулою

$$R_{\Pi} = 500 \cdot \rho \cdot l \cdot \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} \right),$$

де ρ – питомий опір матеріалу проводів (для міді $\rho=0,018 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, для алюмінію $\rho=0,028 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$);

ℓ – загальна довжина проводу, м;

S_1 , S_2 – перерізи фазного та нульового проводів відповідно.

Величина X_{Π} може бути прийнята рівною $X_{\Pi} = 0,6 \cdot R_{\Pi}$.

Опір трансформатора Z_m ураховується при потужності трансформатора до 560 кВА, його величина наведена в таблиці 10.1.

У загальному випадку випробування автоматичного вимикача має здійснюватися пофазно за схемою, наведеною на рисунку 10.1.

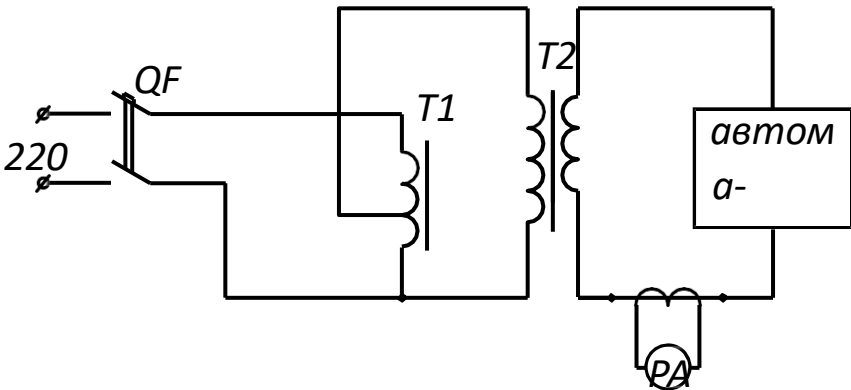


Рисунок 10.1 – Схема випробування автоматичного вимикача

Як регулятор напруги T1 випробувального трансформатора T2 для автоматів зі струмом спрацьовування до 40 А може бути використаний автотрансформатор РНО-250-10 з комплекту пересувної лабораторії РМТ-10. Струм величиною до 400 А можна отримати від зварювального трансформатора ТЗ-300, регулюючи його вхідну

напругу. Джерелом струму величиною до 4000 А може служити спеціальний трансформатор з комплекту лабораторії РМТ-35. Як регулювальний пристрій до цього трансформатора використовують автотрансформатор РНО-250-10.

Таблиця 10.1 – Розрахункові значення опору трансформатора

S_T , кВА	Z_T , Ом	S_T , кВА	Z_T , Ом
20	0,97	180	0,12
30	0,72	320	0,08
50	0,51	560	0,05
100	0,17		

Порядок робіт при випробуванні автоматів такий:

- повзунок автотрансформатора встановлюють у нульове положення; 1 Т

- автоматом схему вмикають у мережу; QF

- плавним рухом повзунка автотрансформатора у схемі встановлюють струм, що дорівнює струму спрацювання автомата ($I_{спр} \leq I_{кз}$);

- контролюють спрацювання автомата;

- повзунок автотрансформатора повертають у нульове положення;

1 Т

- вимикають автомат . QF

Час вимикання фіксують ручним секундоміром. З перервою 5÷10 хв (на охолодження автомата) зазначені операції повторюють для двох інших полюсів автомата.

10.3 Випробування обладнання підвищеною напругою

Випробування з подачею підвищеної напруги від стороннього джерела струму проводяться бригадою у складі не менше двох працівників, із яких керівник робіт повинен мати групу IV, а інші – групу III. Випробування в електроустановках проводиться **за нарядом**. Випробування електродвигунів, від яких від'єднанні кабелі живлення й кінці їхні заземлені, дозволяється виконувати **за розпорядженням** [2, 3, 15].

Роботи на випробувальній станції, у лабораторії, на машинах, переносних випробувальних установках проводяться:

- у порядку масових контрольних випробувань за типовими програмами;
- за розпорядженням начальника випробувальної станції, лабораторії (машини) – із записом у журналі випробувань;
- нарядами в діючих електроустановках;
- у порядку виконання наукових досліджень (за спеціальною програмою);
- порядку виконання навчальної роботи.

Від правильної організації випробувань значною мірою залежить безпека працівників, які обслуговують електроустановки, оскільки саме під час робіт такого роду можливе руйнування ізоляції, поява напруги на корпусах обладнання і конструкціях, виникнення крокової напруги.

До проведення випробувань залучаються тільки працівники, які пройшли спеціальну підготовку й перевірку знань схем випробувальної електроустановки (станції, лабораторії, машини) і об'єкта випробування, правил і заходів безпеки під час роботи на електроустановках, методики й норм випробувань електрообладнання, і мають практичний досвід проведення випробувань, отриманий у період стажування тривалістю не менше одного місяця під контролем досвідченої особи з групою III. Про це робляться відповідні записи в посвідченні та журналі протоколів перевірки знань. Вони повинні знати місцезнаходження вимикача зняття напруги з усієї випробувальної установки та кожного стенда. До початку випробувань керівник робіт зобов'язаний **проінструктувати** особовий склад про заходи безпеки під час проведення випробувань.

Оформлення випробувань нарядом і технічні заходи виконують з дотриманням загальних вимог, однак допуск до випробувань має здійснюватись тільки після здачі нарядів на інші роботи, які проводилися на обладнанні, що випробується, або приєднаних до нього ділянках.

Під час збирання випробувальної схеми передусім виконуються захисне й робоче заземлення випробувальної установки та (якщо потрібно) захисне заземлення корпусу (кожуху) обладнання, що випробується.

У колі живлення випробувальних електроустановок має бути не менше двох розривів, у тому числі один видимий. Перед приєднанням випробувальної установки до мережі напругою 380/220 В вивід високої напруги установки заземлюється вмиканням заземлювальних ножів у стаціонарних установках або встановленням у тимчасових схемах, за допомогою оперативної штанги, гнучкого заземлювального провідника. Незаземлені елементи схеми випробувань слід розглядати як такі, що знаходяться під напругою.

Збирання кола випробування обладнання проводять працівники, які проводять випробування. Керівник робіт перед початком випробувань перевіряє правильність збирання кола та надійність робочих і захисних заземлень. Приєднувати з'єднувальний провід до фази, полюса випробувального обладнання або жили кабелю і від'єднувати його дозволяється за вказівкою особи, яка керує випробуванням, і тільки після заземлення випробувальної установки.

Установлені в електроустановках переносні заземлення, які перешкоджають проведенню випробувань, можуть бути зняті та знову встановлені тільки за вказівкою особи, яка керує випробуванням, після заземлення виводу високої напруги випробувальної установки.

Провід, через який підвищена напруга від випробувальної установки подається до обладнання, що випробується, має бути надійно закріплений за допомогою проміжних ізоляторів, які ізолюють підвісок так, щоб виключити випадкове наближення (підхльостування) цього проводу на відстань не менше 0,7 м від струмовідних частин, які знаходяться під робочою напругою до 15 кВ. При номінальній напрузі електроустановок 35 і 110 кВ ця відстань має бути відповідно збільшена до 1 і 1,5 м. Таке розміщення проводів дозволяє запобігти переходу робочої напруги на випробувальну установку [2, 3, 15].

Збирання схеми для випробування ізоляції лінії, на яку напруга може бути подана з **двох боків**, дозволяється виконувати тільки після вимикання лінійних роз'єднувачів і вимикачів на обох кінцях лінії та вивішування на їхніх приводах плакатів «Не вмикати! Працюють люди». У разі розміщення з'єднувальних проводів, що перебувають під напругою, поза приміщенням електроустановок напругою понад 1000 В (у коридорах, на сходах, у проходах, на території) поряд з огороженням також має перебувати наглядач для попередження про небезпечність наближення або проникнення сторонніх осіб за

огородження. **Обладнання, що огорожене, вважається таким, що перебуває під напругою.**

Перед подачею напруги керівник робіт повинен переконатися в тому, що працівник-наглядач перебуває на своєму місці (поза огороженням) і йому повідомлено про початок випробувань. Залишити своє місце цей працівник може тільки з дозволу керівника робіт. Члени бригади, які не беруть участь у випробуваннях, виводяться в безпечну зону. Присутність працівників на випробувальному полі **допускається** тільки в разі особистого нагляду керівника робіт за їхніми діями.

Після зняття заземлення з виводу установки вся випробувальна установка, обладнання, що випробується, і з'єднувальні проводи **вважаються під напругою**. Після зняття заземлення проводити будь-які перез'єднування у випробувальній схемі та на випробувальному обладнанні **забороняється**. Випробувальна напруга **подається** керівником робіт або за його розпорядженням одним із працівників, який бере участь у випробуванні. Усі випробування електрообладнання і кабельних ліній електропередачі виконуються в діелектричних рукавичках і взутті. **Забороняється** з моменту подання напруги на випробувальну установку заходити до неї і виходити з неї, знаходитись на випробувальному обладнанні, а також торкатися корпусу випробувальної установки стоячи на землі.

Після закінчення випробувань керівник робіт поступово знижує напругу випробувальної установки до нуля, відключає її рубильником від мережі, заземлює вивід установки, після чого оголошує «Напруга знята». Тільки після цього дозволяється виконувати повторне з'єднування проводів або, в разі повного закінчення випробування, від'єднати їх від випробувальної установки та зняти огороження. До випробування ізоляції повітряних і кабельних ліній електропередачі, а також після нього необхідно **розрядити кабель і лінію** на землю через додатковий опір, встановити заземлення та упевнитися в повній відсутності заряду. Тільки після цього дозволяється встановлювати (знімати) плакати.

Пересувна або стаціонарна випробувальна установка мають бути виконані таким чином:

- випробувальна установка розділена на два відділи, в одному відділі розміщується апаратура напругою до 1000 В і знаходиться

оператор, який керує установкою, у другому – все устаткування та струмовідні частини напругою понад 1000 В;

- обладнання напругою понад 1000 В повністю відгороджено від місць, до яких можливе доторкання;

- двері у відділ установки з устаткуванням напругою понад 1000 В обладнані електричним блокуванням, що забезпечує зняття напруги при відкриванні дверей і світлову сигналізацію, яка діє, коли вивід високої напруги перебуває під напругою;

- уся апаратура напругою до 1000 В (рубильники, запобіжники тощо) розташовані так, що забезпечують безпечне й зручне спостереження за ними, оперування ними та огляд.

Особливість експлуатації пересувних випробувальних установок полягає в необхідності до початку випробувань заземлити контур кузова машини та перевірити справність цього контуру.

Заземлення внутрішнього контуру здійснюють приєднанням його до заземлювального контуру споруди. Приєднання виконують одножильним кабелем, який пропускають через отвір у кузові. Спочатку треба виміряти опір заземлювального пристрою, він не має перевищувати встановлених норм.

Усі роботи з пересувними випробувальними установками на відкритому повітрі слід проводити тільки в суху погоду.

11 ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

11.1 Причини пожеж в електроустановках

Пожежа – це неконтрольоване горіння, що розвивається в часі та просторі. Вона приносить великі матеріальні збитки і нерідко супроводжується нещасними випадками з людьми. Тому особи, які експлуатують електроустановки, повинні знати можливі причини виникнення пожеж і уміти їх гасити [7, 14, 17].

Причини, що викликають пожежі та вибухи при експлуатації електроустановок:

- струми короткого замикання та перевантаження, що викликають недопустиме нагрівання провідників і запалення ізоляційних конструкцій;
- іскріння в електричних апаратах і машинах, а також іскріння в результаті електричних розрядів і ударів блискавки;
- нагрів контактних з'єднань до високої температури через їхній підвищений електричний опір;
- електрична дуга, що виникає між контактами комутаційної апаратури, та електрична дуга при зварюванні;
- аварії з маслonaповненими апаратами при викиданні в атмосферу продуктів розкладання масла з утворенням у повітрі вибухонебезпечної суміші;
- загорання обмоток електричних машин і трансформаторів при їх перевантаженні чи несправності;
- застосування несправних або залишених без догляду ввімкнених електронагрівальних приладів, а також установа їх біля вогнебезпечних матеріалів і конструкцій будинків;
- несправності люмінесцентних ламп і їхньої пускорегулювальної апаратури; розташування стаціонарних або переносних світильників поблизу горючих матеріалів;
- виділення водню, що утворює з повітрям вибухонебезпечну суміш у процесі заряджання і розряджання акумуляторних установок;
- використання сірчаної кислоти для приготування електроліту (стикання її з органічними матеріалами викликає вогонь);
- старіння і розкладання масла при високій температурі з утворенням вибухонебезпечних сумішей, пробій внаслідок гігроскопічності масла.

Коротке замикання являє собою найбільшу пожежну небезпеку. Струми короткого замикання в багато разів перевищують номінальні струми проводів і струмовідних частин і досягають сотень і тисяч ампер. Такі струми можуть не тільки перегріти, але й запалити ізоляцію, розплавити струмовідні частини та проводи. Плавлення металевих деталей машин та апаратів супроводжується розлітанням іскор, які у свою чергу здатні запалити близько розташовані горючі речовини та матеріали, стати причиною вибуху. Коротке замикання при експлуатації електроустановок виникає з різних причин. Найчастіше воно відбувається через старіння електричної ізоляції і відсутність контролю за її станом.

Порушення правил експлуатації електроустановок неминуче призводить до виникнення пожеж, тому що ігноруються чіткі вимоги до режиму роботи, не дотримуються протипожежні відстані до горючих матеріалів, не виконуються умови запобігання непередбачуваному акумулюванню тепла, що виділяється. Пожежі через неправильну експлуатацію електроустановок характерні для житлових і адміністративних будівель, а також пересувних споруд, причому електроустановками, порушення режиму роботи яких призводить до пожеж, частіше за все є електричні світильники, електричні нагрівальні прилади, а також електричні мережі.

Електричні мережі небезпечні в електричному відношенні через те, що вони складаються з безлічі розгалужених проводів і кабелів, які мають значну довжину. Проводи електричних мереж часто стикаються з горючими матеріалами та частинами будинків і споруд. Крім того, несправності в розгалужених електричних мережах великої довжини часто сховані від ока найдосвідченішого електрика. Горючим матеріалом проводів і кабелів є їхня ізоляція, яка звичайно складається з речовин органічного походження. Крім того, горіння може поширюватись уздовж прокладання електричних проводок. Статистичні дані свідчать про те, що на частку електричних проводок припадає значна кількість усіх пожеж.

Трансформатори, що застосовуються в системах електропостачання, за способом охолодження поділяються на сухі, масляні та заповнені негорючою рідиною – совтолом. Якщо в сухих трансформаторах горючим матеріалом є ізоляційні конструкції, то в масляних – ще й трансформаторне масло. Трансформаторне масло

добре горить, при високій температурі розкладається на газоподібні складові, які утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші. Розвиток пожежі в трансформаторах залежить в основному від причин її виникнення. При місцевому перегріванні осердя процес горіння носить жевріючий характер і може продовжуватися тривалий час. Ознакою пожежі є поява газів у камері газового реле та шум трансформатора. При несвоєчасному аварійному вимиканні трансформатора виникає коротке замикання та загорання обмоток. Виявити це можна за виходом продуктів горіння з розширювального бака, руйнуванням запобіжної мембрани, випинанням стінок або кришки бака [13].

При міжвиткових і коротких замиканнях в обмотці трансформатора напругою вище 1000 В і своєчасному спрацьовуванні захисту спостерігається лише місцеве вигорання обмотки. Залежно від потужності короткого замикання може відбутися зруйнування мембрани, розширювального бака та зрив кришки з викидом масла назовні. При великій потужності короткого замикання і тривалому горінні відбувається руйнування розширювального бака, а потім трансформатора, у результаті чого масло, що розтікається, створює загрозу сусіднім трансформаторам та іншому обладнанню. Найбільші пошкодження з розривом корпусу трансформатора відбуваються на вхідних або вихідних струмопроводах.

Електричні машини систем електропостачання пожежонебезпечні при перегріві. Їх перегрів виникає в результаті перевантаження, через забруднення вентиляційних каналів системи охолодження. У цих випадках машина перегрівається рівномірно. Крім того, буває, що у двигунах перегріваються лише обмотки статора або ротора. Перегрів обмотки статора відбувається при перевантаженні двигуна, порушенні режиму його охолодження або підвищенні напруги на затисках двигуна. Перегрів обмотки ротора виникає при перевантаженні, порушенні режиму охолодження, у результаті поганого контакту в пайках будь-яких частин обмотки. Перегрів електричних машин може бути викликаний їхньою роботою у двофазному режимі, що є найбільш частою причиною відмови трифазних асинхронних двигунів. Перегрів обмоток електричних машин може викликати спалахування ізоляції проводів, що звичайно призводить до пожежі. Особливу пожежну небезпеку являє собою іскріння щіток і пригорання контактних кілець електричних машин. Це відбувається з таких причин:

встановлено щітки інших марок порівняно з зазначеними в документації; щітки погано притерті або слабо притиснені; контактні кільця і колектор мають нерівну поверхню і тому вібрують; контактні поверхні забруднені або замаслені. У машинах постійного струму при неправильному виборі та розташуванні щіток при великих навантаженнях відбувається посилення іскріння. Повітря в зоні колектора іонізується, що призводить до появи кругового вогню на колекторі. Причиною пожежі може бути також перегрів підшипників електричних машин через їх недостатнє змащування і перекіс вала. Для запобігання займання ізоляційних конструкцій електричні машини обладнують пристроями для захисту від струмів короткого замикання і перевантаження, а також температурними сигналізаторами для контролю температури.

Більше 20 % усіх пожеж в електроустановках припадає на **електричні апарати**. Через дефекти при виготовленні та неправильну експлуатацію контакторів і магнітних пускачів виникають несправності, основним результатом яких є надмірне підвищення температури деталей. Недопустиме підвищення температури котушки, наприклад пов'язане з появою в ній міжвиткового короткого замикання. Нагрів струмовідних частин відбувається при перевантаженні апарата, послабленні затяжки контактних з'єднань, забрудненні контактних поверхонь і зношуванні головних контактів.

Пожежна небезпека апаратів захисту полягає в появі електричної дуги та іскроутворенні при перегоранні плавкої вставки, а також у можливості нагріву струмовідних частин при порушенні щільності контактних з'єднань. Часто пожежі є результатом ненадійної роботи апаратів захисту й установлення плавких вставок підвищеного перерізу.

Освітлювальні установки з лампами розжарювання та люмінесцентними лампами також пожежонебезпечні. Практично пожежі від ламп розжарювання виникають у результаті використання ламп підвищеної потужності, тому мають місце випадки займання пластмасових плафонів. У світильниках з люмінесцентними лампами пожежонебезпечними елементами є стартер, конденсатори з паперовим діелектриком, світлорозсіювачі з органічного скла.

При виникненні пожежі в електропроводці або електромережі необхідно вимкнути приєднання, на яких горить обладнання, сповістити пожежну охорону, керівника підприємства чи відповідну

посадову особу, після чого почати гасіння пожежі наявними засобами. Гасити пожежу в електроустановках усіма видами хімічних пін, розчин яких має підвищену електропровідність, а також ручними засобами в сильно задимлених приміщеннях без зняття з них напруги **забороняється**.

Засобами пожежогасіння, які найбільш придатні для ліквідації пожежі в електроустановках, вважаються вуглекислотні, вуглекислотно-брометилові та порошкові ручні вогнегасники і пересувні установки.

11.2 Небезпечні фактори, що впливають на людей при загоранні електроустановок

При загоранні електроустановок на людей впливають **такі небезпечні фактори** [8–13]:

- відкритий вогонь та іскри;
- підвищена температура повітря, обладнання і металоконструкцій;
- токсичні продукти горіння або термічного розкладання;
- дим (зменшення видимості);
- зниження концентрації кисню;
- вибух;
- електрична напруга;
- руйнування будівель, падіння конструкцій та обладнання.

Однчасна дія теплового потоку та продуктів горіння призводить до швидкого розвитку токсичного ефекту в організмі людини. При пожежах утворюються шкідливі речовини, що становлять небезпеку отруєння людей: окис і двоокис вуглецю, хлористий водень, ціаністий водень, сірководень, аміак і оксид азоту. Повітря, яким ми дихаємо, складається в основному з суміші двох газів: азоту (79 %) і кисню (21 %), а видихуване – з азоту (79 %), кисню (19 %) і двооксиду вуглецю (2 %). При пожежі у повітрі, що видихається, міститься окис вуглецю, тому навіть при достатній кількості кисню в людини може виникнути киснева недостатність, а зниження кисню до 14 % стає небезпечним для життя людини.

У задимленому приміщенні людина втрачає можливість орієнтування. У цьому випадку необхідно постійно просуватися в

задимленому середовищі навпомацки до виходу з приміщення. Тепло, що виділяється при горінні, викликає опік шкіри або тепловий удар, який порушує нормальний тепловий стан організму, що може призвести до смертельного наслідку. В інтервалі температур $20 \div 60$ °C організм здатний компенсувати несприятливий вплив теплового навантаження, зберігаючи тепловий баланс за рахунок розширення кровоносних судин і потовиділення. В інтервалі температур $60 \div 120$ °C вплив теплового навантаження не компенсується, і відбувається інтенсивне накопичення тепла. При температурі вище 120 °C вплив теплових навантажень викликає больові відчуття, виникають опіки. Граничною для організму людини є температура навколишнього середовища 149 °C, а за наявності в повітрі вологи така температура призводить до миттєвого ураження дихальних шляхів.

Можна вважати, що температура повітря в приміщенні, яка приблизно дорівнює 70 °C, створює небезпеку для життя людини. При цьому необхідно брати до уваги вплив диму і токсичних продуктів горіння.

Таким чином, у всіх випадках необхідно вживати заходів щодо запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі. Особливо це стосується захисту органів дихання людей, які беруть участь у гасінні пожеж.

11.3 Способи та засоби гасіння пожеж

Велике значення для ліквідації пожежі має швидке оповіщення працівників про загорання. У приміщеннях, особливо там, де нема постійно працівників, встановлюють **сповіщувальні автоматичні прилади (давачі диму)**. Такі прилади реагують на появу диму та подають сигнал про наявність осередку загорання. Їх використовують у кабельних каналах, тунелях, приміщеннях для розподільних устаткувань і трансформаторів, машинних залах дизельних електричних станцій [12, 13].

У приміщеннях із забрудненою атмосферою, де не можуть працювати давачі диму, використовують **термосигналізатори**, які реагують на підвищення температури.

Припинити горіння можна фізичними або хімічними способами. До **фізичних способів** належать охолодження речовин, що горять,

ізоляція реагуючих речовин від зони горіння, розведення реагуючих речовин негорючими і тими, що не підтримують горіння.

Охолодження речовин, що горять, за допомогою води, піни та інших засобів дозволяє знизити температуру в зоні горіння нижче температури загорання горючих парів і газів. Тому пари та горючі гази, які виділяються при горінні речовин, неспроможні будуть займатися – горіння припиниться.

Припинення горіння **ізоляцією реагуючих речовин від зони горіння** досягається за рахунок зниження концентрації однієї з реагуючих речовин (кисню повітря або горючої речовини) і збільшення швидкості тепловідводу від зони реакції.

Для ізоляції реагуючих речовин використовуються негорючі сипкі матеріали (наприклад піском засипають горючу рідину), рідинні речовини (хімічна та повітряно-механічна піна, вода), газоподібні речовини (діоксид вуглецю, азот), тверді речовини (азбестове полотно, кошма, листи металу). Ефекту можна досягти вилученням з небезпечної зони горючих матеріалів, створенням у них розривів.

При **розведенні реагуючих речовин** горіння припиняється через зниження їхньої концентрації до такого значення, що суміш стає негорючою. При цьому в зону горіння вводять діоксид вуглецю, азот та інші негорючі речовини і такі, що не підтримують горіння.

Хімічний спосіб припинення горіння полягає в гальмуванні реакції горіння шляхом зниження в зоні реакції концентрації активних речовин. Відбувається це за рахунок введення в зону горіння нестійких речовин (хладону, броду, фтору), які з'єднуються при розкладанні з проміжними продуктами реакції горіння. Для припинення горіння використовують широкий асортимент вогнегасних засобів. Розглянемо найбільш розповсюджені з них.

Вода надає розріджувальну та охолоджувальну дію. Її використовують як у чистому вигляді, так і з додаванням різних поверхнево-активних речовин, що збільшують її змочувальну здатність і ефективність. В осередок пожежі вода може вводиться у компактному або розпиленому стані та вигляді пари. У ряді випадків воду для гасіння пожежі застосовувати **не допускається**. Не можна використовувати воду для гасіння речовин, які вступають у реакцію з нею, особливо тих, що виділяють при цьому пожежо- і вибухонебезпечні гази (лужні та лужноземельні метали, карбід кальцію та ін.). Не можна застосовувати

воду для гасіння електроустановок та апаратів, що знаходяться під напругою, тому що вода електропровідна. Для гасіння легкозаймистих і горючих рідин і речовин з питомою вагою, меншою за питому вагу води, можна використовувати тільки дрібнодисперсну воду або пару. В іншому разі ці рідини розтікаються по поверхні наливої води та збільшують тим самим розповсюдження вогню. Протипоказано гасити водою речовини та матеріали, які від її дії можуть прийти в непридатний стан.

Вогнегасні піни отримують змішуванням газу та рідини. Розрізняють хімічну та повітряно-механічну піни. **Хімічна піна** отримується в результаті хімічної реакції лугової (бікарбонат натрію) і кислотної (суміш сірчаної кислоти з сірчаноокислим окисним залізом) частин у присутності поверхнево-активної (піноутворюючої) речовини. **Повітряно-механічна піна** утворюється шляхом механічного змішування повітря, води та поверхнево-активної речовини. Основною вогнегасною властивістю піни є її ізолювальна дія.

Повітряно-механічна піна майже неелектропровідна, сприяє зниженню задимленості, має тепловідбивальний ефект, не надає відчутного статичного навантаження на конструкції, має малу теплопровідність і високу рухомість. До її недоліків слід віднести малу механічну міцність і довговічність. Вогнегасні піни використовуються для гасіння легкозаймистих і горючих рідин, твердих горючих речовин. Хімічна піна через суттєві недоліки (вона електропровідна, дорого коштує, має низьку кратність, не може застосовуватися при температурах нижче $+10^{\circ}\text{C}$), тому вона використовується значно рідше повітряно-механічної піни.

Діоксид вуглецю (вуглекислий газ) має охолоджувальну та ізолювальну дії. Він неелектропровідний, не залишає після себе слідів, не псує матеріали та обладнання. Але він неефективний для гасіння речовин, здатних горіти без доступу повітря, а також лужних і лужноземельних металів. Як правило, діоксид вуглецю застосовують при гасінні легкозаймистих і горючих рідин, двигунів внутрішнього згорання та електрообладнання.

Галоїдовані вуглеводні суміші мають високу вогнегасну ефективність. До них належать бромистий етил, бромистий метил, тетрафтордібромметан, бромтрифторметан, хладон (фреон) 114B2 та інші. Їхні вогнегасні властивості полягають у хімічному гальмуванні

реакції горіння при введенні парів цих речовин у зону пожежі. Використовують ці речовини при гасінні електроустановок, двигунів внутрішнього згорання, легкозаймистих і горючих рідин.

Порошкові вогнегасні суміші також в основному призводять до гальмування реакції горіння і, крім того, вони викликають розведення горючого середовища. Порошкову суміш загального призначення типу ПСБ на основі бікарбонату натрію використовують для гасіння нафтопродуктів, спиртів, трансформаторів, горючих газів. Для гасіння лужних і лужноземельних металів ефективні порошкові суміші спеціального призначення типу ПС-1 на основі карбонату натрію. Для гасіння кремній- і металоорганічних з'єднань використовують порошок типу С1-2 на основі великопористого силікагелю, насиченого рідким хладоном.

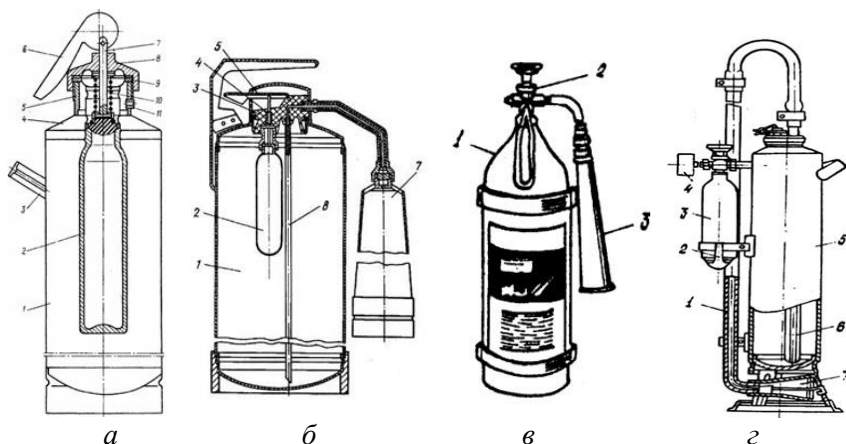
Для локалізації та ліквідації невеликих загорань і пожеж на початковій стадії їх розвитку застосовують **первинні засоби пожежогасіння**, до яких належать переносні та пересувні вогнегасники, ящики з піском, кошма, азбестові покривала, резервуари з водою і т. п. Найчастіше застосовують **переносні вогнегасники** типів ВХП-10, ВПП-10, ВВ-5, ВП-10 (рисунок 11.1).

Вогнегасник хімічний пінний ВХП-10 призначений для гасіння пожежі, що починається, твердих горючих матеріалів, легкозаймистих і горючих рідин (бензину, дизельного пального тощо). Він являє собою (рис. 11.1, а) зварний сталевий циліндричний балон 1. У верхній частині балона є горловина 5 з перехідником 4, на яку накручується чавунна кришка 8 із запірним пристроєм. Цей пристрій складається з гумової прокладки 9 і пружини 10, що притискає пробку до горловини стакана 2 при закритому положенні рукоятки 6 із штоком 7 і запобігає її мимовільному спрацюванню. За допомогою рукоятки пробка підіймається і опускається. Для зручності перенесення вогнегасника та роботи з ним у верхній частині корпусу є ручка 3.

Для приведення вогнегасника в дію повертають рукоятку на 180° , перекидають корпус догори дном і спрямовують струмінь піни в осередок горіння. Час дії вогнегасника 60 с, довжина струменя 6 м.

Повітряно-пінний вогнегасник ВПП-10 застосовують для гасіння твердих і рідких речовин і матеріалів, крім тих, що горять без доступу кисню, лужних металів і електроустановок, які знаходяться під напругою. Він складається (рис. 11.1, б) зі сталевго корпусу 1, балона

2 з вуглекислим газом, який закритий мембраною, кришки 3 з запірно-пусковим пристроєм, сифонної трубки 6 та розтрубу 7 для отримання піни.



а – вогнегасник хімічний пінний ВХП-10; б – вогнегасник повітряно-пінний ВПП-10; в – вогнегасник вуглекислотний ВВ-5; г – вогнегасник порошковий ВП-10

Рисунок 11.1 – Вогнегасники різних типів

Для приведення вогнегасника в дію зривають пломбу та натискають на пусковий важіль. При цьому голкою проколюється мембрана балона з діоксидом вуглецю, який за допомогою сифонної трубки потрапляє в корпус і витискує 6 відсотковий водний розчин піноутворювача з корпусу вогнегасника. Водний розчин піноутворювача проходить через розпилювач у розтруб і до насадки, де перемішується з повітрям, при цьому утворюється повітряно-механічна піна. Час дії вогнегасника 45 с, довжина струменя 4,5 м.

Вуглекислотні вогнегасники ВВ-5 призначені для гасіння невеликих осередків горіння різних речовин і матеріалів, загорання в електроустановках, які знаходяться під напругою. Для гасіння речовин, здатних до горіння без доступу кисню, ці вогнегасники неефективні. Він складається з таких складових (рис. 11.1, в): 1 – балон з діоксидом

вуглецю, 2 – запірний вентиль, 3 – розтруб. Для приведення в дію вогнегасники беруть лівою рукою за рукоятку, спрямовують розтруб на предмет, що горить, і відкривають вентиль до упору (проти годинникової стрілки). З розтрубу внаслідок швидкого випарювання діоксид вуглецю виходить у вигляді снігу, який має температуру – 78 °С. Вуглекислота віднімає тепло від речовин і матеріалів, що горять, і, випаровуючись, зменшує концентрацію кисню в зоні горіння. Час дії вогнегасника 35 с, довжина струменя 2 м.

Порошковий вогнегасник ВП-10 (ВПС-10) призначений для гасіння невеликого загорання, коли застосування пінних або вуглекислотних вогнегасників неефективне або може викликати небажані наслідки (розширення осередку горіння, вибух тощо). Він складається з таких складових (рис. 11.1, з): 1 – подовжувач, 2 – кронштейн, 3 – балон з робочим газом, 4 – манометр, 5 – корпус, 6 – сифонна трубка, 7 – насадка. Для приведення вогнегасника в дію відкривають вентиль балона з робочим газом (діоксидом вуглецю, азотом, повітрям). Робочий газ через насадку виштовхує порошок, який спрямовують на поверхню, що горить. Час дії вогнегасника 30 с, довжина струменя 6÷8 м.

У місцях розташування великої кількості легкозаймистих і горючих рідин і матеріалів установлюють пересувні вогнегасники типів ВПП-100, ВППУ-250, ВП-1М, ВП-2М. Розташовувати вогнегасники слід на підлозі в спеціальних тумбах або підвішувати їх на видному місці (відстань від підлоги до днища 1,5 м). Пінні вогнегасники, які знаходяться на відкритому повітрі або неопалюваному приміщенні, при мінусовій температурі треба переносити в опалюване приміщення. У місцях, де раніше розміщались вогнегасники, вивішують таблички з зазначенням нового місця їх знаходження. Вогнегасники з зарядом, який містить галоїдовані вуглеводні суміші, зберігають тільки на відкритому повітрі або в провітрюваних приміщеннях площею не менше 15 м².

Пісок застосовують у місцях можливого розливу невеликої кількості горючих і легкозаймистих рідин. Він має бути сухим, без грудочок. Зберігають його в ящиках об'ємом 0,5 або 1 м³. Ящики фарбують у червоний колір і роблять на них напис «Пісок на випадок пожежі». Ящики слід щільно закривати кришками. Пісок у ящиках треба регулярно оглядати і за необхідності просувувати і просіювати.

Для гасіння вогню на малій площі, у посудинах, трубопроводах ефективні **азбестові грубошерстні та повстяні полотно та кошми**. Вони повинні мати розміри не менше 1×1 м, а в приміщеннях, де застосовують легкозаймисті та горючі рідини й матеріали, – до 2×2 м. Зберігають їх у металевих футлярах з кришками. Періодично, не менше одного разу на три місяці, їх просушують і очищують від пилу.

При визначенні видів і кількості первинних засобів пожежогасіння слід урахувати пожежонебезпечні властивості горючих речовин і матеріалів, їх відношення до вогнегасних засобів, а також площі приміщень, що захищаються. Кожне приміщення рекомендується забезпечувати вогнегасниками лише одного виду. Приміщення, обладнані автоматичними установками пожежогасіння, мають бути забезпечені первинними засобами з розрахунку 50% потрібної кількості.

Вогнегасники мають постійно знаходитись у працездатному стані. Придатність заряду пінних вогнегасників слід перевіряти не менше одного разу на рік. Корпус вогнегасника один раз на п'ять років слід перевіряти на міцність. Ваговий контроль заряду вуглекислотних вогнегасників має проводитись один раз на квартал. Вогнегасник необхідно дозарядити, якщо в результаті витоку двооксиду вуглецю при черговому контрольному зважуванні маса заряду складе: для вогнегасника типу ВВ-2 менше 1,75 кг, вогнегасника типу ВВ-5 – менше 3,15 кг, вогнегасника типу ВВ-8 – менше 5,15 кг.

Пожежні крани внутрішнього протипожежного водопроводу в усіх приміщеннях мають бути обладнані рукавами і стволами, розміщеними в опломбованих шафах. На дверцятах шафи пожежного крана має бути зазначений буквенний індекс ПК, порядковий номер кожного крана та номер телефону пожежної охорони. Пожежні крани і гідранти не менше, ніж через шість місяців, підлягають технічному обслуговуванню і перевірці на функціонування.

11.4 Особливості гасіння пожеж на електрообладнанні

Генератори та синхронні компенсатори. Під час загорання обмоток генератора або синхронного компенсатора машину слід вимкнути з мережі, після чого пожежу необхідно гасити вуглекислим газом, газоподібним азотом, вуглекислотними вогнегасниками [13].

Трансформатори та реактори. При вибуху або пожежі трансформатора (реактора) вони вимикаються з усіх боків, після чого гасіння проводять будь-якими засобами пожежогасіння (вогнегасні піни, вода в розпиленому стані, вогнегасники). Для запобігання збільшенню площі пожежі гаряче масло не слід гасити компактними водяними струменями. Вживають заходів, що запобігають розтіканню трансформаторному маслу. Для запобігання розповсюдженню пожежі через вентиляційні та інші канали робочу й аварійну вентиляцію необхідно вимкнути. Трансформатори (реактори) та інше обладнання, розміщене поруч з тим, що горить, слід захищати від дії високої температури струменями розпиленої води.

Кабелі в шахтах, тунелях. За наявності в кабельному приміщенні автоматичної (стаціонарної) установки для гасіння пожежі її негайно вмикають для роботи, перевіряють її дію. Під час горіння в кабельних тунелях кабелів напругою вище 1000 В струмінь води слід направляти через дверний отвір або люк, не заходячи у відсік з кабелями, що горять. Вживаються заходи до швидкого зняття напруги з кабелів. Після ліквідації пожежі торкатися кабелів дозволяється тільки після повного зняття напруги як з силових, так і контрольних кабелів. Ліквідація пожежі в кабельних спорудах (приміщеннях) можлива шляхом затоплення їх водою.

Щити керування. Щити керування (напругою до 0,4 кВ) є найбільш відповідальною частиною електроустановки, тому при гасінні пожежі слід зберегти апаратуру, встановлену на них. При загоранні кабелів, проводів і апаратури на панелях щита керування в першу чергу слід зняти з них напругу, почати гасіння, не допускаючи переходу вогню на сусідні панелі. При цьому необхідно застосовувати вуглекислотні та вуглекисотно-брометилові вогнегасники, а також розпилену воду.

У випадку потреби гасіння пожежі без зняття напруги під час застосування вуглекислотних або вуглекисотно-брометилових вогнегасників торкатися кабелів, проводів та апаратури забороняється.

12 РОБОТИ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

12.1 Автономні електростанції

Оглядати і ремонтувати автоматизовані дизель-генератори слід після переведення ключа (рубильника), який знаходиться на щиті автоматики, з режиму «Робота» у режим «Ремонт» або вимиканням електроживлення пристроїв автоматики [2, 3, 16].

Перед пуском двигуна внутрішнього згорання необхідно переконатися, що він знаходиться у справному стані, закрити люки картера та поставити на місце всі огороження.

Забороняється пускати в хід двигун, крутячи маховик безпосередньо вагою тіла моториста; підігрівати масло та паливопровідну систему паяльними лампами, смолоскипами тощо (для цього слід використовувати гарячу воду); чистити, обтирати і змащувати вручну частини двигуна під час його роботи; замінювати на двигуні, що працює, приводні ремні і підсипати під них каніфоль; заходити і просовувати руки за огороження; ремонтувати або розбирати будь-які вузли і агрегати електростанції під час роботи двигуна.

Під час зупинки двигуна для огляду, чищення і ремонту слід вжити заходи проти помилкового запуску двигуна або його довільного руху.

Під час огляду та ремонту двигунів особливу увагу необхідно звертати на надійність затягування і кріплення гайок шатунних болтів і правильність встановлення колінчастого вала.

Забороняється заливати паливо в бак працюючого двигуна; палити і застосовувати відкритий вогонь у приміщеннях, де встановлені двигуни; виконувати роботи, пов'язані з торканням струмовідних частин електричних машин і їхньої апаратури або частин, що обертаються, і механізмів, які вони приводять у рух. Необхідно вимкнути електричну машину і на її пусковому пристрої вивісити плакат **«Не вмикати! Працюють люди»**.

Обтиральні матеріали слід зберігати в закритих металевих ящиках, встановлених подалі від двигунів, генераторів, щитів керування і опалювальних пристроїв.

Вмикання і вимикання електричних машин черговими біля агрегатів має виконуватися одноособово.

Для забезпечення обслуговування зарядної електростанції в разі відсутності пристроїв контролю ізоляції та автоматичного захисного вимикання необхідно корпус джерела живлення напругою 115 В і більше (електроагрегат, випрямний пристрій тощо) і зарядно-розрядний пристрій металево з'єднати між собою, а корпус джерела живлення заземлити.

12.2 Акумулятори

Стационарні акумуляторні батареї розташовують у спеціальних приміщеннях, які відповідають умовам їх безпечної експлуатації. Працювати в акумуляторних дозволяється працівникам, які пройшли інструктаж із безпечного поводження з кислотою, лугом і свинцем. Обслуговування акумуляторних батарей проводять спеціально підготовлені працівники з групою III, які пройшли перевірку знань та інструктаж з безпечного поводження з кислотою, лугом і свинцем [2, 3, 16].

Акумуляторна має бути завжди зачинена на замок. Особам, які оглядають ці приміщення і працюють у них, ключі видаються на загальних підставах на час огляду або роботи. Перебування в акумуляторній сторонніх осіб (крім працівників) **забороняється**.

Приміщення для зберігання акумуляторів повинно бути сухим і мати вентиляцію. Акумулятори встановлюються на стелажі або полиці шаф, захищених спеціальним покриттям. В акумуляторній необхідно застосовувати кислотостійкі та лугостійкі фарби. На стінах слід вивішувати плакати та інструкції з правил і заходів безпеки під час експлуатації акумуляторних батарей.

Акумуляторна повинна мати робоче та аварійне освітлення з застосуванням світильників у вибухозахищеному виконанні. Запобіжники, штепсельні розетки, вимикачі та інша комутаційна апаратура встановлюється поза приміщенням. Для аварійного освітлення дозволяється використовувати переносні лампи у вибухозахищеному виконанні з напругою не вище 42 В або акумуляторні ліхтарі. Акумуляторну слід обігрівати паровим чи водним опалюванням або калориферним пристроєм, розміщеним поза

приміщеннях. Акумуляторні приміщення мають бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією з видаленням повітря як з верхньої, так з нижньої частини приміщення. Електропривод вентилятора має бути вибухозахищеного виконання або встановлюватись поза приміщенням акумуляторної. Кислотні й лужні акумуляторні батареї слід розмішувати в різних приміщеннях. Вентиляційні пристрої (повітроводи) цих приміщень об'єднувати **забороняється**.

Акумулятори, що працюють у режимі розряду, заряд яких проводиться поза місцем їх установа, слід розмішувати у вибухобезпечних і пожежобезпечних приміщеннях (шафах, що вентилуються) за умови установа над ними витяжного вентиляційного пристрою. Герметичні акумулятори можуть розмішуватись у вибухобезпечних і пожежобезпечних приміщеннях без установа спеціальних вентиляційних пристроїв.

В акумуляторних, що мають припливно-витяжну вентиляцію, останню необхідно вмикати перед початком заряджання та вимикати після видалення газу, але не раніше ніж через 1,5 год після закінчення заряджання. Вентиляцію зарядного відділення слід блокувати з зарядним пристроєм так, щоб зарядний струм не подавався до акумуляторних батарей, коли не працює вентиляція.

На вхідних дверях акумуляторних приміщень мають бути написи «Акумуляторна», «Вогнебезпечно», «Палити заборонено» і «З вогнем не входити». Вхід до акумуляторної має здійснюватись через тамбур. За наявності вікон вони мають бути засклені непрозорим склом. Поблизу від акумуляторної має бути водопровідний кран (бачок із водою) і раковина.

В акумуляторній **забороняється** палити, приймати їжу, входити до неї з вогнем, користуватись електронагрівальними приладами, апаратами й інструментами, що можуть креснути іскрою. Після роботи в акумуляторній необхідно вимити руки й обличчя теплою водою з милом і прополоскати рота.

Прилади й обладнання, засоби індивідуального захисту і надання першої допомоги, костюм з грубої шерсті (для робіт з кислотою), бавовняний костюм (для робіт з лугами), гумовий фартух, кислототривкі гумові рукавиці і чоботи, захисні окуляри, нейтралізуючі розчини, аптечку з медикаментами зберігають у шафах і на стелажах.

Зберігання в акумуляторних стороннього обладнання й особистих речей забороняється.

На всіх посудинах з електролітом, дистильованою водою і нейтралізуючими розчинами мають бути відповідні написи (назва речовини; на посудинах з електролітом – склад, густина і дата приготування; на інших – призначення).

Як нейтралізуючий розчин при експлуатації кислотних акумуляторів застосовується 10-відсотковий розчин питної соди для промивання шкіри, 2-відсотковий – для промивання очей, лужних акумуляторів – 5- і 2-відсотковий розчин борної кислоти відповідно. Замість розчину борної кислоти можна вжити розчин оцтової есенції (одна частина на вісім частин води).

Кислота в акумуляторній **зберігається** в кількості добової потреби в скляних оплетених бутлях із притертими пробками й бирками з її назвою. Бутлі розміщуються на підлозі в корзинах або на дерев'яних латах, в один ряд, так щоб на них не падали прямі сонячні промені.

Під час **транспортування** скляні бутлі з кислотами й лугами переносять два чоловіки в спеціальному дерев'яному ящику з ручками або на спеціальних ношах з отвором посередині, а також у латах, у які бутель має входити разом із корзиною на 2/3 її висоти. **Забороняється** переносити скляні бутлі з кислотами та лугами на спині, плечах і в руках. Кислоту з бутлів виливають із використанням спеціального пристрою, який фіксує положення бутля під час його нахилу (качалки, сифони тощо). Переливання кислоти вручну забороняється.

Для приготування електроліту кислоту повільно (для запобігання інтенсивному нагріванню розчину) уливають тонкою цівкою з кухля у фарфорову або іншу термостійку посудину з дистильованою водою. Електроліт у цьому разі потрібно весь час перемішувати стрижнем (мішалкою) із кислототривкої пластмаси або скляною трубкою. **Забороняється**, готуючи електроліт, вливати воду в кислоту. У готовий електроліт доливати воду дозволяється.

Під час робіт із кислотою й лугом застосовуються засоби індивідуального захисту: костюми, гумові чоботи (під низ штанів) чи калози, гумовий фартух, захисні окуляри й гумові рукавиці. Забороняється брати їдкий луг руками (його беруть за допомогою сталевих щипців, пінцета або металевої ложки). Грудки їдкого лугу слід подрібнювати у спеціально відведеному місці, попередньо загорнувши

в мішковину. У цей час поблизу має знаходитися посуд із нейтралізуючим розчином.

Густину і температуру електроліту, а також напругу на елементах під час заряджання акумуляторних батарей заміряють у гумовому фартуху та захисних окулярах, не нахилиючись до елементів батареї. Під час сильного газовиділення проводити ці замірювання **забороняється**.

Вилучення шламу з акумуляторних батарей виконують у захисних засобах забірною трубкою з діелектричного матеріалу.

Відпрацьовані кислоти й луги слід збирати окремо для **нейтралізації**. Розлиті кислоти й луги необхідно негайно нейтралізувати. Нейтралізація проводиться у протигазах. Після нейтралізації проводиться прибирання.

Електроліт, пролитий на стелаж, верстак тощо, витирається ганчіркою, змоченою у 10-відсотковому нейтралізуючому розчині, а пролитий на підлогу – спочатку посипається тирсою, збирається, а потім це місце змочується нейтралізуючим розчином і протирається насухо.

П'яти пластини в акумуляторній допускається дотримуючись таких умов:

- роботи виконуються за нарядом;
- паяння дозволяється не раніше ніж через 2 год після закінчення заряджання;
- батареї, що працюють за методом постійної підзаряджання, за 2 години до початку робіт переведені в режим розряджання;
- до початку робіт приміщення вентильовалось протягом 2 год;
- під час паяння приміщення безперервно вентильовується;
- місце для паяння відгороджене від решти батареї вогнестійкими щитами;
- для запобігання отруєнню свинцем і його сполуками вжито спеціальних заходів безпеки та визначено режим роботи відповідно до інструкцій з експлуатації й ремонту акумуляторних батарей.

Під час роботи в акумуляторній, коли відбувається заряджання або формування батареї, необхідно користуватися респіраторами.

Для переміщення акумуляторних батарей по території та в приміщеннях підприємства слід використовувати спеціальні візки, платформи тощо, які виключають можливість падіння батарей. Під час

перенесення малогабаритних акумуляторних батарей вручну використовуються пристрої (захвати) і додержуються застережних заходів щодо унеможливлення обливанням електролітом.

Для заряджання акумуляторних батарей вони з'єднуються в зарядні групи за допомогою проводів з наконечниками, що щільно прилягають до клем батарей і виключають можливість іскріння. З'єднувати наконечники акумуляторних батарей дротом «закруткою» забороняється.

Перед підключенням акумуляторних батарей до зарядного пристрою необхідно переконатися в тому, що автоматичні вимикачі мережі вимкнені, а реостати струму навантаження знаходяться в положенні мінімального значення зарядного струму. Керівник робіт зобов'язаний старанно перевірити правильність і надійність з'єднань між окремими акумуляторами і з батарейними шинами.

Для підключення акумуляторних батарей до зарядного пристрою необхідно:

- ввімкнути автоматичний вимикач мережі живлення;
- ввімкнути автоматичний вимикач навантаження;
- встановити ручкою керування регулятора струму зарядного пристрою необхідну величину зарядного струму.

Вимикання акумуляторних батарей від зарядного пристрою проводиться у зворотному порядку.

У процесі заряджання акумуляторних батарей необхідно періодично контролювати величину зарядного струму і стежити, щоб його значення не перевищувало номінальну величину. Регулювання зарядного струму шляхом зміни опору реостатів гасіння виконується в діелектричних рукавичках.

Кислотні та лугові акумуляторні батареї в польових умовах заряджаються від зарядних електростанцій і випрямних пристроїв.

У працюючих акумуляторів слід періодично прочищати отвори в пробках, оскільки при їх забитті створюється тиск газів в акумуляторі, що може призвести до порушення його стінок.

Безпечне обслуговування акумуляторів всіх типів, у тому числі й імпортованих, здійснюється відповідно до інструкції з їх обслуговування.

12.3 Роботи під час обслуговування генераторів і електродвигунів

Генератори й електродвигуни, пускорегулювальна апаратура, контрольно-вимірювальні прилади, пристрої захисту, а також електричне й допоміжне обладнання до них мають відповідати вимогам ПУЕ та ПТЕ [1–3, 15, 16].

Вивідні кінці обмоток статора й ротора генераторів, електродвигунів і перетворювачів і частини, що обертаються (муфти, шків), мають бути закриті від випадкового доторкання надійно закріпленими кришками й кожухами. Знімати кришки та кожухи під час роботи машини **забороняється**. Кабель, що підходить до виводів, має бути укладений у трубу чи металевий рукав.

На електродвигунах і механізмах, що приводяться ними в дію, мають бути стрілки, що вказують напрямки обертання. На підшипниковому щиті зазначається марка мастила й дата його закладання.

У разі кнопочового керування кнопки вмикання мають бути заглиблені на 3÷5 мм за габарити пускової коробки. Вимикачі, контактори, магнітні пускачі, рубильники, запобіжники тощо повинні мати написи з зазначенням генератора (двигуна), до якого вони належать.

Постійний нагляд за роботою електричних машин має здійснюватися тільки працівниками, відповідальними за їх експлуатацію.

Забороняється накривати працюючі машини брезентом та іншими матеріалами. Дозволяється застосовувати брезентові покриття, які натягнуті на каркаси (щити, кожухи) без погіршення умов охолодження.

Спостереження за температурою нагрівання підшипників і окремих частин електромашин здійснює працівник чергової зміни.

Обслуговування й огляд працюючих електричних машин проводиться тільки в головному уборі та застебнутому спецодязі, який щільно прилягає до тулуба, остерігаючись захоплення його частинами машини, що обертаються. Роботи слід проводити при достатньому освітленні, у діелектричному взутті або стоячи на діелектричному килимі за допомогою інструменту з ізольованими рукоятками.

Незбуджений працюючий генератор вважається електроустановкою, що знаходиться під напругою (за винятком випадку його обертання від валоповертального пристрою).

Під час обслуговування та ремонту генератора необхідно виконати такі **технічні заходи**:

- вимкнути комутаційні апарати, які з'єднують генератор із мережею, вивісити на їхніх приводах **плакати «Не вмикати! Працюють люди»** і зачинити силовий щит;

- зняти запобіжники з боку вторинних кіл трансформаторів напруги, приєднаних до кола генератора;

- перевірити відсутність напруги й установити необхідні заземлення;

- від'єднати (за необхідності) вивідні кінці обмоток статора з боку комутаційного апарату;

- взяти заходів, що перешкоджають запуску первинного двигуна генератора, для чого закрити вентиля повітряного пуску двигуна та вивісити **плакат «Не відкривати! Працюють люди»**, а під час пуску за допомогою стартера – від'єднати акумуляторну батарею та вивісити **плакат «Не вмикати! Працюють люди»**;

- закрити синхронізаційні гнізда **плакатами «Не вмикати! Працюють люди»**.

Якщо зупинений для виконання робіт генератор може отримати струм збудження, крім власного збудника, ще від будь-якого джерела, його комутаційний апарат має бути вимкнений, і на ньому вивішено заборонний плакат.

Спеціально підготовленими працівниками (не менше двох) **за нарядом** допускається вимірювати значення залишкової напруги й активного опору обмоток і визначати порядок поперемінної зміни фаз у колах статора незбудженого генератора з ротором, що обертається. При цьому автомат гасіння поля має бути вимкненим. Під час цих робіт бригада повинна складатися не менш ніж з двох працівників, а керівник робіт мати групу V. Перед приєднанням (від'єднанням) засобів вимірювальної техніки до струмовідних шин або виводів генератора на всі три його фази встановлюється переносне заземлення.

Обслуговувати щітковий апарат електричної машини, що працює, допускається одноособово працівнику з групою III. При цьому торкатися руками одночасно до струмовідних частин із різною полярністю або струмовідних і заземлених частин забороняється; працівники повинні застерігатися захоплення одягу частинами машин, що обертаються; робота проводиться в діелектричному взутті.

Шліфування колектора, контактних кілець ротора допускається на електромашині, що обертається, лише за допомогою колодок з ізоляційного матеріалу, із застосуванням захисних окулярів, на знижених обертах і в присутності іншого працівника. Обслуговування щіток і їх заміна в порядку поточної експлуатації проводиться тільки після зупинки ротора й вимикання кола збудження генератора.

Електрична машина **має бути терміново вимкнена** від мережі в разі:

- нещасного випадку або передумови для цього;
- появи диму, вогню з електромашини або пускорегулювальної апаратури та комутаційних апаратів;
- вібрації, що перебільшує допустимі норми;
- поломки приводного механізму, двигуна;
- нагріву підшипників більше допустимої температури;
- значного зниження частоти обертів, яке супроводжується швидким нагрівом електромашини.

Особовий склад, який експлуатує електродвигуни, повинен мати групу II, а який їх обслуговує – групу III.

Частини електродвигунів, що обертаються (контактні кільця, шків, муфти, вентилятори), мають бути огорожені.

У працюючого двошвидкісного електродвигуна обмотку, що не використовується, і живильний кабель слід розглядати як такі, що знаходяться під напругою.

Робота в колі пускового реостата електродвигуна, що обертається, допускається лише при піднятих щітках і замкненому накоротко роторі.

Роботу в колах регулювального реостата електродвигуна, що обертається, слід розглядати як роботу без зняття напруги на струмовідних частинах і поблизу них і виконувати з дотриманням відповідних заходів безпеки.

Під час будь-яких ремонтних робіт без розбирання деталей на механічній частині електродвигуна або механізму, який він приводить у рух, необхідно зупинити електродвигун і на його пусковому пристрої або ключі керування вивісити **плакат «Не вмикати! Працюють люди»**.

До початку робіт на електродвигунах, що приводять у рух насоси або інші подібні механізми, слід вжити заходів, що перешкоджають

оберту електродвигуна з боку механізму (насос може працювати як турбіна): закриття відповідних вентилів, їх заклинювання або перев'язування ланцюгом із запиранням на замок (або зняттям штурвала) і вивішування плаката **«Не відкривати! Працюють люди»**.

При від'єднанні від електродвигуна живильного кабелю кінці всіх трьох фаз кабелю мають бути замкнені накоротко та заземлені за допомогою переносного заземлення.

Ремонт і налагоджування електросхем електроприводів, не з'єднаних із виконавчим механізмом, регульовальних органів і запірної арматури дозволяється проводити за розпорядженням. Дозвіл на їх випробування дає працівник, який дає розпорядження на виведення електропривода в ремонт (налагодження). Про це робиться відповідний запис під час оформлення розпорядження.

Крім виконання правил електробезпеки та здійснення постійного контролю стану захисного заземлення, при експлуатації агрегатів станції слід дотримуватися правил пожежної безпеки, а також вживати заходів для захисту працівників від шуму та вібрацій.

12.4 Роботи під час обслуговування статичних конденсаторів

Батареї статичних конденсаторів мають бути закриті сітчастим огородженням висотою не менше 1,7 м, на якому закріплені застережні **знаки «Обережно! Електрична напруга»** [2, 3, 15].

Огляд статичних конденсаторів дозволяється проводити одному працівнику з групою III в електроустановках до 1000 В і з групою IV – понад 1000 В без входу за огородження.

Обслуговування статичних конденсаторів проводиться двома працівниками, один з яких повинен мати таку саму групу з електробезпеки, як і при їх огляді, а другий – на ступінь нижче.

Обслуговування й заміна запобіжників проводяться тільки після вимикання і розряджання батарей конденсаторів. При цьому кожен статичний конденсатор розряджається окремо і закорочується.

Статичні конденсатори розряджаються за допомогою переносного розрядного опору. Застосовувати для цього частини проводу та інші металеві предмети забороняється. Розрядні опори до батарей конденсаторів підключаються без запобіжників.

Вмикати і вимикати статичні конденсатори дозволяється:

- напругою до 1000 В – одному працівнику з групою III, стоячи на ізолювальній основі;

- напругою понад 1000 В – двом працівникам з групами IV та III.

Статичні конденсатори дозволяється розряджати двом працівникам:

- в електроустановках до 1000 В з групою III, застосовуючи захисні окуляри, діелектричні рукавички та килими;

- електроустановках понад 1000 В з групами IV та III, застосовуючи захисні окуляри, ізолювальні штанги, діелектричні рукавички та взуття.

Відсутність напруги на статичних конденсаторах перевіряється:

- в електроустановках до 1000 В – показчиком низької напруги;

- електроустановках понад 1000 В – спочатку показчиком високої напруги, а потім – показчиком низької напруги.

12.5 Роботи на технологічному електрообладнанні

До **технологічного електрообладнання** належить обладнання (виробниче та паркове обладнання, автоматизовані системи керування, електронно-обчислювальні машини тощо), яке потребує для свого функціонування електричної енергії певних параметрів [2, 3, 15].

Обслуговування й ремонт цього обладнання проводиться відповідно до Правил безпечної експлуатації працівниками, які мають право на самостійну роботу в електроустановках на відповідній посаді за фахом.

Якщо роботи з обслуговування потребують вимикання електропостачання системи, необхідно:

- дізнатися перед початком кожної роботи з обладнанням про те, де знаходиться роз'єднувальний пристрій;

- відокремити систему роз'єднувачем від кіл електроживлення і механічно захистити його від стороннього доступу. Роз'єднувальний пристрій може бути роз'єднувачем (головним вимикачем) або вимикачем захисту (запобіжник чи автомат).

Перед вмиканням технологічного електрообладнання необхідно упевнитись у його справному стані, перевірити вихідне положення апаратури керування та наявність передбачених засобів захисту і заземлення. Огляд, обслуговування та ремонт обладнання здійснюється

тільки після зняття напруги. Необхідні перемикання на пультах і блоках керування слід виконувати однією рукою, не торкаючись другою рукою металевих чи погано ізольованих частин обладнання, стоячи на ізолювальній основі.

Перед початком робіт з технічного обслуговування або ремонту технологічного електрообладнання необхідно встановити огорожу та вивісити встановлені плакати і знаки безпеки.

Під час роботи технологічного електрообладнання необхідно:

- слідувати за положенням апаратури керування;
- не допускати перекручування кабелю (проводів) для запобігання пошкодженню ізоляції та закорочування жил;
- у разі пожежі припинити роботи, вимкнути електроживлення і гасити полум'я вуглекислотним вогнегасником або піском (для уникнення ураження електричним струмом).

Під час роботи з технологічним електрообладнанням забороняється:

- підключати кабелі (проводи), що мають пошкодження;
- експлуатувати незаземлене обладнання;
- залишати без нагляду обладнання, що знаходиться під напругою;
- обслуговувати і ремонтувати обладнання під напругою;
- міняти запобіжники без зняття навантаження та підключати засоби вимірювальної техніки під напругою;
- зберігати в приміщеннях з обладнанням легкозаймисті речовини;
- перевіряти якість стикування приєднань покачуванням, смиканням тощо;
- вмикати (вимикати) пускові елементи апаратури керування без необхідності.

В аварійних ситуаціях необхідно:

- працювати в засобах захисту;
- використовувати інструмент з ізольованими рукоятками;
- установлювати огороження, плакати і знаки безпеки.

12.6 Роботи на мережах освітлення

Для живлення світильників мереж загального освітлення та мереж місцевого стаціонарного освітлення в приміщеннях без підвищеної небезпеки застосовується напруга 220 В [2, 3, 15].

Для живлення світильників у приміщеннях із підвищеною небезпекою застосовується напруга не вище 42 В, а в особливо небезпечних – напруга 12 В.

Використовувати автотрансформатори для одержання цих напруг забороняється.

Експлуатувати освітлювальні пункти, запобіжники, рубильники, вимикачі, штепсельні розетки та розподільні коробки з доступними для випадкового дотику струмовідними частинами **забороняється**. На освітлювальних щитках **мають бути зазначені** номінальні струми запобіжників і найменування (номери) кіл, що захищаються ними. Застосування нестандартних плавких вставок у запобіжниках **забороняється**.

Розподільні щити освітлювальних мереж гуртожитків, їдалень і культурно-просвітніх установ необхідно **закривати на замок**.

Металеві частини арматури освітлювальних установок слід **заземлювати (зануляти)**. Установлення запобіжників у колах нульових проводів у мережах із заземленою нейтраллю **забороняється**.

У мережах освітлення заземлення корпусів світильників виконується при підвішуванні проводів на опорах:

- у зовнішніх мережах – гнучкими перемичками між заземлювальним контактом світильника та нульовим проводом на найближчій до світильника опорі;
- внутрішніх мережах – проводом, приєднаним до заземлювального контакту світильника та найближчого розподільного щита.

Під час прокладання захищених проводів, кабелів і проводів у сталевих трубах введення заземлення до корпусів світильників виконується з'єднанням корпусу світильника з нульовим проводом безпосередньо у світильнику.

В особливо небезпечних приміщеннях, роздягальнях при душових і туалетах корпуси світильників мають бути виконані з ізолювального матеріалу. Установлення вимикачів і штепсельних розеток у цих приміщеннях не допускається.

Всі частини освітлювальної арматури слід надійно та міцно закріпити.

Під час монтажу освітлювальних щитків із запобіжниками та світильників виконуються встановлені **способи приєднання**:

- для пробкових запобіжників – гвинтова гільза патрона приєднується до проводу, що йде до споживача, а контактний гвинт – до джерела живлення;

- лампових патронів – гвинтова гільза патрона приєднується до нульового проводу мережі, а внутрішній контакт – до фазного проводу.

У двопроводових відгалуженнях від чотирипроводових електричних мереж однополюсний вимикач має бути у фазному проводі.

Світильники **аварійного освітлення** слід приєднувати або до незалежного джерела живлення, або до мережі, незалежної від мережі робочого освітлення. Допускається живлення аварійного освітлення від мережі робочого освітлення при обладнанні автоматичного перемикачання на незалежні мережі або джерела. Мережі аварійного освітлення не повинні мати штепсельних розеток; приєднання до них будь-яких споживачів загального призначення не дозволяється.

Оскільки значна кількість електротравм при експлуатації освітлювальних мереж відбувається при заміні ламп, необхідно використовувати неметалеву арматуру та контролювати її стан. Застосування металевих патронів забороняється.

Роботи в мережах освітлення допускається виконувати за розпорядженням одній особі, яка має III групу. Замінити лампи на висоті вище 3,5 м і працювати у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщеннях дозволяється бригаді з двох осіб, які мають III групу, одна із яких є наглядачем.

Роботи на струмовідних частинах мереж освітлення (заміна ламп, ремонт розеток і вимикачів, розподільних коробок тощо) виконуються після вимикання напруги та вживання заходів, що виключають випадкову подачу напруги до місця робіт, із використанням інструменту з ізольованими рукоятками та електрозахисних засобів.

Заміну ламп і чищення арматури світильників будь-якої конструкції мереж зовнішнього освітлення, встановлених на опорах усіх типів або кронштейнах, а також підвішених на тросах, із телескопічної вишки, обладнаної ізолювальною секцією, допускається

без зняття напруги з проводів **за розпорядженням**. Підніматися до світильників при виконанні цієї роботи дозволяється тільки керівнику робіт або працівнику з групою III.

На дерев'яних опорах без заземлювальних спусків при розташуванні світильників нижче фазних проводів роботи допускається проводити з опори або приставної драбини, виготовленої з ізоляційних матеріалів. Роботи виконуються **за розпорядженням** керівником робіт з одним або кількома членами бригади, які мають групу II.

Зазначені роботи в нічний і непогожий час **виконувати забороняється**. Перевірка та ремонт на місці установа свiтильникiв iз газорозрядними лампами та пускорегулювальною апаратурою, що включає трансформатори, автотрансформатори і статичні конденсатори, виконуються **за нарядом** у світлий час доби. Перед початком робіт на пускорегулювальній апаратурі необхідно від'єднати від мережі проводи, які підводять струм, потім розрядити статичні конденсатори (незалежно від наявності розрядних опорів), щоб уникнути ураження ємнісним зарядом, після чого від'єднати пускорегулювальну апаратуру від загальної схеми світильника. Підключати до освітлювальних мереж електроплити, зварювальні трансформатори та інше силове електрообладнання **забороняється**.

При технічному обслуговуванні систем освітлення особливу увагу слід звертати:

- на відповідність світильників та арматури категорії приміщень, у яких вони використовуються;
- справність і заземлення освітлювальних знижувальних трансформаторів;
- відсутність пошкоджень штепсельних розеток і вимикачів, їх відповідність своєму призначенню;
- стан розподільних освітлювальних щитків і їх огороження.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ:2026): затверджені наказом Міненерго України від 05.06.2026 № 283. Київ, 2026. 711 с.
2. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ: Основа, 1998. 380 с.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Харьков: Форт, 2012. 404 с.
4. Правила експлуатації електрозахисних засобів. Київ: Форт, 2001. 117 с.
5. Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями. Київ: Форт, 2001. 171 с.
6. Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України. Київ: Мануфактура, 2004. 156 с.
7. Правила пожежної безпеки в Україні. Харків: Форт, 2004. 174 с.
8. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Вид. 2-ге. Київ: Каравела, 2005. 390 с.
9. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: підручник. Вид. 3-тє, перероб. і доп. Львів: Укр. акад. друкарства, 2006. 336 с.
10. Охорона праці: підручник / В. П. Кучерявий, Ю. Є. Павлюк, А. Д. Кузик та ін. Львів: Оріана-Нова, 2007. 367 с.
11. Основи охорони праці: підручник / Я. І Бедрій, Ю. Л. Дешинський, Р. М. Івах та ін. Львів: «Магнолія 2006», 2008. 337с.
12. Основи охорони праці: підручник / К. Н. Ткачук, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов та ін. Вид. 3-тє, доп. та перероб. Київ: Основа, 2014. 456 с.
13. Основи охорони праці: підручник / М. С. Одарченко, А. М. Одарченко, В. І. Степанов та ін. Харків: ХДУХТ, 2017. 334 с.
14. ДСТУ 2272-2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. [На заміну ДСТУ 2272-93; чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 28 с.
15. Правила безпечної експлуатації військових електроустановок: затв. наказом МО України від 13.05.2003 р. № 133. Київ, 2003. 359 с.

16. Акімов О. І., Панченко В. В. Сучасні джерела автономного, резервного та гарантованого живлення: метод. вказівки до виконання курсової роботи і практичних занять з дисципліни «Сучасні джерела автономного, резервного та гарантованого живлення» та дипломного проектування. Харків: УкрДУЗТ, 2015. 100 с.

17. Акімов О. І. Методика оцінки шкідливих викидів тепловозів та дизель-поїздів. Тези доповіді. *Міжн. НТК «Вагони нового покоління»*. Харків: УкрДУЗТ, 2019. Вип. 184. С. 37